

Facultade de Ciencias
Departamento de Bioloxía Animal, Bioloxía Vexetal e Ecoloxía
Área de Ecoloxía

Factores que determinan a dieta de *Lutra lutra* ao longo dun ciclo anual nun encoro do Noroeste da Península Ibérica

Factores que determinan la dieta de *Lutra lutra* a lo largo de un ciclo anual en un embalse del Noroeste de la Península Ibérica

Determinants of *Lutra lutra* diet over an annual cycle in a dam located in the northwest of the Iberian Peninsula



Moraima Amboage Domínguez
Trabajo de Fin de Grado
Fecha de defensa: 28 de junio de 2016

Dirigido por el Dr. Alejandro Martínez Abraín

Índice

Resumen / Abstract

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Material y métodos	3
3.1. Área de estudio	3
3.2. La especie	4
3.3. La especie en el área de estudio	5
3.4. Trabajo de campo	6
3.4.1. Prospección del embalse	6
3.5. Análisis de las muestras	7
3.5.1. Determinación del tamaño de las presas	7
3.6. Obtención de datos de temperatura y nivel del embalse	8
3.7. Análisis estadístico	8
4. Resultados	10
4.1. Variación estacional	10
4.2. Causas del cambio de la dieta	10
5. Discusión	15
5.1. Disponibilidad de las presas	15
5.2. Cambios en el nivel del embalse	15
5.3. Balances energéticos	16
6. Conclusiones / Conclusions	17
7. Agradecimientos	18
8. Bibliografía	19

Resumen

Este trabajo analiza las causas del cambio estacional de dieta de la población de nutria europea (*Lutra lutra*) del Embalse de Cecebre, a través del análisis de restos no digeridos. Los resultados indicaron que se produjo un mayor consumo proporcional de cangrejo en primavera-verano respecto al consumo de peces que en otoño-invierno. Se concluye que los determinantes de la estacionalidad son los cambios estacionales en el nivel del embalse y los cambios estacionales en la disponibilidad de las presas a lo largo del ciclo anual. En primavera-verano el nivel del embalse es mantenido alto, lo cual dificulta el buceo hasta el fondo por parte de las nutrias por lo que el cangrejo es más consumido. En otoño-invierno el nivel de las aguas está bajo por lo que es más fácil pescar peces, si bien en competición con la abundante población invernal de otro gran piscívoro: el cormorán grande (*Phalacrocorax carbo*). Además, en esta época los cangrejos están menos disponibles por aletargamiento, y las bajas temperaturas del agua hacen que los peces estén menos activos y sean más capturables.

Palabras clave: Nutria europea, *Lutra lutra*, dieta, cambio estacional, embalse de Cecebre, cangrejo americano, *Procambarus clarkii*.

Abstract

This study analyses the seasonality of the European otter diet at the Cecebre reservoir (NW Iberian Peninsula) as well as the determinants of seasonality. Results showed that otters consumed proportionally more crayfish than fish in spring-summer, compared to fall-winter. Seasonal changes in water level and in availability of prey were the main determinants of diet change over an annual cycle.

Keywords: European Otter, *Lutra lutra*, diet, seasonal variation, dam, crayfish, *Procambarus clarkii*, Cecebre reservoir.

1. Introducción

La nutria europea *Lutra lutra* L. 1758 es un mustélido adaptado a la vida acuática, del cual hay una pequeña población en el embalse de Cecebre (Cambre/Abegondo, A Coruña). Un embalse constituye un sistema cerrado donde las barreras creadas artificialmente impiden las migraciones periódicas de diversas especies de peces y provocan un cambio en la composición de la fauna íctica (Sales-Luís & Santos-Reis 2007). La regulación del nivel del embalse crea unas condiciones estacionales en el nivel de caudal, equiparables a los que se dan en las zonas dominadas por un clima mediterráneo, al cual las especies presentes tienen que responder mediante mecanismos culturales (aprendizaje) o adaptativos.

Los primeros estudios que se realizaron sobre la nutria trataban de su distribución geográfica y ecología. El declive poblacional que sufrió la especie en España en los años 50 del siglo pasado causado, en gran medida, por la contaminación con compuestos organoclorados bioacumulables, hizo aumentar el interés científico por esta especie y en concreto por el conocimiento de su dieta, ya que es relativamente fácil analizarla a través de los restos no digeridos. La dieta de la nutria en aguas dulces ha sido estudiada principalmente en Suecia, Islas Británicas y la Unión Soviética (Callejo & Delibes 1987). Uno de los primeros estudios en la Península Ibérica fue el de Callejo (1984). Desde entonces se han sucedido numerosas publicaciones que estudian la dieta de la nutria en diferentes cuencas de España.

Tras determinar cuáles eran las principales presas consumidas, los estudios se comenzaron a centrar en la variación estacional de la dieta. La península Ibérica se sitúa a caballo entre la región biogeográfica Eurosiberiana y la Mediterránea donde se da una estacionalidad a lo largo del año, más marcada en la zona dominada por el clima mediterráneo. Esta estacionalidad provoca cambios en la abundancia y disponibilidad de alimento de las nutrias cuyos efectos en la dieta han sido estudiados ampliamente por diversos autores. Uno de los primeros estudios de estacionalidad fue realizado en Galicia por Callejo et al. (1979) y también en otros lugares de la geografía ibérica como en Andalucía (López-Nieves & Hernando 1984) o la Cuenca del Alto Ebro (Callejo & Delibes 1987). La construcción de embalses, y con ello la destrucción del hábitat de la nutria, fue asociada a la rarificación de la nutria en España (Delibes 1990). Esto hizo que los estudios científicos se empezaran a centrar en los embalses (Adrián & Moreno 1986) y a comparar la dieta de la nutria en embalses con la dieta de la nutria en ríos (Sales-Luís & Santos-Reis 2007). Los trabajos más recientes de estacionalidad analizan los efectos del embalse y su regulación del agua sobre la dieta de la nutria en un río Mediterráneo (Bueno-Enciso et al. 2014), la complementación que se da entre embalse y río, o el cambio en la composición de la dieta de la nutria según el hábitat que ocupa (Krawczyk et al. 2016).

La nutria europea como carnívoro mustélido que es tiene un metabolismo basal mayor que otros carnívoros de mayor talla, pero su vida adaptada al agua hace que sus requerimientos energéticos sean todavía mayores, por eso el alimento es un factor limitante en su distribución (Ruiz-Olmo & Jiménez 2009; Ruiz-Olmo et al. 2011).

Los embalses suelen suponer un deterioro del hábitat natural de muchas especies propias de río, lo que casi siempre lleva asociado un declive en la población de las mismas; sin embargo, como algunos autores han comentado (Blanco 1998; Ruiz-Olmo & Jiménez 2009; Martínez-Abraín & Jiménez 2016), estos ambientes podrían ser sustitutivos, al menos en cierta medida, de las condiciones naturales del hábitat en el que la especie evolucionó que, en el caso de las nutrias, es la desembocadura de ríos (Blanco 1988).

2. Objetivos

En diversas observaciones de campo preliminares, realizadas en el embalse de Cecebre antes del comienzo de este estudio, se observó que las nutrias parecían realizar un mayor consumo de cangrejos en verano y un mayor consumo de peces en invierno a tenor de la coloración de las heces encontradas en las orillas. Esto planteaba diferentes preguntas. ¿Por qué realizan las nutrias un cambio de dieta a lo largo del año? ¿Cuáles son los factores que pueden determinar esta estacionalidad?

