

Títol del treball: Anàlisi de la dieta i rang de distribució de la llúdriga (*Lutra lutra*) a la zona lacustre de l'estany de Banyoles

Estudiant: Marc Conesa Rubio
Correu electrònic: marcconesa@gmail.com

Grau en Biologia

Tutor: Lluís Zamora Hernández
Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Lluís Zamora Hernández
Empresa / institució: Universitat de Girona
Correu(s) electrònic(s): lluis.zamora@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació:

Resum

L'objectiu d'aquest projecte és l'estudi de la població de llúdriga (*Lutra lutra*) present en el sistema lacustre de l'estany de Banyoles, la qual no està ben estudiada. Per entendre les dinàmiques d'aquesta població s'ha examinat la dieta, la distribució i la freqüència d'ús de l'hàbitat i el patró d'activitat. Han sigut recol·lectats un total de 59 excrements de llúdriga, juntament amb el mostreig de 93 llocs en tota la zona d'estudi i 25 punts de monitoratge emprant càmeres remotes.

La composició de la dieta s'ha investigat a partir de l'anàlisi dels excrements, recol·lectats els estius de 2006, 2008 i 2017, i també a partir dels resultats obtinguts per Clavero *et al.*, 2003 en ambients mediterranis d'aigua dolça. En general, el cranc de riu americà (*Procambarus clarkii*) representa la font d'aliment principal, seguit del peix i els amfibis. La dieta actual de la llúdriga difereix significativament de la trobada al 2006-2008 i de la d'hàbitats mediterranis d'aigua dolça, incrementant el consum de cranc i convertint-se en la font principal d'aliment en el període d'estiu. A més, s'ha calculat l'índex de diversitat tròfica de Shannon, on s'ha vist un estretament de l'amplada de nínxol.

El mapa de distribució i d'ús d'hàbitat s'ha dut a terme a partir de la informació recollida dels 93 punts mostrejats i s'ha pogut ubicar dos focus de l'activitat de la llúdriga a la zona d'estudi. S'han establert correlacions significatives entre l'activitat de la llúdriga i la cobertura de vegetació i la proximitat d'una carretera i la ciutat. També s'ha calculat el patró d'activitat a partir de les captures de les càmeres remotes, dipositades en les zones de ribera al voltant dels rius i les llacunes. No s'ha observat modificacions en el patró d'activitat de les llúdrigues de la zona d'estudi respecte a altres poblacions de la Península Ibèrica.

A partir dels resultats de l'estudi, es dedueix que un pla de conservació per la zona d'estudi hauria de suggerir la millora de l'hàbitat de ribera i d'aquelles seccions que poden servir com a corredors naturals pel moviment d'individus entre les diferents poblacions (o subpoblacions), com els canals i la riera Canaleta. De la mateixa manera, és important prendre accions de recuperació i conservació com les dutes a terme al bosc de Can Morgat, el qual ha esdevingut el centre de l'activitat de la llúdriga.

Resumen

El objetivo de este proyecto es el estudio de la población de nutria (*Lutra lutra*) presente en el sistema lacustre del lago de Banyoles, la cual no está bien estudiada. Para entender las dinámicas de esta población se ha examinado la dieta, la distribución y el patrón de uso del hábitat y el patrón de actividad. Han sido recogidos un total de 59 excrementos de nutria, conjuntamente con el muestreo de 93 ubicaciones en la zona de estudio y 25 puntos de monitoreo usando cámaras remotas.

La composición de la dieta se ha investigado a partir del análisis de los excrementos, recogidos en los veranos de 2006, 2008 y 2017, y también a partir de los resultados obtenidos por Clavero *et al.*, 2003 en ambientes mediterráneos de agua dulce. En general, el cangrejo de río americano (*Procambarus clarkii*) representa la fuente de alimento principal, seguida del pescado y los anfibios. La dieta actual de la nutria difiere significativamente de la encontrada en 2006-2008 i de la de ambientes mediterráneos de agua dulce, aumentando el consumo de cangrejo y convirtiéndose en la fuente principal de alimentación en el período estival. Además, se ha calculado el índice de diversidad trófica de Shannon, dónde se ha visto una reducción de la amplitud de nicho.

El mapa de distribución y de uso del hábitat se ha generado a partir de la información obtenida de los 93 puntos de muestreo i se ha podido determinar dos focos de actividad de la nutria en la zona de estudio. Se han establecido correlaciones significativas entre la actividad de la nutria i la cobertura de vegetación y la proximidad de carreteras y la ciudad. También se ha calculado el patrón de actividad a partir de las capturas de las cámaras remotas, ubicadas en las zonas ribereñas alrededor de ríos y lagunas. No se ha observado modificaciones en el patrón de actividad de las nutrias de la zona de estudio en comparación con otras poblaciones de la Península Ibérica.

A partir de los resultados del estudio, se deduce que un plan de conservación para la zona de estudio tendría que sugerir una mejora del hábitat ribereño y de esas secciones que pueden servir como corredores naturales para el movimiento de los individuos entre la diferentes poblaciones (o subpoblaciones), como los canales y el arroyo Canaleta. De la misma forma, es importante tomar acciones de recuperación y conservación como los llevados a cabo en el bosque de Can Morgat, el cual se ha convertido en el centro de la actividad de la nutria.

Abstract

The aim of this project is study the otter (*Lutra lutra*) population of the lake System of Banyoles, which is not well known. To understand this population dynamics, the activity pattern, diet, distribution and habitat use of the otter were examined. A total of 59 otter spraints were collected, 93 sites were recorded across the habitat and 25 sites were monitored using remote cameras.

The diet composition of otters in the study zone was investigated by spraint analysis between summers of 2006, 2008 and 2017, and also with the results obtained by Clavero *et al.*, 2003 in Mediterranean freshwater habitats, using the percentage frequency of occurrence. Overall, American crayfish (*Procambarus clarkii*) represented the dominant food, followed by fish and amphibians. The actual food composition of otters differed significantly from 2006 and 2008 composition and those from Mediterranean freshwater habitats, increasing the consumption of crayfish and becoming the main food resource in the summer period. In addition, Shannon trophic diversity index was calculated and demonstrated a narrow niche breadth.

The distribution and habitat use map was carried out form data of the 93 recorded sites, and we located two focuses of the otter activity. Significant correlations were recorded between

otter activity and vegetation cover, road and city proximity. The activity pattern was calculated from captures of the camera traps, deployed in riparian habitat along streams and lakeshore. We found that otter population of the study area haven't modified their activity pattern from otters of the Iberian Peninsula.

From the results, it follows that a conservation plan for the study zone should suggest an improvement of the riparian habitat in those sections that could be used as corridors for the movement of the individuals connecting the different populations (or subpopulations), like the channels and the Canaleta brook. Likewise, it's important to undertake actions like the recovery and conservation of the natural space of Can Morgat forest, which is the centre of otter population activity.

Introducció

La finalitat d'aquest projecte és l'estudi de la llúdriga euroasiàtica (*Lutra lutra*, Mustelidae), un animal semi-aquàtic situat al capdamunt de la xarxa tròfica dels ecosistemes d'aigües continentals, catalogada com a quasi amenaçada a nivell global i com a preocupació menor a Espanya (IUCN, 2017). Té una morfologia de cos allargada, amb les extremitats curtes i fortes i amb membranes interdigitals, adaptacions que li permeten un bon moviment dins l'aigua. Les orelles són petites i queden gairebé amagades a sota el pèl, que és de color bru, tornant-se més clar a la part ventral (Ruiz-Olmo, 2017)(Figura 1).



Figura 1. Il·lustració on s'observen les característiques de la llúdriga, entre les que destaquen la morfologia allargada, les orelles petites, les extremitats curtes amb membranes interdigitals i el pelatge bru i més clar a la part ventral. Il·lustració de Juan M. Varela ©.