La hipótesis de partida de este estudio es por tanto que la nutria muestra estacionalidad en la dieta en el embalse de Cecebre. Los objetivos específicos de este trabajo son pues: a) comprobar si esa estacionalidad es real y averiguar, en caso afirmativo, cuáles son las especies de presa consumidas en los dos periodos establecidos en este estudio “primavera-verano” y “otoño-invierno” y b) establecer cuáles serían las posibles causas o determinantes de este cambio de dieta estacional, incluyendo razones abióticas y bióticas.

3. Material y métodos

3.1. Área de estudio

El presente estudio se desarrolló en el Embalse de Cecebre, en un valle de la zona sublitoral, en el término municipal de Abegondo, en la provincia de A Coruña. Este embalse es una infraestructura construida en 1975 en torno a la unión de los ríos Mero y Barcés, para servir de abastecimiento a la ciudad de A Coruña, con una superficie de 5 km². Se sitúa a una altitud de 18 m por encima del nivel del mar y presenta una capacidad máxima de 22 Hm³ (Ecohydros 2009) (Figura 1).

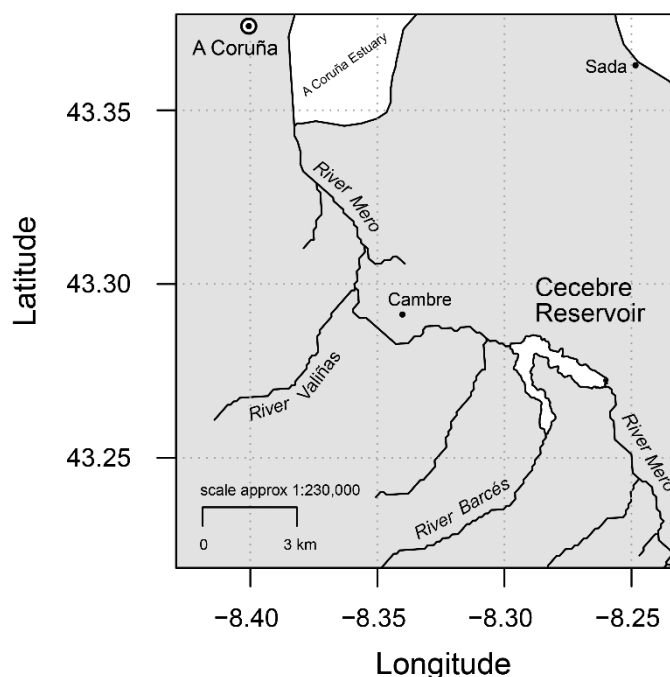


Figura 1. Imagen de la situación del Embalse de Cecebre (autor: Charles Key)

Fue incluido en la red Natura 2000 desde 1997, designado como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) en 2004 y como Zona Especial de Conservación (ZEC) en 2014 (AEMA 2014).

Se encuentra en la región biogeográfica eurosiberiana con clima Atlántico, lo que determina una estacionalidad natural poco marcada, inviernos suaves, veranos frescos, predominio de vientos del oeste y humedad abundante (Sundseth 2010).

La flora que lo rodea es principalmente bosque de ribera, presenta llanuras arenosas, lagos eutróficos naturales y praderas (AEMA 2014). En el periodo invernal alberga varios miles de aves acuáticas.

La población piscícola presente en el embalse se resume en la Tabla 1, siendo la mayoría ciprínidos, seguido de centráquidos y salmónidos.

Tabla 1. Especies ícticas presentes en el Embalse de Cecebre y status (Ecohydros, 2009)

Especie	Status
Trucha común (<i>Salmo trutta fario</i>)	Autóctona
Boga del Duero (<i>Pseudochondrostoma duriense</i>)	Autóctona
Carpín (<i>Carassius auratus</i>)	Alóctona
Perca negra o black bass (<i>Micropterus salmoides</i>)	Alóctona
Gambusia (<i>Gambusia holbrooki</i>)	Alóctona

Es importante destacar además la gran abundancia del cangrejo americano, *Procambarus clarkii* Girard 1852, una especie invasora introducida en el embalse a mitad de la década de los 80 (Galán 1997).

3.2. La especie

Clasificación científica:

Orden: *Carnivora*

Superfamilia: *Canoidea*

Familia: *Mustelidae*

Especie: *Lutra lutra* L.

La nutria es un mustélido adaptado a la vida acuática. En el mundo existen 13 especies, tanto marinas como dulceacuícolas, de nutrias, no teniendo porqué ser exclusivas de uno u otro ambiente. Su distribución mundial está bastante repartida existiendo 2 especies exclusivas de Norteamérica, 4 especies de Latinoamérica, 3 de Asia, 3 de África y, la que nos ocupa, la nutria europea (*Lutra lutra*), también presente en Asia y África. La nutria europea es una de las especies de nutria más pequeñas, con una longitud de 1.0 m para las hembras y 1.2 m para los machos, y con un peso de 7 kg en hembras y 10 kg en machos (Kruuk 2006). Las nutrias ibéricas tienen menor talla y menos peso que las del centro y norte de Europa (Ruiz-Olmo 2014).

La nutria llegó a un punto crítico de escasez en toda Europa en los años 80, extinguiéndose en los países de Europa Central. En los 90 comenzó la recuperación siendo las poblaciones más exitosas las de Portugal y España (Jiménez 2005; Sales-Luís & Santos-Reis 2007). En España es bastante más abundante en la mitad occidental, encontrándose mucho más representada en Galicia, Asturias y Extremadura que en el resto de Iberia. En las áreas mediterráneas la estacionalidad del clima provoca que los cursos de agua sufran variaciones muy drásticas, lo que muchos autores han señalado como factor limitante de su distribución y abundancia (Bueno-Enciso et al. 2014). Por ejemplo, la construcción de embalses provoca una regulación importante en el flujo de agua, lo que ha marcado la expansión de las poblaciones del Ebro hacia el valle del Ebro donde sin esta regulación no podrían subsistir (Bueno-Enciso et al. 2014). Sin embargo, la introducción de especies exóticas como el cangrejo americano ha supuesto un factor fundamental para el éxito de las poblaciones (Blanco-Garrido & Narvaez 2008; Bueno-Enciso et al. 2014).

Su hábitat natural lo constituyen ríos, arroyos, lagos, lagunas, marismas y también la orilla del mar. En la elección de éste, las principales variables son la disponibilidad de alimento, la persistencia del agua y la existencia de refugio. La vegetación no siempre es un factor limitante para la nutria si tiene otros tipos de refugio. Por eso su hábitat óptimo se encuentra en los tramos bajos y medios de los ríos donde el agua es tranquila y profunda. La zonación vertical de los peces descrita por Huet (1949) nos indica que los ciprínidos son los peces característicos de estas zonas, mucho más fáciles de cazar que los salmónidos de zonas altas por su carácter depredador (mayor

relación músculo/grasa), y también la anguila, *Anguilla anguilla*, que muchos autores han descrito como la presa preferida de la nutria (Kruuk 2006; Sales-Luís et al. 2007; Delibes-Mateos et al. 2014).

La degradación de estos hábitats por la presencia humana ha recluido en muchos casos a las nutrias a los tramos altos de los ríos donde la abundancia y diversidad de presas es menor. Por tanto, las nutrias que en los años 80 ocupaban las cabeceras prístinas de los ríos usaban en realidad hábitats refugio, forzadas por la ocupación humana y contaminación de los tramos medios y bajos de las cuencas fluviales. Con el comienzo de la construcción de embalses para el abastecimiento de agua a las ciudades hubo un declive poblacional inicial provocado por la barrera física que suponen las presas, pero, poco a poco, se ha ido recuperando las poblaciones al colonizar las nutrias los embalses. Además, las nutrias combinan el uso de embalses, donde pueden encontrar alimento a menudo abundante, con el uso de ríos y arroyos, donde obtienen refugio (Ruiz-Olmo 2014).

Como animal semi-acuático que es presenta adaptaciones tanto fisiológicas como morfológicas al agua. Su alimentación se produce en el agua, por lo que su cuerpo está transformado para la optimización de la captura de las presas, presentando un cuerpo alargado y extremidades proporcionalmente cortas y robustas. La cabeza es ancha y aplanada, el cuello no diferenciado, y el morro redondeado y provisto de abundantes y largas vibrisas táctiles (en hocico, boca y mentón), también presentes en ojos y antebrazos para poder localizar a las presas. Orejas pequeñas, casi ocultas bajo el pelo. La cola es ancha y aplanada en la base, y algo puntiaguda en su extremo, para ayudarse en el buceo. Posee cinco dedos unidos por una membrana interdigital bien desarrollada en manos y pies (García et al. 2009; Ruiz-Olmo 2014).

La nutria es una especie poliestra capaz de reproducirse en cualquier momento del año, y que adapta su ciclo biológico a los ciclos de abundancia de sus presas principales, debido a que, siendo una especie de altos requerimientos energéticos, la reproducción supone una demanda energética aún mayor. Cuantas más categorías haya de sus presas principales mayor será su éxito reproductor, siendo de especial importancia la presencia de peces (Ruiz-Olmo 2014). El hábitat también es un factor fundamental en la supervivencia de las crías hasta su dispersión (Ruiz-Olmo 2014).

Está activa de día en zonas donde el alimento lo constituyen presas nocturnas y viceversa (Ruiz-Olmo 2014). La nutria europea se alimenta de peces mayoritariamente y numerosos estudios sitúan al cangrejo americano como la segunda especie más consumida (Blanco-Garrido et al. 2008; Bueno-Enciso et al. 2014; Delibes-Mateos et al. 2014) pero también se alimenta de anfibios, aves e incluso mamíferos de pequeña talla.

Las nutrias pescan nadando en la superficie, y buceando en busca de presas hasta el fondo del embalse, donde están descansando o alimentándose los peces que representan su alimento habitual. Los peces de pequeño tamaño los comen en la superficie, y los más grandes los llevan a tierra para ser comidos (observaciones propias no publicadas).

3.3. La especie en el área de estudio

En el embalse de Cecebre en el periodo de estudio se encontraban al menos dos hembras adultas, cada una con dos cachorros, y un macho. Las nutrias son territoriales, pero las hembras pueden vivir en un territorio común teniendo cada una su propia área de campeo. Los cachorros permanecen con la madre durante el primer año tras el cual iniciarán su dispersión (Kruuk 2006).

3.4. Trabajo de campo

Para estudiar los hábitos de caza de las nutrias se anotaron el éxito de cada inmersión en busca de presas, así como el tiempo de la misma y el tiempo de manejo de la presa, si eran ingeridas en agua o en tierra y si era posible la presa consumida con una estimación de su tamaño, agrupados en tres categorías “pequeña”, “mediana” y “grande”, en función de cuando sobresalía la presa a ambos lados de las fauces del individuo observado. También la edad y sexo del ejemplar cuando fue posible, la zona de caza, la hora y las condiciones meteorológicas. Se registraron 59 sesiones de caza en el periodo enero 2015-abril 2016 correspondiendo a un total de 402 lances, es decir, 402 inmersiones en busca de alimento. Las observaciones de caza suman un total de 8 horas y 40 minutos.

Una de nuestras hipótesis para que exista un cambio de dieta estacional es la disminución de la abundancia de peces en primavera-verano, provocada por la actividad conjunta del gremio de grandes pescadores en un sistema cerrado donde no existe un aporte externo de peces. Estos grandes pescadores son las garzas reales, *Ardea cinerea* y garcetas grandes, *Egretta alba*, pero, sobre todo, el cormorán grande, *Phalacrocorax carbo*. Es por eso que durante el periodo diciembre 2015-mayo 2016 se realizaron censos semanales de cormorán grande en dormidero (localizado en la isla del embalse) para averiguar cuantos cormoranes estaban extrayendo peces del embalse y determinar así los equivalentes-nutria que estos representan, conociendo los requerimientos energéticos de ambas especies.

3.4.1. Prospección del embalse

Los restos no digeridos de las nutrias han sido utilizados en numerosos estudios tanto de distribución como en estudios de dieta por la facilidad de su localización debido a que son depositados a lo largo de la orilla en lugares conspicuos y prominentes (Figura 2). Los excrementos frescos son mucilaginosos de tamaño y consistencia variables, la forma es cilíndrica, de más de 10 cm de largo y 1 cm de ancho. Suelen deshacerse al cogerlos y desprenden un agradable olor dulzón (Blanco 1998). Según la composición de su dieta son rojos, conteniendo restos del exoesqueleto de los cangrejos de los que se alimentan, o grisáceo-verdosos, conteniendo escamas y restos óseos de peces. Debido a su carácter señal suelen encontrarse agrupados en letrinas, que son puntos calientes donde se acumulan la gran mayoría de ellos.

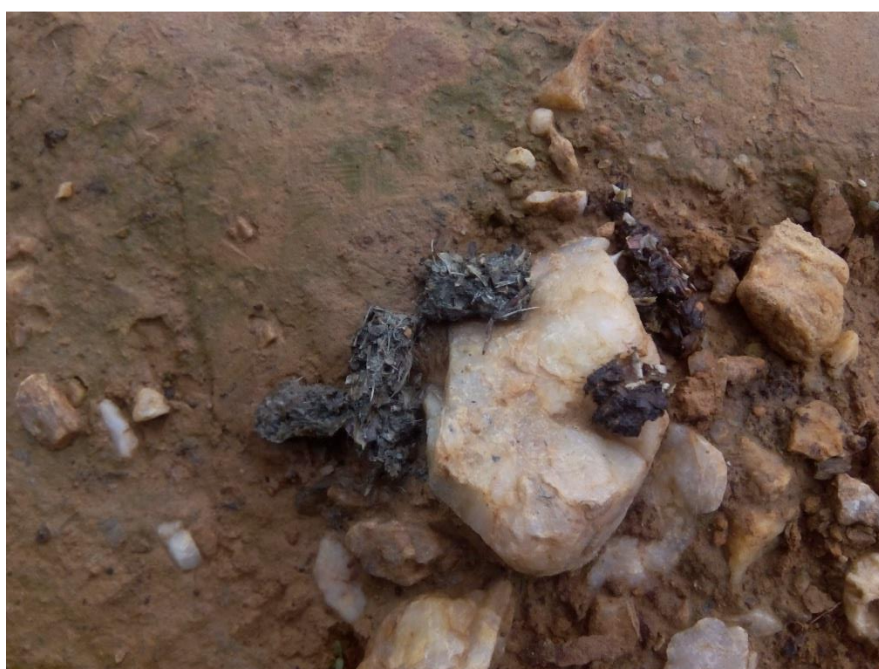


Figura 2. Imagen de excrementos de nutria del embalse de Cecebre mostrando tanto restos de cangrejo como de pez (Foto de la autora).

La recogida de las muestras fue llevada a cabo durante dos grandes sesiones (meses de abril, mayo, junio) y meses de septiembre y octubre del año 2015 y corresponden a la dieta acumulada del otoño-invierno y de la primavera-verano respectivamente. Como he comentado las nutrias poseen un territorio propio por lo que se recogieron las muestras de los puntos calientes (letrinas) de las orillas de todo el brazo del Mero para procurar que todos los individuos presentes estuvieran representados. Se recogieron un total de 230 paquetes (bolsas de plástico standard de 8 x 12 cm) de restos, esto es, lotes de unidades de excrementos o fracciones, entremezclados en la recogida y que en todos los casos se analizaron como una unidad. Los excrementos fueron almacenados hasta su análisis en un congelador a -18°C. Se obtuvieron 156 muestras para la primavera-verano y 74 muestras para el periodo otoño-invierno.