És típica d'ecosistemes aquàtics on es pot trobar en rius, llacs, llacunes, maresmes i qualsevol lloc amb presència d'aigua, trobant-se des del nivell del mar fins a alta muntanya (Ruiz-Olmo, 2017). La presència de la llúdriga en les regions mediterrànies, tot i típicament estar relacionada amb la qualitat de l'aigua, s'ha vist que la seva presència està més fortament relacionat amb algunes característiques de l'hàbitat com la cobertura de vegetació a les riberes i la disponibilitat d'aliment (Adrián *et al.*, 1985; Macdonald i Mason, 1985; Delibes *et al.*, 1991)

Presenta una dieta principalment piscívora tot i que es pot considerar un animal oportunista, fet que li permet alimentar-se de qualsevol presa disponible (Mason i Macdonald 1986; Clavero *et al.* 2003). Aquest fet li ha permès adaptar la dieta a la península, a on les espècies de peix exòtiques han incrementant l'ocupació dels ambients d'aigües continentals (Clavero i Garcia-Berthou, 2006) així com el cranc de riu americà (*Procambarus clarkii*), introduït al 1973-74 i que ràpidament ha ocupat la major part dels rius de la península (Habsburgo-Lorena, 1983), esdevenint una part important de la dieta de la llúdriga (Adrián i Delibes, 1987; Delibes i Adrián, 1987; Correia, 2001). Encara més important, la recuperació de la llúdriga sembla estar relacionada en part amb la introducció del cranc de riu americà (Ruiz-Olmo i Delibes, 1998).

És una espècie que es troba distribuïda per tota la regió paleàrtica, incloent el nord d'Àfrica i part de la regió indo-Malaia (Ruiz-Olmo, 2017)(Figura 2). Aquestes poblacions han patit disminucions severes en l'últim segle a nivell mundial com a resultat de la caça, la destrucció de l'hàbitat, la sensibilitat a la contaminació i la disminució de la disponibilitat d'aliment (Foster-Turley *et al.*, 1990). Aquest fet, com en molts països europeus, també s'ha produït a Espanya, on les poblacions de llúdriga han mostrat una gran reducció entre els anys 1950 i 1980 (Macdonald i Mason, 1994). Els sondejos duts a terme durant el 1964 (Blas Aritio, 1964) i 1984 (Delibes, 1990), van demostrar una disminució en el rang de distribució d'aquesta espècie i, com a resultat, la desaparició i fragmentació de les poblacions en grans àrees de la península.

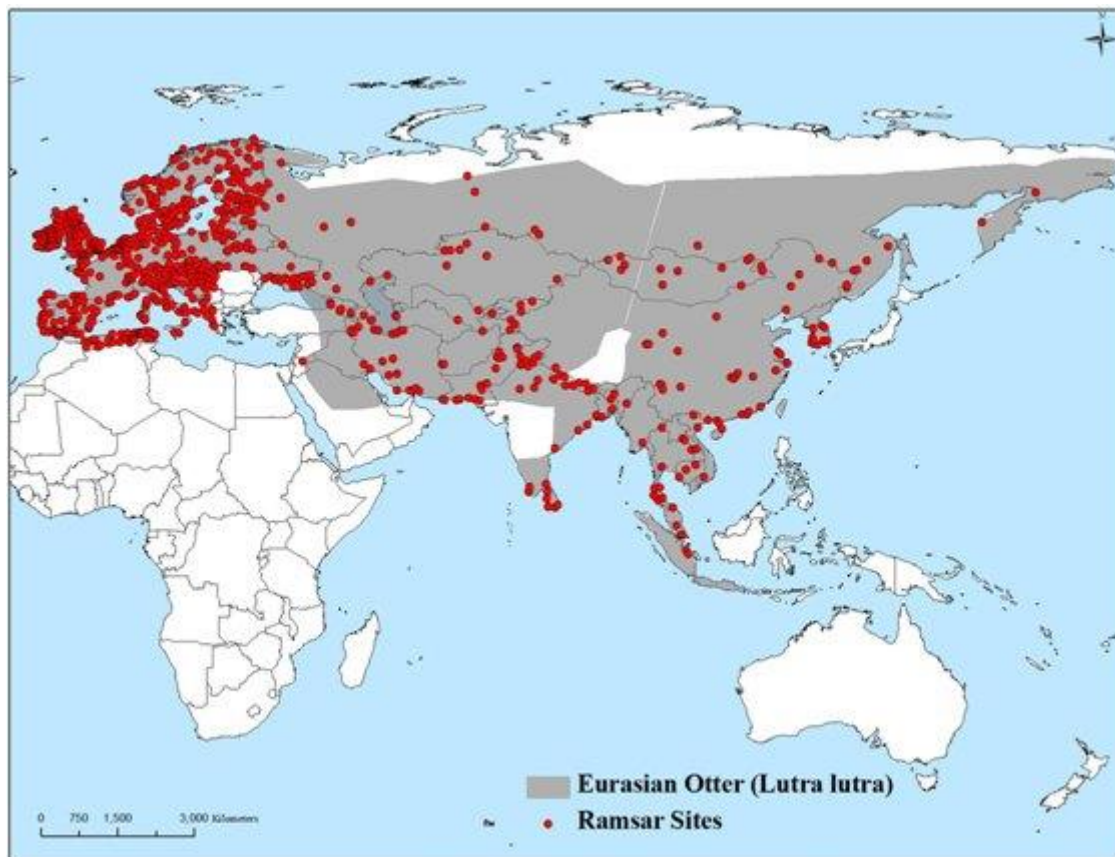


Figura 2. Distribució de la llúdriga euroasiàtica a nivell mundial, on es mostren també les zones humides de Ramsar. (Brooks *et al.*, (2011)

A Catalunya, abans de la reintroducció a Girona al 1993, la distribució de la llúdriga era molt reduïda, amb les poblacions de la costa del mediterrani, on els rius són curts, passen per zones àrides i on les poblacions humanes hi són molt concentrades, extingides i només present en petits redutes en zones muntanyoses poc industrialitzades (Ruiz-Olmo, 1985 i 2001; Delibes 1990). Passats 15 anys des del primer sondeig de l'estat de la població de llúdrigues a Catalunya al 1984-85, s'ha observat una recuperació (Ruiz-Olmo i Delibes, 1998), tant natural com gràcies a la reintroducció a Girona (Saavedra i Sargatal, 1998; Ruiz-Olmo, 2001). Actualment la llúdriga habita les conques de la Noguera Ribagorçana, Noguera Pallaresa i el Segre al Pre-Pirineu i les conques del Matarranya i l'Algars al sud de Catalunya (Ruiz-Olmo, 2001). Com a conseqüència de la reintroducció, la llúdriga ha retornat als aiguamolls de l'Empordà, les conques de la Muga i el Fluvià i, a través de la colonització per individus

provinents del programa de reintroducció, la conca del Ter, des d'on possiblement han arribat a Banyoles a través del Terri.

A la zona lacustre de Banyoles, els últims exemplars vistos abans del seu retorn al 2006 daten de 1962, quan es va considerar extingida a la zona. Actualment, el coneixement d'aquesta població és molt reduït, desconeixent-se la distribució i ús de l'habitat, el patró d'activitat o la dieta que presenten. Per aquesta raó, és necessari la realització de més estudis que permetin un major coneixement de l'espècie i la possibilitat de millorar en la seva gestió i conservació.

Objectives

- Determine otter distribution and habitat use in the study zone and suggest improvements for a conservation plan in the study area.
- Analyze the diet of the otter population of the Banyoles lake system and compare it from others from Mediterranean populations.
- Determine activity pattern of the otter population in the study zone.

Àrea d'estudi

L'estudi s'ha realitzat a la zona lacustre de l'estany de Banyoles (Figura 3). La zona estudiada forma part de la comarca del Pla de l'Estany, situat al nord-est de la península Ibèrica. Tant l'estany com les basses que l'envolten presenten aigua permanentment, exceptuant les basses de can Morgat, controlades artificialment a través de bagants amb comportes i, per tant, més susceptibles a quedar seques en algunes èpoques de l'any, com als estius llargs i secs típics del clima mediterrani. La zona està integrada dins el Pla d'Espais d'Interès Natural (PEIN), considerat un Jardí Històric d'Interès Nacional i inclosa dins la proposta de la Xarxa de Natura 2000 per la Generalitat de Catalunya al 1993, 1997 i 2003 respectivament. A més ha rebut reconeixement internacional, declarada Lloc d'Interès Comunitari (LIC) per la Comunitat Europea el 2003 i Zona Humida d'Importància Internacional pel conveni de Ramsar, també al 2003.