3.5. Análisis de las muestras

La identificación de las presas se realizó usando un microscopio estereoscópico Olympus SZ-ST. Los excrementos fueron dejados descongelar a temperatura ambiente y visualmente se analizó cualitativamente la presencia/ausencia de pez y/o cangrejo. En el caso de los cangrejos se emplearon como identificativos los restos de su exoesqueleto, gastrolitos (Figura 3), así como pequeños apéndices. En el caso de los peces fue empleada la presencia de escamas y vértebras fundamentalmente, aunque también los restos de opérculo, mandíbula y ojos. No fue posible encontrar otolitos en los restos que contenían pez, estos restos calcáreos que se encuentran en el oído interno de los peces teleósteos sirven usualmente para estimar el tamaño de los peces. El cangrejo de río se atribuyó a la especie *Procambarus clarkii* tanto por observaciones visuales en los muestreos como por citas de la especie en el área de estudio (Galán 1997). La identificación específica de los peces se llevó a cabo mediante técnicas genéticas por parte de una empresa especializada (All Genetics) bajo la coordinación de la Dra. Marta Vila, en el marco de unos objetivos más amplios que los de este Trabajo de Fin de Grado.



Figura 3. Imagen de gastrolitos hallados en las muestras analizadas, mostrando su diferente tamaño (Foto de la autora).

3.5.1. Determinación del tamaño de las presas

Una de las posibles hipótesis para explicar la estacionalidad es la que se apoya en la Optimal Foraging Theory, que predice que se consumirá la presa que represente mayor beneficio respecto al coste (Krebs & Davies 1993).

Cangrejos

Para conocer la eficiencia energética del consumo de *Procambarus clarkii* es necesario saber cuál es el tamaño medio de las presas consumidas.

Los crustáceos son animales que presentan muda. Para este proceso poseen unas formaciones pares de calcio extraídas del exoesqueleto antes de la muda, localizados en el estómago cardiaco, los gastrolitos, que tras la ecdisis son reabsorbidos para contribuir a la formación del nuevo exoesqueleto (Godley et al. 1984). Existen numerosos artículos que describen mediante modelos lineales la asociación existente entre el tamaño del gastrolito y el tamaño del cefalotórax de los cangrejos (Godley et al. 1984; Dörr et al. 2006).

Por tanto, se midió el diámetro de un total de 251 gastrolitos, hallados en los excrementos, con un calibre digital de precisión de 0.01 mm y se utilizó la ecuación de la recta que vincula el tamaño del cefalotórax en relación al tamaño del gastrolito ($y = 0,157x - 0,552$; $r^2 = 0,880$) obtenida del trabajo de Godley et al. (1984).

Con cangrejos americanos cedidos por el Centro de Recuperación de Fauna Silvestre (CMATI) (Oleiros, A Coruña), obtenidos del embalse de Cecebre, se midió el tamaño del cefalotórax en relación al tamaño total del cuerpo con un calibre digital. Con ambos datos es posible extrapolar el tamaño total de los individuos.

El peso de los cangrejos, una vez estimada la longitud, se obtuvo de la ecuación $\log \text{Peso} = \log 10,4 + 3,1 \log \text{Long}$; $r^2 = 0,973$ (Correia & Costa 1994).

Peces

Dada la ausencia de otolitos, como ya he comentado anteriormente, para la determinación del tamaño de los peces capturados nos basamos tanto en datos cuantitativos del informe Ecohydros (2009), como en datos cualitativos de nuestras observaciones de campo.

Una vez determinado el tamaño medio de las presas utilizamos la ecuación de la recta que vincula el tamaño de *Carassius auratus* con su peso ($y = 1,93 \cdot 10^{-2}x + 3,04$; $r^2 = 0,996$) obtenida del trabajo de Andreu-Soler et al. (2006).

Costes y beneficios

Kruuk (2006) indica la cantidad de calorías por gramo que aporta cada presa (cangrejo y peces). Con esta información pudimos determinar si el consumo de peces fue energéticamente más rentable que el de cangrejos.

Los beneficios son medidos en forma de calorías ingeridas. Los costes implican el tiempo que tarda la nutria en incorporar esas calorías, esto es, el tiempo de caza más el tiempo de manejo de la presa para su ingesta. En las observaciones de campo fueron anotados tanto los tiempos de buceo como de procesado, por lo que el cálculo de los costes representa la suma de las medianas de ambos tiempos para cada tipo de presa. El uso de la mediana y no la media se debe, en este caso, a la desviación respecto a una distribución normal que mostraron los datos.

3.6. Obtención de datos de temperatura y nivel del embalse

Para poder relacionar los cambios estacionales del embalse con la dieta fueron necesarios datos de variación del nivel del embalse y de la temperatura a lo largo de un ciclo anual. La empresa EMALCSA nos proporcionó los datos requeridos de temperatura y cambio de nivel. Con ellos se elaboraron gráficas de variación de la temperatura y de la cota durante un año.

3.7. Análisis estadístico

Con los datos de presencia/ausencia de los dos tipos de presa en las muestras, se realizó un cálculo de proporciones de ambos tipos de presas en los periodos estudiados, esto es, cantidad de muestras que contenían cangrejo dividido entre la cantidad total de muestras para cada uno de los periodos temporales analizados. Con los peces se aplicó el mismo método. Estos datos fueron representados mediante histogramas.

Empleando el programa R v. 3.2.2 se contrastó la hipótesis nula de que la variable “estación” y la variable “dieta” no estaban relacionadas, empleando tablas de contingencia y la prueba χ^2 . La hipótesis alternativa fue que las dos variables mostraban relación.

La bibliografía indica que la distribución de tamaños (pesos) de las presas de las nutrias es aproximadamente lognormal (Callejo & Delibes 1987), por lo que el tamaño y peso de *Procambarus clarkii* fueron representados en forma de histograma, utilizando el programa R, para comprobar si esto sucedía también en nuestras muestras.

Dado que los datos eran aproximadamente normales y presentaban una varianza homogénea se aplicó una prueba ANOVA para la comparación de medias.

4. Resultados

4.1. Variación estacional

De las 230 muestras analizadas se obtuvieron los resultados recogidos en la Tabla 2 para los periodos estudiados representados en la Figura 3. Las barras muestran el porcentaje de cangrejo y de pez obtenidos en el análisis.

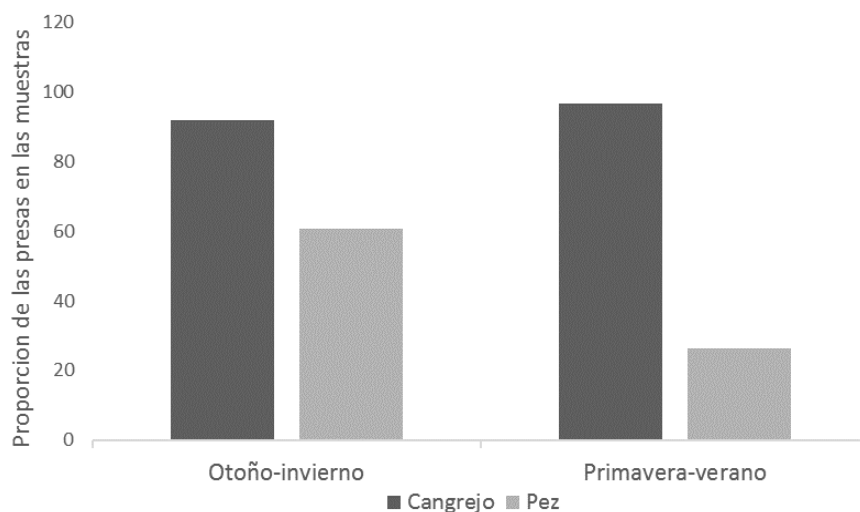


Figura 4. Gráfica con los porcentajes (por estación) de pez y cangrejo encontrados en las muestras analizadas.

Tabla 2. Resumen del número de muestras que contenían cangrejo y pez y el porcentaje que suponen sobre las muestras totales.

N = 230	Nº Cangrejo	% Cangrejo	Nº Pez	% Pez
Otoño-inv	68	60.2	45	39.8
Prim-verano	151	78.6	41	21.3

La prueba de la Chi-cuadrado dio un resultado estadísticamente significativo ($p < 0.05$, $g.l = 1$) por lo que se aceptó la hipótesis alternativa de asociación entre la variable “estación” y la variable “dieta”. En concreto las nutrias comieron más frecuentemente cangrejo que pez en ambas estaciones, pero la proporción cangrejo/pez fue mucho mayor en primavera-verano que en otoño-invierno. Las ratios cangrejo/pez fueron de 3.7 versus 1.5.

4.2. Causas del cambio de la dieta

Disponibilidad de peces

Censos de *Phalacrocorax carbo*

Los datos obtenidos de los censos se reflejan en la Tabla 3 y se representan en la Figura 5.

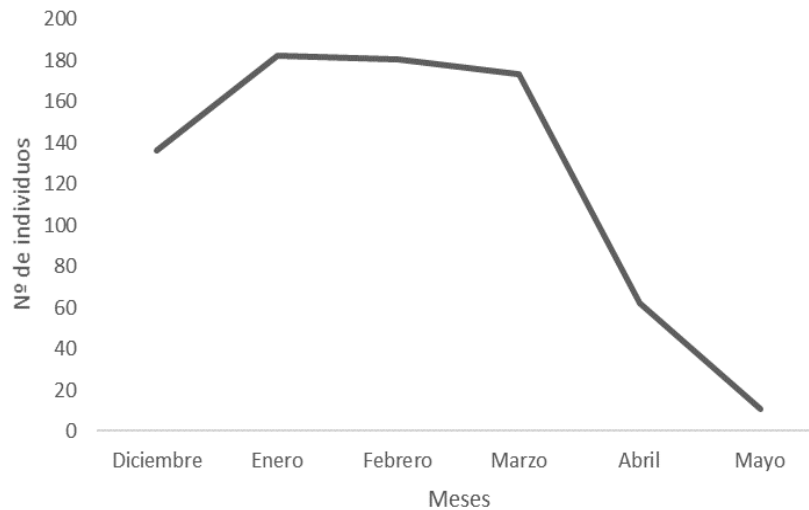


Figura 5. Número de cormoranes registrados en las observaciones de campo (datos propios).

Tabla 3. Media de individuos junto con su error estándar.

Muestreo	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Nº de Cormoranes	136.5 ± 12.74	182.2 ± 35.60	180.25 ± 16.23	173.43 ± 29.75	62.38 ± 14.62	10.5 ± 0.98

En los meses de invierno se mantiene una población bastante elevada entorno a los 180 individuos, pero estos abandonan el embalse cuando comienza la primavera.

Calendario de cría de los principales peces consumidos

Carassius auratus: La freza se produce en aguas con densa vegetación sumergida en mayo-junio (Doadrio 2001). Depende de condiciones climatológicas tales como la temperatura, el fotoperiodo, El desarrollo dura entre 5-7 días, tiempo en el cual los alevines inician la búsqueda de alimento. La temperatura juega un papel fundamental en su crecimiento como en el de cualquier animal endotérmico.

Pseudochondrostoma duriense Se reproduce entre abril y junio.

Para las truchas las frezas son más tempranas entre diciembre y febrero, también dependiendo un poco de la climatología, de manera que la freza pueda retrasarse hasta marzo.

Cambios en el nivel de agua

Entre los meses de octubre 2014 y octubre 2015 se produjeron cambios en el nivel de agua del embalse de Cecebre provocados por el régimen de precipitaciones y la apertura o cierre de las esclusas de la presa. El nivel llega a aumentar hasta casi 2.5 metros en verano (Figura 6).

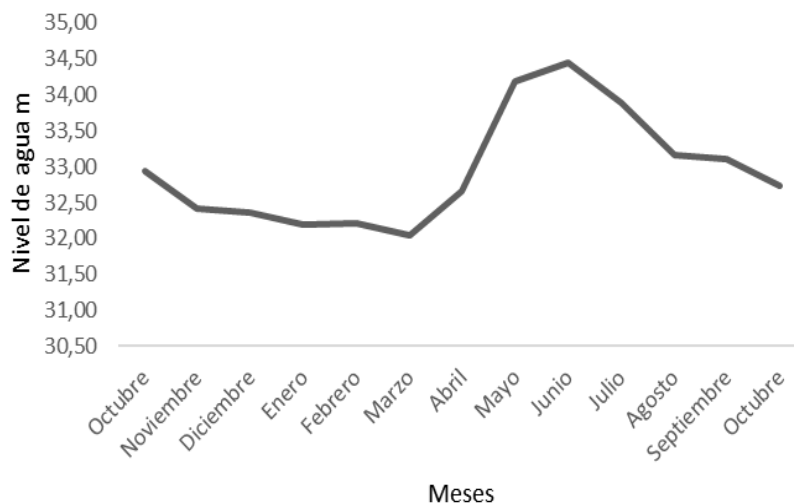


Figura 6. Variación del nivel del embalse a lo largo de un ciclo anual (Fuente: EMALCSA).

Cambios en la temperatura del agua

La variación de la temperatura del agua para el periodo comprendido entre octubre del año 2014 y octubre del 2015 se representan en la Figura 7. La temperatura del agua se ve influenciada por parámetros como la radiación solar, el caudal y la temperatura del aire. En los meses de diciembre a febrero la temperatura se sitúa en torno a los valores mínimos (11°C) y las máximas se alcanzan en julio-agosto con casi 20°C.

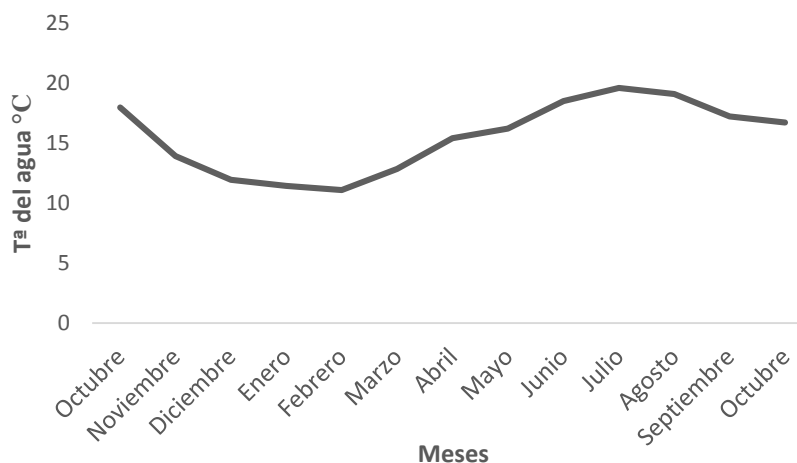


Figura 7. Variación anual de la temperatura del agua.

Disponibilidad de los cangrejos para las nutrias

Según Veselý et al. (2015) *Procambarus clarkii* se alimenta, aunque de manera mínima a 14°C y entra en letargo por debajo de los 8°C.

Energía proporcionada por cada tipo de presa

A partir de los datos de la medición del tamaño del cefalotórax y de la longitud del exoesqueleto entero, obtuvimos la siguiente recta de regresión (Figura 8), que nos proporciona la ecuación necesaria para conocer el tamaño total de los individuos consumidos a partir del tamaño del cefalotórax obtenido de la extrapolación de los gastrolitos.