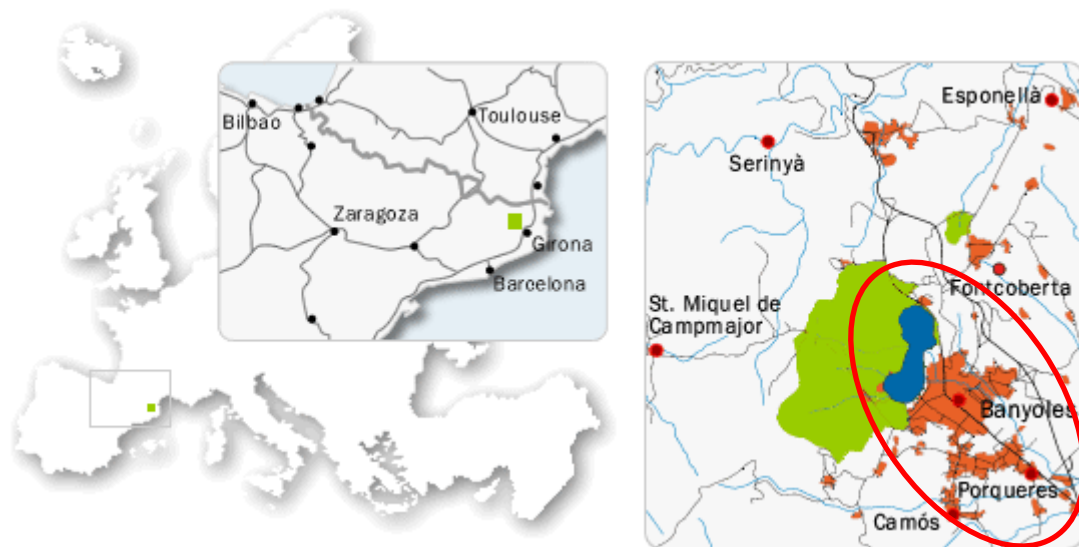


Figura 3. Mapa de la zona d'estudi, emmarcada en vermell. Extret de la web del Consorci de l'Estany.

Les zones humides que conformen la zona lacustre de l'estany de Banyoles són: el propi estany de Banyoles com a massa principal d'aigua, les basses que envolten l'estany (can Morgat al nord-oest de l'estany, la bassa dels Amaradors al nord, la bassa de can Cisó i l'estanyol Nou a l'oest, l'estanyol del Vilar al sud-oest i, al sud, l'estanyol d'en Montalt, l'estanyol petit d'en Montalt i l'Estanyol de la Cendra), els diversos canals de sortida d'aigua de l'estany i finalment el riu Terri des de Banyoles, on s'anomena riera Canaleta, i s'uneix amb els canals de sortida d'aigua de l'estany fins a Borgonyà, a la unió amb la riu Matamors.

La zona presenta dues meitats ben diferenciades: la sud molt urbanitzada, on els canals i la riera Canaleta travessen el nucli urbà de Banyoles i la nord més naturalitzada i ben preservada on trobem el bosc de can Morgat i la zona dels amaradors, tot i que també presenten una elevada afluència de visitants.

La vegetació present a l'Estany i les llacunes està composta majoritàriament per vegetació hidròfila de canyissar (*Typho-Schoenoplectetum glauci*) i canyissars torbosos dominats per mansega (*Cladium mariscus*; *Soncho maritimi-Cladietum marisci*) que formen un cinturó a tot el perímetre de l'estany, amb comunitats de plantes submergides i vegetació hidròfita flotant

de llacs i aigües eutròfiques. En els terrenys inundables dels voltants de les llacunes i l'Estany es formen comunitats herbàcies de *Magnocaricion elatea* i a les zones emergides però humides praderies de *Molinio-Holoschoenion*. La part no urbanitzada de l'estany presenta una zona recuperada de boscos al·luvials de *Alnus glutinosa* i *Fraxinus exelsior* i boscos en galeria de *Salix alba* i *Populus alba*. A les zones més seques hi podem trobar també boscos constituïts per alzinars i pinedes mediterrànies de pi blanc (*Pinus halapensis*) i pi pinyer (*Pinus pinea*) (Consorti de l'estany, 2017).

Dins l'àrea d'estudi s'hi poden trobar nombroses fonts d'aliment aptes per la llúdriga, com diverses espècies de peix (Taula 1), invertebrats com el cranc de riu americà (*Procambarus clarkii*), amfibis, petits mamífers i aus.

Taula 1. Poblament de peixos a l'estany de Banyoles. S'assenyala la data més probable d'introducció i les abundàncies, que es classifiquen de la manera següent: MR) Molt rara; R) Rara; A) Abundant; MA) Molt abundant. Les espècies emmarcades en vermell són les més susceptibles a formar part de la dieta de la llúdriga per grandària o abundància (Zamora i Pou-Rovira, 2003)

Estatus biogeogràfic	Espècie	Data introducció	Abundància
Autòctones	<i>Anguilla anguilla</i> (anguila)	–	R
	<i>Barbus meridionalis</i> (barb de muntanya)	–	MR
	<i>Squalius cephalus</i> (bagra)	–	R
	<i>Salapia fluviatilis</i> (bavosa de riu)	–	MA
Introduïdes	<i>Cyprinus carpio</i> (carpa)	1910-1916	A
	<i>Carassius auratus</i> (carpí)	1952	R
	<i>Rutilus rutilus</i> (madrilleta vera)	1964?	A
	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (gardí)	1910-1916	A
	<i>Gambusia holbrooki</i> (gambúsia)	1952	MA
	<i>Lepomis gibbosus</i> (peix sol)	1910-1916	MA
	<i>Micropterus salmoides</i> (perca americana)	1965-1967	MA
	<i>Perca fluviatilis</i> (perca)	Abans 1989	MA
	<i>Sander lucioperca</i> (sandra o luciperca)	1995?	R
	<i>Mugil cephalus</i> (llisa llobarrera)	1998	MR
<i>Liza ramada</i> (llisa calua)	1998	MR	
<i>Esox lucius</i> (luci)	1954	MR	
Reintroduïdes	<i>Tinca tinca</i> (tenca)	1991-1995 ^[2]	MR
	<i>Ameiurus melas</i> (peix gat) ^[1]	1991-1995 ^[2]	MR

Metodologia

Dieta de la llúdriga

La composició de la dieta s'ha realitzat a partir de l'anàlisi d'excrements (Erlinge, 1967; Beja, 1996_a). Aquests han estat recollits entre el maig i juny del 2017 (n=47) i les mostres restants, cedides pel Consorci de l'Estany, han estat recollides al juliol i agost del 2006 i al maig del 2008 (n=12). Les mostres, un cop recollides, han estat guardades en pots i congelades per la seva posterior anàlisi.

Per analitzar la composició dels excrements han estat tractats individualment amb una solució amb sabó neutre durant 90 minuts per facilitar la separació i després han sigut passats per un sedàs de 0,7mm de llum per tal de recuperar les parts dures que no han estat digerides. S'ha procedit a deshidratar les restes a temperatura ambient i més tard s'ha analitzat el contingut sota la lupa binocular.

El cranc ha estat identificat fins a nivell d'espècie (*Procambarus clarkii*) a partir de les parts dures del seu exosquelet. El peix ha estat identificat fins a nivell de família emprant la clau d'identificació de Escala i Miranda (2002) i emprant les escates i els ossos faringis (Figura 4). Els amfibis i rèptils s'han agrupat dins una mateixa categoria quan s'han trobat restes d'ossos i la presència de mamífers i aus no ha estat confirmada degut a l'absència de pèl o plomes en els excrements analitzats. Cada presa determinada a l'excrement determina la seva ocurrència.



Figura 4. Exemples d'escata (esquerra) i os faringi (dreta) emprats en la identificació fins a nivell de família dels diferents rastres de peix trobats als excrements.

La composició de la dieta s'ha expressat com la freqüència relativa d'ocurrència (FRO) de cada ítem. Hi ha anàlisis crítics sobre la utilització d'aquest mètode (Carss i Parkinson, 1996; Jacobsen i Hansen, 1996), que han mostrat que la FRO no és el millor mètode per avaluar la dieta de la llúdriga, portant a sobreestimar les preses de mida mitja i a subestimar les de mida gran i petita. Amb tot i això, Jacobsen i Hansen (1996) troben que la similitud dels resultats obtinguts entre aquells a partir de la FRO i altres de més acurats és d'entre el 80% i el 90%

(Índex de Similitud de Renkonens). Així, sent el mètode més usat per la literatura (Clavero *et al.*, 2003; Beja, 1996_a; Blanco-Garrido *et al.*, 2007; Prigioni *et al.*, 2006) i, per tant, més comparable, s'ha considerat el mètode apropiat. El càlcul per a l'obtenció de la FRO és:

$$FRO = \frac{\text{Nombre d'ocurrències d'un determinat ítem}}{\text{Nombre d'ocurrències de tots els ítems de preses}} \times 100$$

Posteriorment s'ha realitzat una comparació de la FRO mitjançant un test d'independència amb chi-quadrat amb la dieta mitja de les llúdrigues de la conca mediterrània, extreta de l'estudi de 16 articles dut a terme per Clavero *et al.* (2003), i amb les FRO obtingudes dels excrements del 2006 per determinar com ha evolucionat la dieta de la llúdriga al llarg dels últims anys.

Finalment s'ha realitzat el càlcul de la diversitat tròfica emprant l'índex de Shannon (H') a partir dels resultats obtinguts de FRO segons el càlcul següent:

$$H' = - \sum p_i \cdot \ln(p_i)$$

On p_i és la proporció de cada categoria.

Dades de distribució i freqüència d'ús d'hàbitat

Per la determinació de la distribució espacial i l'ús d'hàbitat, s'han mostregat un total de 93 punts a tota l'àrea d'estudi, sempre en zones limítrofes a masses d'aigua, recs o rieres. A cada punt de mostreig s'ha fet una cerca visual de rastres i excrements de llúdriga durant 10 minuts, per tal d'estandarditzar l'esforç de mostreig.

Per analitzar quines variables estan relacionades amb la freqüència d'ús d'hàbitat s'ha realitzat una matriu de correlacions entre les diferents variables ambientals i el nombre d'excrements com a quantificació de la freqüència d'ús de l'hàbitat. El fet de que les dades no hagin presentat una distribució normal, ha comportat la utilització de l'índex de Spearman per la realització de la correlació.

Fototrampeig

Atès que la llúdriga és una espècie poc abundant i difícil d'observar, s'ha volgut confirmar la seva presència mitjançant la tècnica de fototrampeig. Aquesta consisteix en la instal·lació a zones de pas de càmeres que permeten la detecció dels animals gràcies a sensors de moviment i tenen la possibilitat de gravació de vídeo en condicions de poca llum gràcies a la presència d'infraroigs. De desembre de 2016 a juny de 2017 s'ha monitoritzat l'activitat de les llúdrigues i la mastofauna emprant càmeres remotes que són usades habitualment per la detecció d'espècies salvatges (Burton *et al.*, 2015). Específicament, s'ha emprat 4 càmeres del model Bushnell Trophy Cam i 4 càmeres del model Browning Trail camera.

S'ha ubicat les càmeres en zones de ribera, al voltant de les llacunes situades a la meitat nord de l'estany de Banyoles (llacunes de Can Morgat i els Amaradors) i seguint el curs del Terri. S'han ubicat només en aquestes zones degut a la dificultat de trobar llocs adequats en les

zones dels canals i per evitar possibles manipulacions de les càmeres. Aquestes han estat actives durant períodes d'entre 10 i 15 dies en 25 ubicacions diferents. A cada ubicació, la col·locació de les càmeres s'ha realitzat entre 0,5 i 1 m per sobre el terra, en troncs d'arbres. Quan ha sigut possible, s'ha posat esquer a uns 2 m de les càmeres o vandalisme. L'esquer utilitzat ha consistit en una combinació de tonyina i trossos de corda vegetal impregnada amb oli de peix i fixada al terra o a un tronc proper. En general l'ús d'atracients olfactius no modifica l'activitat de la fauna i únicament orienta a l'individu que es troba a la zona d'influència de la càmera a passar per davant de l'objectiu per tal d'aconseguir el seu enregistrament i millorar-ne la identificació (Hodder *et al.*, 2017) (Figura 5).



Figura 5. Exemple d'ubicacions de les càmeres emprades pel fototrampeig.

Les càmeres han estat configurades per obtenir vídeos de 30 segons i, quan ha sigut possible, una combinació de 3 imatges i vídeo de 30 segons (Figura 6).



Figura 6. Exemple d'imatges extretes dels vídeos realitzats per les càmeres, amb contactes positius de llúdrigues.

Anàlisi estadístic

L'anàlisi estadístic s'ha realitzat emprant dos programes diferents, Rstudio i Oriana (Kovach Computing Services, Ltd.). El primer ha estat usat per la realització dels càlculs dels tests d'independència en l'anàlisi de la dieta i per la realització de la matriu de correlacions de Spearman en l'anàlisi de les dades de distribució i ús de l'hàbitat. El segon s'ha fet servir per la realització de l'estudi de l'activitat, incloent els histogrames circulars de l'activitat dels mamífers, el test de Rayleigh per determinar si la distribució de les hores d'activitat presenta un patró o són aleatòries i el test U^2 , el qual permet comparar les hores d'activitat entre les diferents espècies i determinar si el patró que mostren és el mateix.

Criteris ètics o de sostenibilitat

La llúdriga és un animal protegit i vulnerable que actualment s'està recuperant. En aquest estudi s'ha dissenyat el mostreig per tal de malmetre el mínim possible el medi on viu i intentar sempre no perjudicar a aquesta espècie. S'han utilitzat mètodes no invasius, com la col·locació de càmeres o el seguiment dels moviments, la distribució i l'anàlisi de la dieta a partir de la recerca de rastres. D'aquesta manera s'ha evitat utilitzar mètodes de captura, molt més invasius i perjudicials pels exemplars manipulats.

Resultats

Anàlisi de la dieta de la llúdriga

La categoria principal de la dieta de la llúdriga a la zona estudiada és el cranc, representant un 55% de la dieta al 2006-08 i un 73% al 2017, mostrant un increment de consum del cranc (Figura 7). S'observa que aquest increment en el consum de cranc coincideix amb la disminució en el de peix, mentre que el consum d'amfibis es manté constant. També cal mencionar, que del total de peix ingerit per la llúdriga en els excrements del 2017, un 42% correspon a la família dels centrarchids, un 25% a la família dels ciprínids i la resta no ha pogut ser identificat fins a nivell de família (33%).

Al comparar les dues mostres amb un test d'independència, aquest mostra que les proporcions de consum dels ítems depenen de l'any, mostrant diferències significatives entre les mostres analitzades.

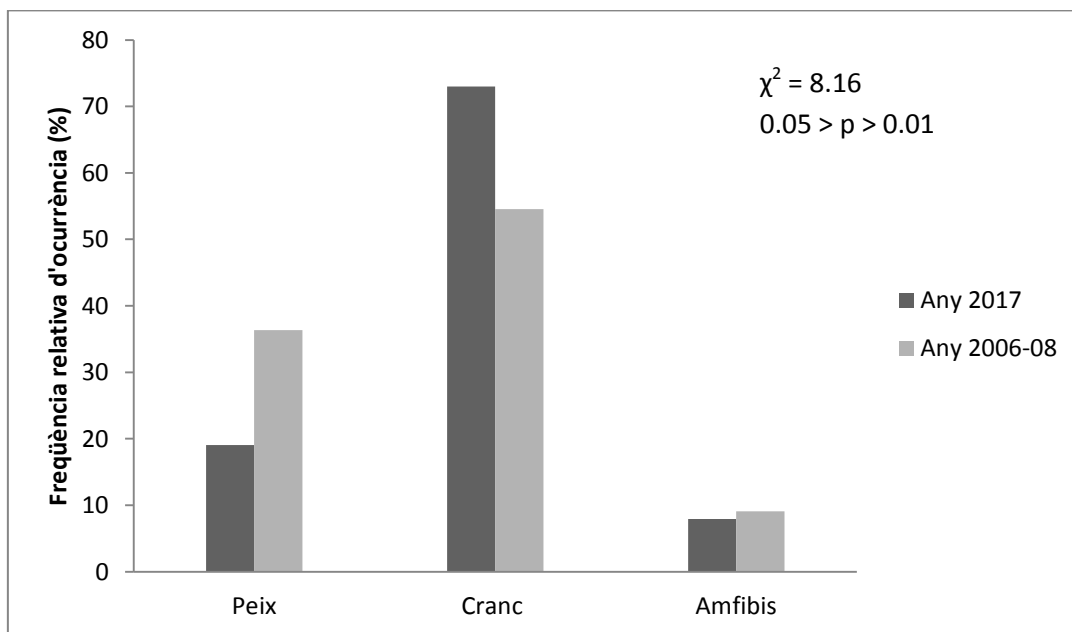


Figura 7. Histograma de la freqüència relativa d'ocurrència (%) de cada ítem dels dos períodes mostrejats, del 2006 al 2008 i al 2017. Es mostra a la part superior el resultat del test d'independència Chi-quadrat i el valor de p.