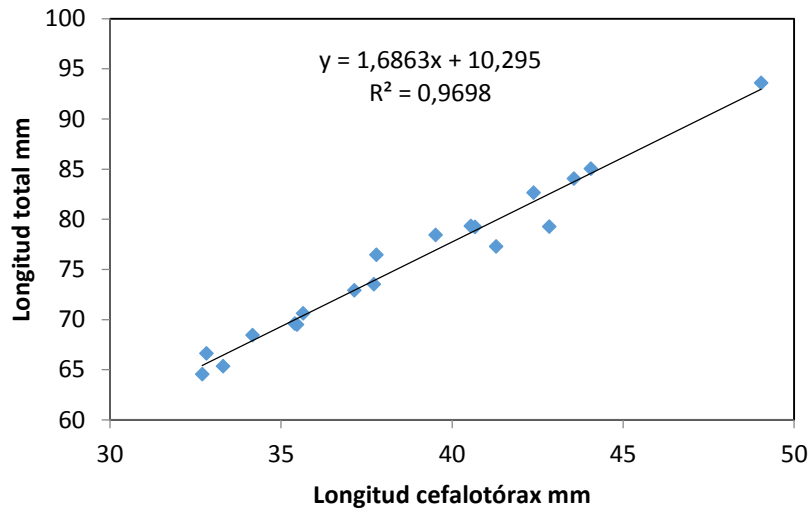


Figura 8. Relación entre el tamaño del cefalotórax de *Procambarus clarkii* y su tamaño total.

Tabla 4. Biometría de los cangrejos consumidos (medias y error estándar).

N= 263	Cefalotórax	Total	Peso gr
Tamaño mm	37,52 ± 1,19	73,57 ± 2,00	5.89 ± 0.49

Tanto el tamaño de las presas consumidas como su peso representados a modo de histograma (figura 8a y 8b) siguen una curva lognormal como se predijo a partir de la bibliografía consultada.

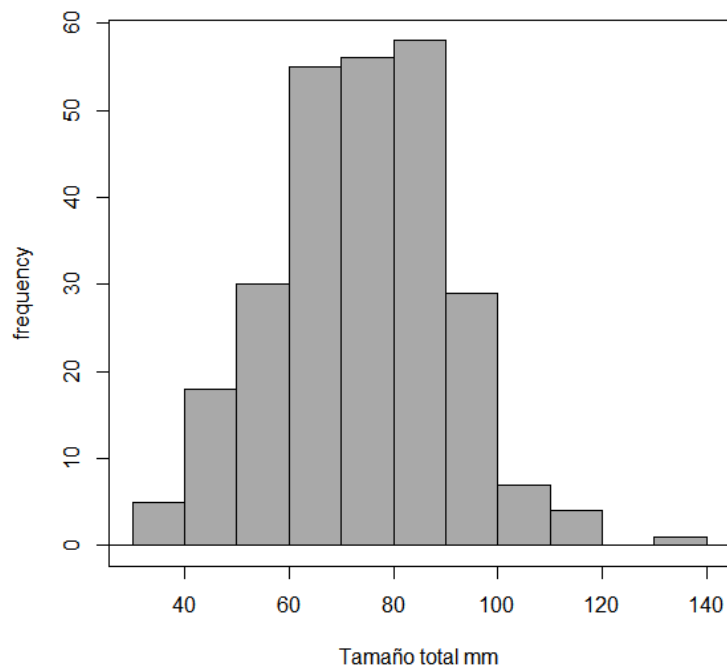


Figura 8a. Histograma con los tamaños corporales de *Procambarus clarkii* consumidos.

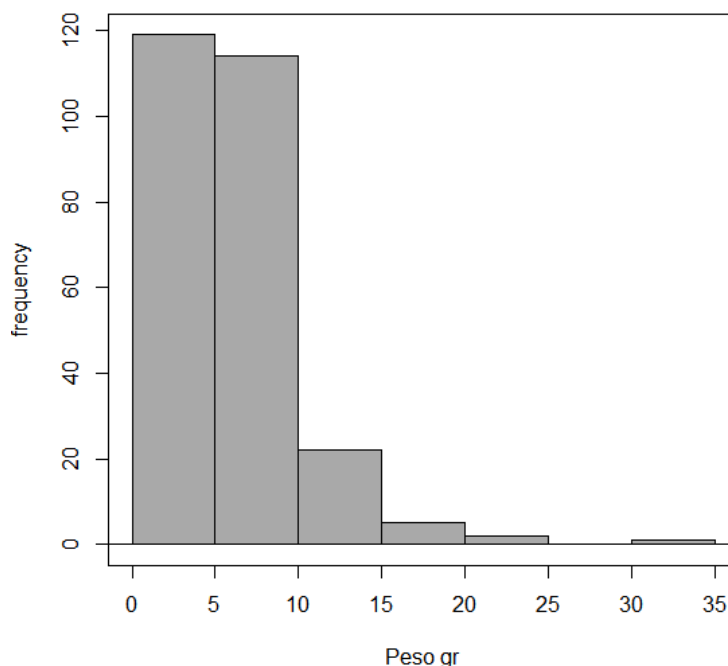


Figura 8b. Histograma con los pesos de *Procambarus clarkii* consumidos.

Las calorías que proporciona *Procambarus clarkii* son 4.1 Kj/g que, multiplicadas por el peso medio de un cangrejo, son 24.17 Kcal por presa.

En el informe Ecohydros (2009) se aprecia como el carpín se divide en tres clases de tamaño, 90, 110 y 130 mm. Sabemos por las observaciones directas en el campo que el tamaño preferido por las nutrias es un tamaño pequeño por lo que podemos inferir que las presas mayormente consumidas se sitúan en torno a los 90 mm, con esto deducimos que el peso medio de los peces consumidos fue de 15.36 gramos.

Las calorías proporcionadas por un ciprínido como *Carassius auratus* son 4.8 Kj/g por lo que un carpín de talla pequeña proporcionaría 73.74 Kilocalorías por gramo

Por tanto, un pez equivale energéticamente a 3 cangrejos

Tiempo de buceo y tiempo de procesado para cada tipo de presa

Los datos sobre tiempo de buceo y de manejo de los distintos tipos de presas se resumen en la Tabla 5.

Tabla 5. Medianas obtenidas de los tiempos de buceo y procesado de ambas presas.

	Buceo cangrejo (N=35)	Buceo pez (N=73)	Procesado cangrejo (N=24)	Procesado pez (N=73)
Tiempo seg	23	27	10	12

Existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tiempos medios de buceo para la captura de cangrejos y peces (ANOVA; $p < 0.05$; $g.l = 177$), y para los tiempos medios de manejo de la presa (ANOVA $p < 0.05$; $g.l = 168$). En concreto, la nutria tarda 1.2 veces más en cazar un pez que un cangrejo y 1.2 veces más tiempo en ingerirlo.

Los análisis de costes/beneficios para cada tipo de presa se muestran en la Tabla 6, donde se ve que la ganancia neta de energía al consumir pescado es 2.5 veces más que al consumir cangrejo.

Tabla 6. Costes (tiempo de búsqueda + tiempo de manejo) y beneficios (kcal*presa obtenida) de ambos tipos de presas.