Al comparar la composició de la mostra del 2017 amb la composició mitja de la dieta en clima mediterrani extreta de Clavero *et al.* (2003), a on obté la dieta mitjana de les llúdrigues a partir de l'anàlisi de 16 estudis diferents de poblacions en ambients mediterranis, s'observa com les llúdrigues estudiades presenten una composició molt diferent, amb un consum molt elevat de cranc respecte la mitjana i un consum molt baix de peix (Figura 8).

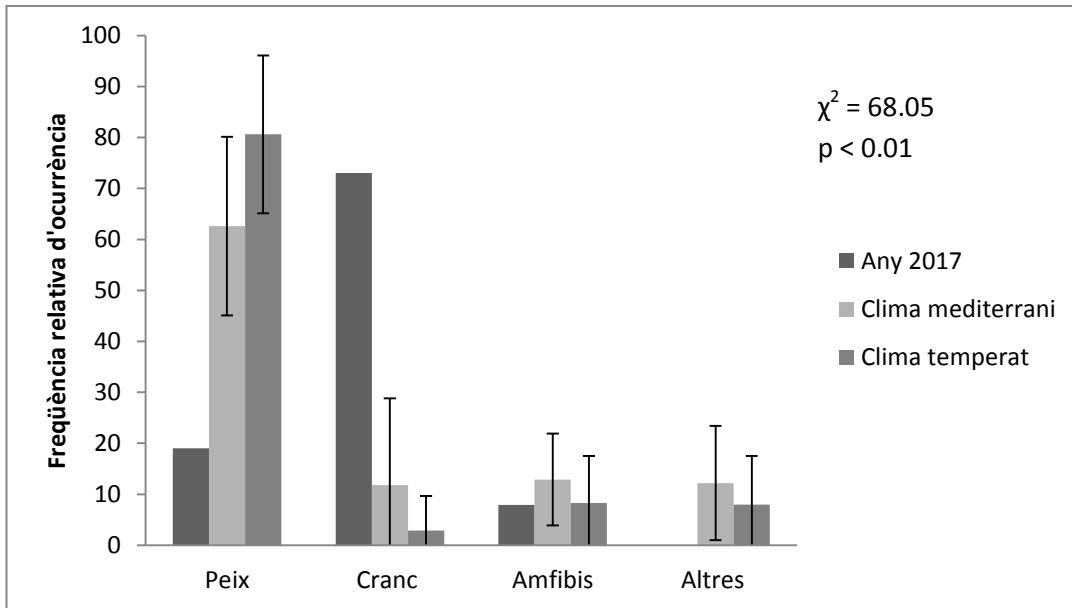


Figura 8. Histograma on es mostra la freqüència relativa d'ocurrència(%) dels diferents ítems per les mostres estudiades de l'any 2017 i les mitjanes obtingudes de l'estudi de Clavero et al., (2003). La categoria altres inclou mamífers, ocells i invertebrats aquàtics (exceptuant el cranc) que no es trobaven presents a la mostra d'estudi. El valor de χ^2 i de p corresponen al test d'independència realitzat entre la mostra del 2017 i les dades de clima mediterrani.

També s'ha obtingut el valor de l'índex de diversitat tròfica de Shannon (H') amb un valor per la dieta del 2017 de $H' = 0,75$ i per la mostra de 2006-08 de $H' = 0,91$. Aquests valors es troben per sota de la mitja de les dietes de clima mediterrani ($H' = 0,98 \pm 0,28$) i per sobre del valor mitjà de dietes de climes temperats ($H' = 0,62 \pm 0,35$) (Clavero et al., 2003).

Mapa de distribució i freqüència d'ús d'hàbitat

El mapa obtingut de la distribució de la llúdriga a la zona lacustre de l'estany de Banyoles, ens mostra un patró de distribució irregular, amb zones on la llúdriga no hi és present. La màxima presència es troba ubicada a la zona del bosc de can Morgat (Nord-oest) i al Terri a la zona pròxima a Borgonyà (Figura 9).

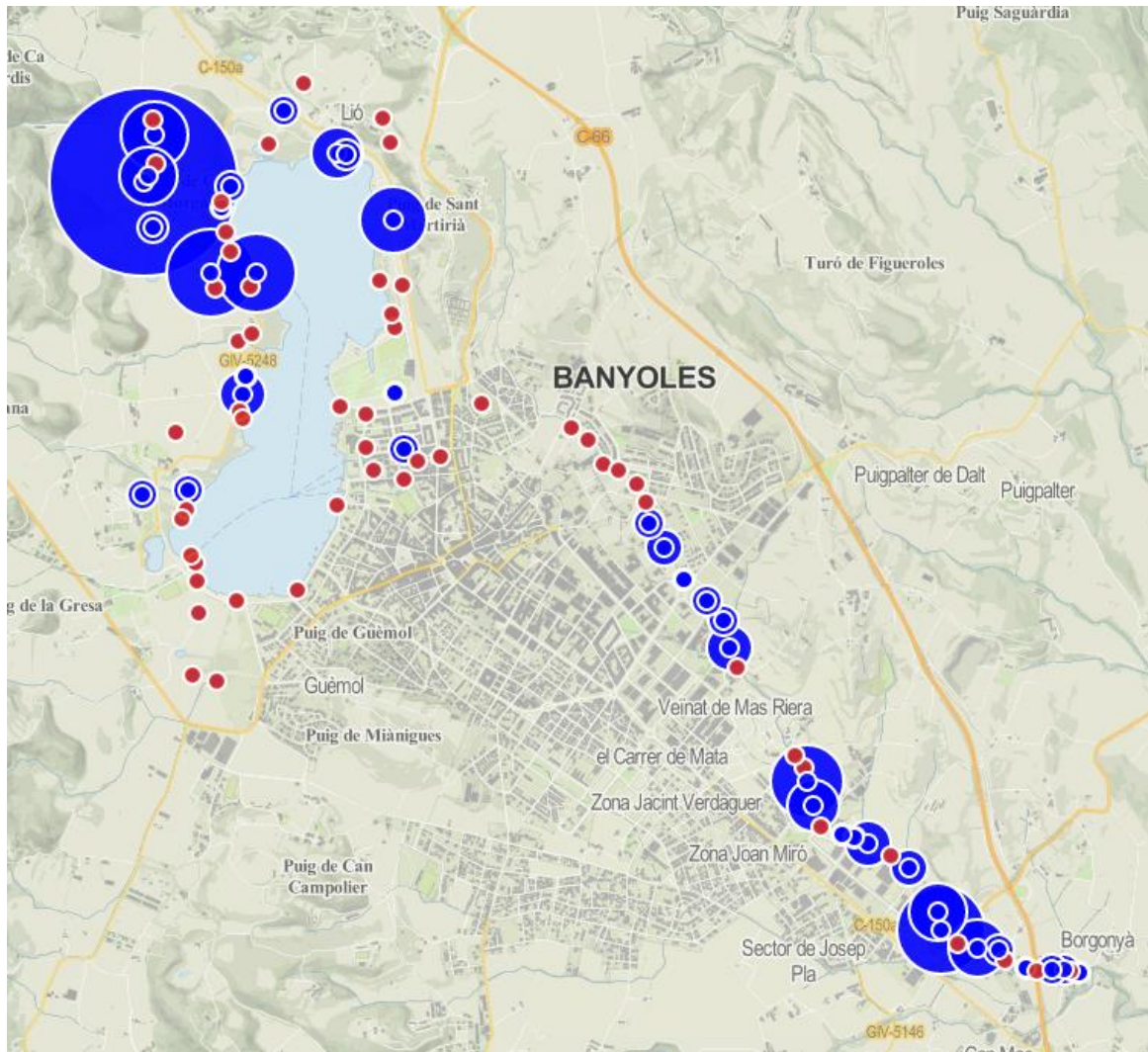


Figura 9. Mapa de distribució i freqüència d'ús de l'habitat a partir de les mostres d'excrements trobades en la realització dels mostrejos. Els cercles vermells indiquen mostrejos negatius i els blaus positius. La mida del cercle és proporcional al nombre d'excrements trobats. La mida màxima de cercle es correspon a una mostra de n=24 excrements.