	Kcal*presa	Tiempo de buceo + tiempo de manejo (s)	Energía ganada / tiempo invertido (Kcal*presa/s)
Cangrejo americano	24.2	32	0.75
Ciprínido	73.7	39	1.9

5. Discusión

El cangrejo americano fue la presa más frecuente de la nutria en el embalse de Cecebre superando su presencia en el 90% de las muestras analizadas, lo cual coincide con los análisis de la dieta de la nutria realizados por Ruiz-Olmo (2014). En cambio los peces fueron la presa más frecuente en los estudios de Callejo y Delibes (1987), Morales et al. (2004) y Sales-Luís et al. (2007). Numerosos estudios señalan a la anguila como el pez preferido por la nutria, pero la construcción del embalse imposibilita la entrada de especie migratoria desde el mar. Los estudios genéticos preliminares realizados sobre las mismas muestras muestran que el carpín dorado es el pez mayoritario y esto concuerda con lo hallado por Ruiz-Olmo (2014) quien señala que la dieta de la nutria de los cursos de agua regulados y embalses se basa en cangrejo rojo americano y especies de peces no nativas, como lo es *Carassius auratus* y con Callejo y Delibes (1987) quienes señalan a los ciprínidos como la presa preferida.

Aunque el cangrejo es la presa más consumida durante todo el año, la dieta de las nutrias varió estacionalmente. Los peces presentaron una representación porcentual mucho más elevada en otoño-invierno que en primavera-verano, un hecho también observado por Callejo y Delibes (1987), Morales et al. (2004) y García et al. (2009).

Las posibles causas para este cambio estacional pueden ser de diversa índole y se pueden engloban en tres grandes apartados: cambios en la disponibilidad de las presas, balances energéticos y cambios en el nivel del embalse.

5.1. Disponibilidad de las presas

Los peces que habitan en el embalse crían mayoritariamente en primavera-verano, y por tanto hacia principios del otoño son especialmente abundantes. El sistema cerrado que representa el embalse necesariamente tiene una biomasa máxima de peces en esas fechas. Las nutrias consumen peces durante todo el año por lo que van reduciendo progresivamente su abundancia desde el otoño hasta el final del invierno. Pero las nutrias no son las únicas constituyentes del gremio de grandes piscívoros, del que forma parte fundamental el cormorán grande durante los meses de invierno. Un cormorán grande consume 0.5 kilos de pescado al día (FACT Joint Wildlife Management Group 2006) y una nutria come 1 kg de pescado al día (Kruuk 2006). La población de cormoranes que soporta el embalse en invierno equivaldría por tanto a unas 90 nutrias pescando en las 500 Has del embalse. Dado que la freza de los peces no se produce hasta abril (y dado que el sistema está cerrado para las presas) la población íctica no se repondrá de nuevo hasta otoño-invierno.

5.2. Cambios en el nivel del embalse

Por otro lado, en primavera EMALCSA comienza a acumular agua en el embalse, cerrando compuertas casi por completo, para tener suficientemente abastecimiento de agua potable para la ciudad de A Coruña y su área metropolitana, durante los meses más secos, lo que provoca una subida del nivel del embalse. La nutria en comparación con los verdaderos mamíferos acuáticos (focas, leones marinos, elefantes marinos, cetáceos), posee un aislamiento térmico pobre (no acumula grasa subcutánea) así que la búsqueda de alimento mediante buceo en aguas frías conlleva costes muy altos de termorregulación. Para compensar estos costes, las nutrias adoptan estrategias de alimentación que reduzcan al mínimo la pérdida de calor del cuerpo, prefiriendo, por ejemplo, alimentarse en aguas poco profundas, donde el aislamiento térmico proporcionado por el pelaje parece ser más efectivo (Beja 1997). Las presas ícticas que capturan las nutrias de Cecebre son ciprínidos los cuales son omnívoros y se encuentran comiendo la vegetación del fondo a una gran profundidad. Dado que el nivel del embalse aumenta unos 2 metros en primavera-verano, esto puede provocar que el buceo en busca de peces en el fondo sea ineficiente y prefieran otras presas más accesibles. El mayor consumo de peces en invierno estaría relacionado pues con la disminución del nivel del embalse, la explosión demográfica de la población de peces y, tal y como apuntaban García et al. (2009), Callejo (1986) y Callejo & Delibes (1987), con la menor actividad de los peces debido a las bajas temperaturas unida a la naturaleza ectotérmica de los mismos. Por otra parte, aunque durante el invierno la temperatura no disminuye lo suficiente como para que los cangrejos entren plenamente en letargo, estos decápodos están mucho más activos durante la época estival y, por tanto, más disponibles para las nutrias.

Esta diversificación de la dieta es típica de hábitats con variabilidad estacional como ya apuntó Krawczy (2015). En ambientes estables su dieta se compone de peces casi en exclusividad. En el pasado, cuando las poblaciones de nutrias litorales debieron de ser más abundantes, las nutrias atlánticas también habitaban un ambiente cambiante, aunque no tanto en ritmos estacionales sino circadianos, debido a las mareas. Por lo tanto es lógico que las nutrias cuenten con la suficiente plasticidad como para sobrevivir adecuadamente en ambientes cambiantes, cambiando su dieta en función de las características del medio.

5.3. Balances energéticos

En invierno, los peces son abundantes tras el reclutamiento de los juveniles nacidos en primavera, el nivel del embalse es bajo, y las bajas temperaturas los hacen presas más vulnerables. Las nutrias siguen comiendo más cangrejo que pez, pero la proporción pez/cangrejo cambia sustancialmente hacia una mayor presencia de los peces. Las preferencias de índole energética no parecen justificar desde luego la mayor prevalencia de cangrejos en la dieta dado que encontramos que, una nutria necesita comer tres cangrejos para obtener los mismos requerimientos energéticos que obtendría con un solo pez.

La teoría de forrajeo óptimo (OFT) predice que el animal tenderá a maximizar la energía obtenida por unidad de tiempo de alimentación (Krebs & Davies 1993). Los tiempos de búsqueda de alimento y de manejo de la presa son menores para los cangrejos, pero la energía proporcionada es sólo una tercera parte de la de un pez. Las nutrias obtienen 2.5 veces más energía neta al consumir un pez que un cangrejo.

Las observaciones directas de búsqueda de cangrejos (n=35) y de manejo de los mismos (n=24) fueron mucho menores en comparación con las de peces (n=73 y n=73 respectivamente), lo que podría introducir algún sesgo en los resultados, pero pensamos que no de magnitud suficiente para cambiar esta interpretación.

Finalmente destacar que paradójicamente la disponibilidad de presas (exóticas) diversas permite a la nutria hacer uso del embalse durante todo el ciclo anual, no

teniendo necesidad de abandonar el sistema. Curiosamente, la presencia de especies exóticas (perjudiciales para otros taxones) ha resultado beneficiosa para las nutrias y convierte a los embalses artificiales en hábitats de sustitución *sensu* Martínez-Abraín & Jiménez (2016).

6. Conclusiones

Las nutrias del embalse de Cecebre comieron de manera más frecuente cangrejos que peces. Sin embargo, la proporción cangrejo/pez varió en las dos estaciones consideradas, aumentando sustancialmente la prevalencia de peces en la dieta en otoño-invierno.

Esta estacionalidad anual en la elección de pez o cangrejo para la dieta mantiene un fino equilibrio entre costes y beneficios, que se ve influenciado tanto por factores abióticos como bióticos.

Aunque los peces son la principal presa en términos energéticos para las nutrias, los cangrejos americanos suponen una pieza clave para que la población de nutrias se mantenga en el embalse también en los meses de primavera-verano, pues la disminución de la abundancia de peces (debida a la depredación por cormorán grande) y el esfuerzo extra que supone su pesca (cuando aumenta el nivel del embalse en los meses cálidos) forzarían la dispersión de las nutrias a otros ambientes menos estacionales (como la Ría de O Burgo).

Este estudio aporta información fundamental para guiar estrategias de conservación de la nutria europea en el embalse de Cecebre, extensibles a otras poblaciones de nutria residentes en estos medios artificiales de sustitución.