La presència de llúdriga a la zona més urbanitzada és excepcional, trobant pocs excrements als canals de sortida d'aigua de l'estany que passen pel mig del nucli de Banyoles i cap mostreig positiu a la zona sud de l'estany. Pel que fa al Terri, el nombre més elevat d'excrements trobats es correspon a la zona que transcorre des de Borgonyà en direcció a l'estany, i va disminuint fins a acabar desapareixent els rastres de llúdriga al seu pas per l'avinguda de la Farga.

Per intentar determinar quines variables ambientals causen aquest efecte, s'ha realitzat una matriu de correlacions, entre les variables ambientals i el nombre d'excrements trobats (Taula 2).

Taula 2. Resum dels resultats obtinguts de la matriu de correlacions. El valor de Spearman es correspon al valor de correlació entre el nombre d'excrements i la variable ambiental mesurada.

Variablen	Valor Spearman
Distància a la carretera més pròxima	0.566
Distància a una massa d'aigua	-0.096
Distància a l'Estany de Banyoles	-0.056
Distància a la C-66	0.036
Distància a la massa forestal més pròxima	-0.263
Distància al nucli urbà	0.153
Distància a zona habitada	0.385

Taula 3. Grau de relació segons el coeficient de correlació. Extreta de Barrera, 2014 i modificat de Sampieri i Collado, 1998.

RANGO	RELACIÓ
-0.91 a -1.00	Correlaci3n negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlaci3n negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlaci3n negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlaci3n negativa media
-0.01 a -0.10	Correlaci3n negativa d3bil
0.00	No existe correlaci3n
+0.01 a +0.10	Correlaci3n positiva d3bil
+0.11 a +0.50	Correlaci3n positiva media
+0.51 a +0.75	Correlaci3n positiva considerable
+0.76 a +0.90	Correlaci3n positiva muy fuerte
+0.91 a +1.00	Correlaci3n positiva perfecta

A partir del grau de relaci3 i els valors dels coeficients de correlaci3 obtinguts de l'índex de Spearman, entre les variables mesurades i el nombre d'excrements (Taula 3), obtenim una relaci3 positiva considerable a la distància a la carretera més pròxima i una relaci3 positiva mitja a la distància a la zona habitada més pròxima. També s'observa una relaci3 negativa mitja entre la distància a la massa forestal més pròxima. És a dir, es troben més excrements quan més allunyats ens trobem de les carreteres i zones habitades i més pròxims a zones de cobertura forestal.

Patró d'activitat

El fototrampeig és un mètode no selectiu que permet enregistrar diferents espècies. A partir dels enregistraments, s'ha pogut determinar la composici3 de la comunitat de vertebrats terrestres (especialment mamífers) a la zona d'estudi. Els resum dels resultats de les captures dutes a terme mitjançant càmeres es mostra a la taula 4. Per la realitzaci3 de l'estudi del patró d'activitat només s'ha tingut en compte els mamífers amb més de 15 contactes.

Taula 4. Contactes de tots els animals capturats amb el fototrampeig. Les categories de rosegadors i ocells inclouen diverses espècies.

Nom comú	Nom científic	Contactes
Rosegadors		110
Porc senglar	<i>Sus scrofa</i>	26
Llúdriga	<i>Lutra lutra</i>	19
Visó americà	<i>Neovison vison</i>	18
Geneta comuna	<i>Genetta genetta</i>	7
Cabirol	<i>Capreolus capreolus</i>	5
Guineu	<i>Vulpes vulpes</i>	4
Gos	<i>Canis lupus familiaris</i>	3
Fagina	<i>Martes foina</i>	2
Toixó	<i>Meles meles</i>	2
Gat	<i>Felis catus</i>	1
Ocells		171

Els resultats de l'estudi del patró d'activitat de la llúdriga i els mamífers presents en l'àrea d'estudi durant el període comprès entre desembre de 2016 a juny de 2017, mostren un patró d'activitat crepuscular i nocturn de la llúdriga (Rayleigh Test, $P < 0,001$), amb una activitat molt elevada a partir de les 18h i fins les 7h. Aquest patró es repeteix en les espècies de senglar i rosegadors (Rayleigh Test, $P < 0,001$), mentre que el visó mostra un patró d'activitat diürn i nocturn o aleatori (Rayleigh Test, $P > 0,05$) (Figura 10).

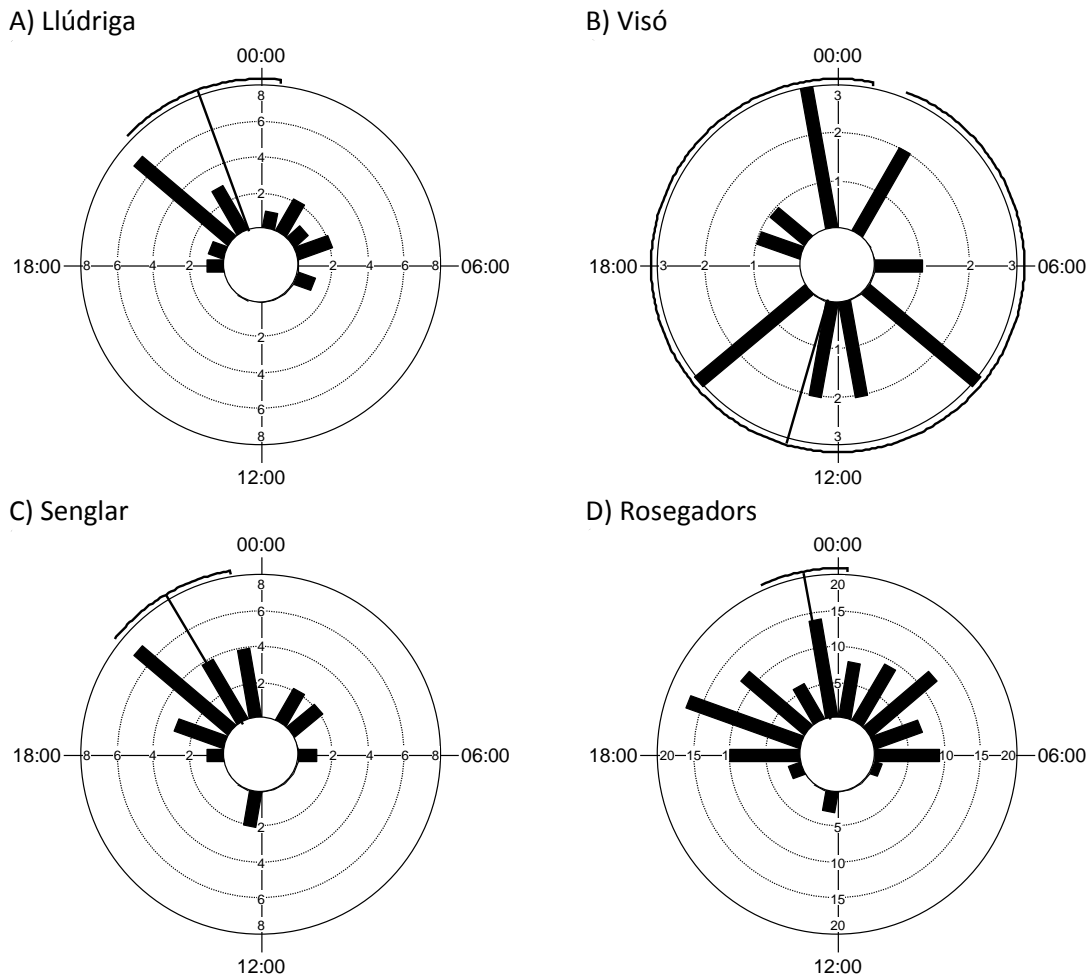


Figura 10. Histogrames circulars on s'observa la freqüència de contactes a cada hora, la mitjana i la desviació de les espècies en què s'ha analitzat el patró d'activitat. La categoria rosegadors engloba diferents espècies, degut a la dificultat per determinar fins a nivell d'espècie.

Per determinar si el patró que mostren les diferents espècies són iguals o presenten diferències s'ha realitzat el test U^2 , que permet comparar-les per parelles. El test confirma un patró d'activitat sense diferències significatives entre llúdriga, rosegadors i senglar (U^2 test, $P > 0,05$), amb una activitat crepuscular i nocturna, i el visó mostra un patró d'activitat diferent a la resta (U^2 test, $P < 0,05$), mostrant activitat a qualsevol hora del dia i, aparentment, sense cap preferència.

Discussió

Especialització de la dieta de la llúdriga a Banyoles

A la zona lacustre de l'estany de Banyoles les llúdrigues mostren una dieta on el cranc de riu americà s'ha establert com a font principal d'aliment i a on també s'ha observat un increment del seu consum al llarg dels anys. A més, el peix i els amfibis apareixen en proporcions molt petites. Aquest consum tan elevat de cranc es relaciona amb una baixa disponibilitat de preses natives, com alguns ciprínids i les anguiles, que són escassos a la zona lacustre de Banyoles (Zamora i Pou-Rovira, 2003) i que en condicions de captivitat s'ha vist que són les preses preferides (Erlinge, 1968). És més, la zona més concorreguda per la llúdriga es correspon a les llacunes de Can Morgat on la disponibilitat de peix és pràcticament nul·la al ser basses temporànies i on el cranc americà hi és present en grans quantitats (Consorti de l'Estany, 2003), sobretot gràcies a la seva capacitat de colonització de noves àrees i a sobreviure a èpoques de sequera (Delibes and Adrián, 1987; Beja, 1996_a).

Aquest fet es pot veure accentuat per l'època de recollida de les mostres, als estius de 2006, 2008 i 2017, que és quan el cranc presenta més activitat i està més disponible. Així, tot i presentar una ingesta inferior d'energia comparat amb el peix (Beja 1996_a; Ruiz-Olmo i Jiménez, 2009), la ràtio cost-benefici en alimentar-se d'aquesta presa pot ser favorable (Almeida *et al.*, 2012) durant aquesta època de l'any i, concordant amb la teoria de l'aprovisionament òptim (Schoener, 1971), les llúdrigues prefereixen alimentar-se de crancs per sobre d'altres, disminuint la diversitat tròfica i l'amplada de nínxol (Beja, 1996_a), com s'ha vist respecte a altres estudis realitzats en climes mediterranis (Clavero *et al.*, 2003).

Partint de que les llúdrigues estan limitades per l'aliment a l'estiu en ambients mediterranis (Ruiz-Olmo *et al.*, 2001; Ruiz-Olmo i Jiménez, 2009), la gran abundància de cranc de riu americà durant l'època d'escassetat ha permès l'expansió de l'àrea ocupada i la supervivència d'aquestes poblacions de llúdrigues (Beja, 1996_a). Tot i l'aparent benefici que suposa que s'alimentin d'espècies al·lòctones, pot suposar problemes de conservació. Aquesta gran especialització de la llúdriga en una única presa pot comprometre la viabilitat de l'espècie si la presa de la que depenen, el cranc de riu americà, de cop esdevé escassa com a conseqüència, per exemple, d'una epidèmia. Aquest fet ja ha succeït en altres espècies de depredadors molt especialitzats, com el linx ibèric (*Lynx pardinus*) o l'àguila imperial espanyola (*Aquila adalberti*), on les poblacions han patit fortes davallades al patir una gran disminució de la principal font d'alimentació (Ferrer i Negro, 2004).

Així doncs, una disminució de la població de cranc de riu americà pot provocar canvis importants en l'alimentació de la població de llúdrigues de Banyoles on, a més, les poblacions de peixos autòctons preferides per la llúdriga com l'anguila (*Anguilla anguilla*), el barb de muntanya (*Barbus meridionalis*) i la bagra (*Squalius cephalus*) es troben molt poc abundants (Zamora i Pou-Rovira, 2003).

Anàlisi de la distribució de la llúdriga

Utilitzant les dades d'aquest treball, es pot extreure que la població de llúdrigues a la zona d'estudi i durant l'època estival no es troba estesa a totes les llacunes i zones amb aigua al voltant de l'estany, amb dues zones principals a on hi realitza més activitat: la zona baixa del Terri i la zona del bosc de Can Morgat. No ha estat possible determinar si aquesta distribució desigual amb dues zones amb molta activitat es deu a que hi ha dues poblacions diferenciades de llúdriga o per contra és la mateixa població que presenta molta mobilitat i té preferència per aquests dos llocs.

Aquesta distribució i ús d'hàbitat de la llúdriga es pot atribuir a les característiques del terreny. A Espanya la presència de llúdriga s'ha correlacionat positivament a la cobertura de vegetació de la ribera i l'extensió de vegetació natural a l'entorn i negativament amb la pol·lució, nivells de perturbacions, canvis en la ribera i cultius (Adrian *et al.*, 1985). A més, també s'ha observat a nivell europeu una relació negativa entre el percentatge de contactes positius i la densitat de la població (Mason i Macdonald, 1986_b). Aquests fets concorden amb els resultats obtinguts de les correlacions, on la presència de carreteres i zones habitades afecten negativament a la quantitat de rastres trobats i la cobertura forestal es relaciona positivament.

El fet de no trobar rastres a la zona sud, es pot veure explicat també per l'alta activitat humana que hi és present, juntament amb una baixa disponibilitat de zones on realitzar els caus. Aquest fet ha estat observat per Melquist i Hornocker (1983), on la llúdriga canadenc (*Lutra canadensis*) mostra un grau de tolerància major als humans quan té refugis adequats, normalment proporcionat per la vegetació de ribera. Resultats similars han estat obtinguts per Macdonald i Mason (1982), Elliot (1983), Green *et al.* (1984) i Prenda *et al.* (2001) per la llúdriga euroasiàtica.

Aquests fets mostren la necessitat de conservar els ambients on conviuen la llúdriga i els humans amb una bona cobertura de vegetació de ribera i intentant alterar el mínim possible el medi, així com minimitzar els efectes de la població com són la contaminació dels cursos fluvials o els efectes dels conreus.

Patró d'activitat

L'activitat de la població de llúdrigues mostra un patró crepuscular i nocturn. Aquest patró s'ha observat en altres poblacions i és considerat el patró normal de la llúdriga euroasiàtica (Ruiz-Olmo, 2017). Aquest resultat són similars als obtinguts per Beja, P. (1996_b), on fa un seguiment de les llúdrigues per ràdio-seguiment i obté que la llúdriga destina el temps de llum durant el dia al descans i, durant la nit, 45min després de la posta del sol, inicia el període d'activitat destinat a la caça i altres ocupacions.

Sembla ser que el fet que la població de llúdrigues de la zona lacustre de l'estany de Banyoles es trobi ubicada en una zona molt urbanitzada i amb molta pressió humana no ha comportat canvis en el seu patró d'activitat. Això pot ser degut a que al tractar-se d'un animal de caràcter nocturn la interacció que hi ha amb els humans és limitada i, per tant, no presenta la necessitat de canvis en el seu patró d'activitat per evitar-ne el possible contacte.

Conclusions

- This study provides detailed information about how otter have adapted their trophic niche to the spread of the red swamp crayfish in the lake system of Banyoles. We found that otters have largely incorporated this species into their diet, which was likely a substitutional prey and has become the main food resource during the summer period.
- The distribution is focused in the more natural zones, the area of Can Morgat forest and the Terri River.
- From the results, it follows that a conservation plan for the study zone should suggest an improvement of the riparian habitat in those sections that could be used as corridors for the movement of the individuals, like the channels and the Canaleta brook.
- It's important to undertake actions like the recovery and conservation of the natural space of Can Morgat forest, which is the centre of otter population activity.
- The activity pattern of the otter population in the study zone principally is nocturnal and crepuscular.
- Otter population of the study zone is in vulnerable situation because of possible changes in the main source prey in summer periods, the red swamp crayfish, and also due to the lack of conservation and loss of the riparian habitat.

This information is relevant to the conservation and management of Banyoles biodiversity and healthy populations of Eurasian otters, as heavy specialisation on a single prey can compromise the survival of this population if red swamp crayfish suddenly becomes scarce.

Agraïments

Agraeixo a l'Ajuntament de Banyoles per la cessió dels permisos per poder realitzar els mostrejos, al Consorci de l'estany per les mostres cedides d'anys anteriors i a l'associació Limnos per les dades del seu seguiment anual de llúdrigues. També agrair al Dr L. Zamora per la supervisió i l'ajuda durant el projecte i a L. Clapés per l'ajuda en el treball de camp i suggeriments en les primeres versions del manuscrit.