Conclusions

Otters in Cecebre dam consumed more frequently crayfish than fish in both seasons considered. Nevertheless, crayfish/fish ratio showed seasonal variation, with a much higher proportional consumption of fish in autumn-winter.

This annual variation in prey consumption was due to a balance between costs and benefits in response to both abiotic and biotic factors.

Although fish were the main prey for otters in energetic terms, crayfish was a key species to make the otter population stay at the Cecebre dam in spring-summer, preventing dispersion.

This study provides relevant information to design conservation strategies for otter populations using artificial habitats.

Agradecimientos

El presente trabajo fue realizado bajo la supervisión del Dr. Alejandro Martínez Abraín, a quien me gustaría agradecer su dedicación, y que me haya permitido disfrutar de la oportunidad de ampliar mis conocimientos, no solo en lo que atañe a la ecología sino en otros ámbitos.

También dar las gracias a mi compañero en este trabajo Carlos Veloy Domínguez, por compartir las tareas conmigo y por el apoyo que nos hemos dado.

Por último reconocer la ayuda que me han brindado en esta investigación a todos los que se han implicado de una manera u otra.

8. Bibliografía

- Adrián MI, Moreno S. 1986. Notas sobre la alimentación de la nutria (*Lutra lutra*) en el embalse de Matavacas, Huelva. Doñana Acta Vert., 13:189-191.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). 2014. Dinamarca: Encoro Abegondo-Cecebre. [Visitada 2016, Mayo 10]. Disponible en: <http://eunis.eea.europa.eu/sites/ES1110004>.
- Andreu-Soler A, Oliva-Paterna FJ, Torralva M. 2006. A review of length-weight relationships of fish from the Segura River basin (SE Iberian Peninsula). J. Appl. Ichthyol., 22: 295-296.
- Beja PR. 1997. Predation by marine-feeding otters (*Lutra lutra*) in south-west Portugal in relation to fluctuating food resources. J. Zoo., 242(3):503-518.
- Blanco-Garrido F, Prenda J, Narvaez M. 2008. Eurasian otter (*Lutra lutra*) diet and prey selection in Mediterranean streams invaded by centrarchid fishes. Biol. Invasions, 10(5):641-648.
- Blanco, JC. 1998. Mamíferos de España vol I. Barcelona: Planeta, p. 307-317.
- Bueno-Enciso J, Díaz-Ruiz F, Almeida D, Ferreras P. 2014. Effects of flow regulation and non-native species on feeding habits of Eurasian otter *Lutra lutra* in mediterranean temporary rivers. River Res Appl., 30(10):1296-1308.
- Callejo A. 1984. Ecología trófica de la nutria (*Lutra lutra* L.) en aguas continentales de Galicia y de la Meseta Norte (Tesis doctoral). [Santiago de Compostela]: Universidad de Santiago.
- Callejo A, Delibes M. 1987. Dieta de la nutria *Lutra lutra* (Linnaeus, 1758) en la cuenca del alto Ebro, norte de España. Misc. Zool., 11: 53-362.
- Correia AM, Costa AC. 1994. Introduction of the red swamp crayfish, *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in São Miguel, Azores, Portugal. Arquipel Bol Univ dos Acores Cienc Biol Mar., 12A:67-73.
- Delibes M. 1990. La nutria (*Lutra lutra*) en España. Madrid: Serie Técnica, ICONA.
- Delibes-Mateos M, Blázquez MC, Blanco-Garrido F, Sánchez J, Segura A, Delibes M. 2014. Sprainting sites and feeding habits of the otter (*Lutra lutra*) in the Douro River estuary, Portugal. Galemys, 22: 91-95.
- Doadrio I. (editor). 2001. Atlas y libro rojo de los peces continentales de España. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales, p.165-166.
- Dörr AJM, La Porta G, Pedicillo G, Lorenzoni M. 2006. Biology of *Procambarus Clarkii* (Girard, 1852) in Lake Trasimeno. Bull. Fr. Pêche Piscic., 380-381:1155-1168.
- Ecohydros. 2009. Asistencia técnica para la toma de datos del indicador biológico peces en las redes de monitorización de aguas superficiales en el ámbito de la demarcación hidrográfica Galicia-costa. Santander: Xunta de Galicia. Tomo 2, Estudios censales de peces en los embalses de Cecebre y As Forcadas.
- FACT Joint Wildlife Management Group. 2006. Cormorants "The Facts". England: Salmon & Trout Conservation UK.
- Galán P. 1997. Declive de poblaciones de anfibios en dos embalses de La Coruña (Noroeste de España) por introducción de especies exóticas. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 8:38-40.

- García P, Lizana M, Morales J, Gutierrez J, Acera F, Báez R, García-González A, Pérez-Alonso JC, Prieto O, Díez-Frontón D. 2009. Nuevos datos sobre la distribución y dieta de la nutria paleártica (*Lutra lutra*) en la provincia de Salamanca. *Ecología*, 22:117-125.
- Godley JS, McDiarmid RW, Rojas NN. 1984. Estimating prey size and number in crayfish-eating snakes, genus *Regina*. *Herpetologica*, 140:82–88.
- Jimenez, J. 2005. Ecología de la nutria en afluentes del Ebro sometidos a fuertes fluctuaciones de los recursos (Tesis doctoral). [Valencia]: Universitat de València.
- Kruuk, H. 2006. Otters: ecology, behaviour and conservation: ecology, behaviour and conservation. Scotland: OUP Oxfor.
- Krawczyk AJ, Bogdziewicz M, Majkowska K, Glazaczow A. 2016. Diet Composition of the Eurasian Otter *Lutra Lutra* in Different Freshwater Habitats of Temperate Europe: A Review and Meta-Analysis. *Mammal Rev.*, 46(2):106-13.
- Krebs JR, Davies NB. 1993. An introduction to behavioural ecology. 3rd edition. Blackwell Science, Chapter 2, p. 24-47.
- Lopez-Nieves P, Hernando JA. 1984. Food habits of the otter in the Central Sierra Morena (Córdoba, Spain). *Acta theriol.*, 29:383-401.
- Martínez-Abraín A, Jiménez J. 2016. Antropogenic areas as incidental substitutes for original habitat. *Conserv. Biol.*, 30:593-598.
- Morales JJ, Lizana M, Acera F. 2004. Ecología trófica de la nutria Paleártica *Lutra lutra* en el río Francia (Cuenca del Tajo Salamanca). *Galemys*, 16 (2): 57-77.
- Ruiz-Olmo J. 2004. Nutria – *Lutra lutra*. Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador A., Luque-Larena JJ (eds). Madrid:Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Ruiz-Olmo J, Jiménez J. 2009. Diet Diversity and Breeding of Top Predators Are Determined by Habitat Stability and Structure: A Case Study with the Eurasian Otter (*Lutra Lutra* L.). *Eur J Wildl Res.*, 55(2):133-44.
- Ruiz-Olmo J, Batet A, Mañas F, Martínez-Vidal R. 2011. Factors Affecting Otter (*Lutra Lutra*) Abundance and Breeding Success in Freshwater Habitats of the Northeastern Iberian Peninsula. *Eur J Wildl Res.*, 57(4):827-42.
- Sales-Luís T, Pedroso NM, Santos-Reis M. 2007. Prey availability and diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) on a large reservoir and associated tributaries. *Can J Zool.*, 85(11):1125-1135.
- Sundseth, K. 2010. Natura 2000 en la región atlántica. Bélgica: Comisión Europea, Unidad B2, Naturaleza y Biodiversidad.
- Veselý L, Buřič M, Kouba A. 2015. Hardy exotics species in temperate zone: can “warm water” crayfish invaders establish regardless of low temperatures?. *Sct. Rep.*, 5:16340.