Bibliografia

- Adrian, M. I., & Delibes, M. (1987). Food habits of the otter (*Lutra lutra*) in two habitats of the Doñana National Park, SW Spain. *Journal of Zoology*, 212(3), 399-406.
- Adrián, M.I., Wilden, W., Delibes, M. (1985). Otter distribution and agriculture in Southwestern Spain. *Transactions of the International Union of Game Biologists* 7: 519–526.
- Almeida, D. i Copp, G. H., Masson, L., Miranda, R., Murai, M., & Sayer, C. D. (2012). Changes in the diet of a recovering Eurasian otter population between the 1970s and 2010. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 22(1), 26-35.
- Barrera, M. A. M. (2014). Uso de la correlación de Spearman en un estudio de la intervención en fisioterapia. *Revista Movimiento Científico*, 8(1), 98-104.
- Beja, P. (1996_a). An Analysis of Otter *Lutra lutra* Predation on Introduced American Crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian Streams. *The Journal of Applied Ecology*, 33(5), p.1156.
- Beja, P. (1996_b). Temporal and spatial patterns of rest-site use by four female otters *Lutra lutra* along the south-west coast of Portugal. *Journal of Zoology*, 239(4), pp.741-753.
- Blanco-Garrido, F., Prenda i J. and Narvaez, M. (2007). Eurasian otter (*Lutra lutra*) diet and prey selection in Mediterranean streams invaded by centrarchid fishes. *Biological Invasions*, 10(5), pp.641-648.
- Blas Aritio, L. (1964). *Estudio de la distribución de algunas alimañas españolas incluidas en la clase mamalia*. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Montes Caza y Pesca Fluvial.
- Brooks, R. P., Serfass, T. L., Triska, M. i Rebelo, L. M. (2011). Ramsar Protected Wetlands of International Importance as Habitats for Otters. In *Proceedings of XIth International Otter Colloquium, IUCN Otter Spec. Group Bull. B* (Vol. 28, pp. 47-63).
- Burton, A.C., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J.T., Bayne, E. i Boutin, S. 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *J. Appl. Ecol.* 52(3): 675–685
- Cars, D. N. i Parkinson, S. G. (1996). Errors associated with otter *Lutra lutra* faecal analysis. I. Assessing general diet from spraints. *Journal of Zoology*, 238(2), 301-317.
- Clavero, M. i Garcia-Berthou, E. (2006). Homogenization dynamics and introduction routes of invasive freshwater fish in the Iberian Peninsula. *Ecological Applications*, 16(6), 2313-2324.
- Clavero, M., Prenda i J. and Delibes, M. (2003). Trophic diversity of the otter (*Lutra lutra* L.) in temperate and Mediterranean freshwater habitats. *Journal of Biogeography*, 30(5), pp.761-769.
- Consorci de l'estany. (2003). *Seguiment de la població de cranc de riu americà (Procambarus clarkii) a l'Estany*. [online] Disponible a: <http://www.consorcidelestany.org/filearchive/e22c135ca175b35bb77dc88b1a03a93d.pdf> [Accés 18 Jul. 2017].
- Consorci de l'estany. (2017). *Hàbitats d'interès comunitari*. [online] Disponible a: <http://www.consorcidelestany.org/index.php?hAbitats-dinterAs-comunitari> [Accés 8 Jul. 2017].

- Correia, A. M. (2001). Seasonal and interspecific evaluation of predation by mammals and birds on the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae) in a freshwater marsh (Portugal). *Journal of zoology*, 255(4), 533-541.
- Delibes, M. i Adrián, I. (1987). Effects of crayfish introduction on otter *Lutra lutra* food in the Doñana National Park, SW Spain. *Biological Conservation*, 42(2), 153-159.
- Delibes, M. i Rodríguez, A. (1990). La situación de la nutria en España: una síntesis de los resultados. *La nutria*, 157-167.
- Delibes, M., Macdonald, S. i Mason, C. (1991). Seasonal marking, habitat and organochlorine contamination in otters (*Lutra lutra*): a comparison between catchments in Andalucía and Wales. *Mammalia*, 55(4).
- Elliot, K. M. (1983). The otter (*Lutra lutra* L.) in Spain. *Mammal Review*, 13(1), 25-34.
- Erlinge, S. (1967). *Food Habits of the Fish-otter, Lutra Lutra L., in South Swedish Habitats; Sammandrag P^o a Svenska*. Svenska Jägareförbundet.
- Erlinge, S. (1968). Food studies on captive otters *Lutra lutra* L. *Oikos*, 259-270.
- Escala, M. i Miranda, R. (2002). Guía de identificación de restos óseos de los Ciprínidos presentes en España. Escamas, opérculos, cleitros y arcos faríngeos.
- Ferrer, M. i Negro, J. J. (2004). The near extinction of two large European predators: super specialists pay a price. *Conservation Biology*, 18(2), 344-349.
- Foster-Turley, P., Macdonald, S. i Mason, C. (1990). *Otters: an action plan for their conservation*. IUCN/AAC Otter Specialist Group. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
- Green, J. (1984). A radio-tracking survey of otters *Lutra lutra* on a Perthshire river system. *Lutra*, 27, 85-145.
- Habsburgo-Lorena, A. S. (1983). Socioeconomic aspects of the crawfish industry in Spain. *Freshwater Crayfish*, 5, 552-554.
- Hodder, D. P., Larsen, K. W. i Crowley, S. M. (2017). The role of environmental variables and sympatric meso-carnivores on the detection and occupancy of American mink during winter. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy*, 28(1).
- IUCN. (2017). *Lutra lutra (Common Otter, Eurasian Otter, European Otter, European River Otter, Old World Otter)*. [online] Disponible a: <http://www.iucnredlist.org/details/12419/0> [Accés 18 Jul. 2017].
- Jacobsen, L. i Hansen, H. M. (1996). Analysis of otter (*Lutra lutra* L.) spraints to estimate prey proportions: A comparison of methods through feeding experiment. *J. Zool*, 238, 167-180.
- Macdonald, S. i Mason, C. (1985). Otters, their habitat and conservation in Northeast Greece. *Biological Conservation*, 31(3), pp.191-210.
- Macdonald, S.M. i Mason, C. F. (1982). The otter *Lutra lutra* in central Portugal. *Biological conservation*, 22(3), 207-215.
- MacDonald, S.M. i Mason, C. F. (1994). *Status and conservation needs of the otter (Lutra lutra) in the western Palaearctic* (Vol. 67). Council of Europe.
- Mason, C. F. i Macdonald, S. M. (1986_a). *Otters: ecology and conservation*. Cambridge University Press.
- Mason, C. F. i Macdonald, S. M. (1986_b). Levels of cadmium, mercury and lead in otter and mink faeces from the United Kingdom. *Science of the total environment*, 53(1), 139-146.
- Melquist, W. E. i Hornocker, M. G. (1983). Ecology of river otters in west central Idaho. *Wildlife monographs*, 3-60.

- Prenda, J., López-Nieves, P. i Bravo, R. (2001). Conservation of otter (*Lutra lutra*) in a Mediterranean area: the importance of habitat quality and temporal variation in water availability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 11(5), 343-355.
- Prigioni, C., Balestrieri, A., Remonti, L., Gargaro, A. i Priore, G. (2006). Diet of the Eurasian otter (*Lutra lutra*) in relation to freshwater habitats and alien fish species in southern Italy. *Ethology Ecology & Evolution*, 18(4), pp.307-320.
- Ruiz-Olmo, J. (1985). *Distribución requerimientos ecológicos y alimentación de la nutria (Lutra lutra L., 1758) en el NE de la Península Ibérica* (Doctoral dissertation, Tesis de Licenciatura. Universidad de Barcelona).
- Ruiz-Olmo, J. (2001). Pla de conservació de la llúdriga a Catalunya: biologia i conservació. *Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya*.
- Ruiz-Olmo, J. (2017). Nutria – *Lutra lutra*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Barja, I. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Ruiz-Olmo, J. i Delibes, M. (1998). La nutria en España ante el Horizonte del año 2000. SECEM
- Ruiz-Olmo, J. i 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.). *European Journal of Wildlife Research*, 55(2), 133.
- Saavedra, D. i Sargatal, J. (1998). Reintroduction of the otter (*Lutra lutra*) in northeast Spain (Girona Province). *Galemys*, 10, 191-199.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B. i Pérez, M. D. L. L. C. (1998). *Metodología de la investigación* (Vol. 1). México: Mcgraw-hill.
- Schoener, T. W. (1971). Theory of feeding strategies. *Annual review of ecology and systematics*, 2(1), 369-404.
- Zamora, L. i Pou-Rovira, Q. (2003). Noves introduccions i poblament actual de peixos a l'estany de Banyoles. *GEA, FLORA ET FAUNA*, pp.136-139.