

Títol del treball:

Estudi de la dieta del duc (*Bubo bubo*) al Baix Empordà

Estudiant: Albert Compañia Sabrià

Grau en Biologia

Correu electrònic: albertcs10@gmail.com

Tutor: Josep Maria Bas Lay

Cotutor*:

Empresa / institució: Universitat de Girona

Vistiplau tutor (i cotutor*):

Nom del tutor: Josep Maria Bas Lay

Nom del cotutor*:

Empresa / institució: Universitat de Girona

Correu(s) electrònic(s): josep.bas@udg.edu

*si hi ha un cotutor assignat

Data de dipòsit de la memòria a secretaria de coordinació: 30/05/2020

Estudi de la dieta del duc (*Bubo bubo*) al Baix Empordà

Albert Compañà Sabrià

Tutor: Dr. Josep M. Bas Lay

30 de maig del 2020

Universitat de Girona

Facultat de Ciències



Autora:
Rosa Matesanz

Aquest treball no hagués estat possible sense l'ajuda de gent entusiasta i enamorada de la natura. Gràcies a tots.

ÍNDIX

INTRODUCCIÓ.....	4
OBJECTIVES	7
MATERIAL I MÈTODES.....	8
Àrea d'estudi i territoris seleccionats.....	8
Recollida de mostres.....	9
Determinació de la dieta	10
Estudi dels hàbitats del domini vital.....	11
Anàlisi de la relació entre hàbitats i dieta	11
RESULTATS I DISCUSSIÓ.....	12
Composició de la dieta i aportació de biomassa	12
Hàbitats del domini vital del territori i la seva relació amb la dieta	18
CRITERIS ÈTICS I DE SOSTENIBILITAT.....	22
CONCLUSIONS	23
AGRAÏMENTS.....	24
BIBLIOGRAFIA	25

Abstract

The diet of the eagle owl, *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758), has been studied in Europe and the Iberian Peninsula, but less studied in Catalonia. The principal prey in the Iberian Peninsula is the rabbit, whereas in Catalonia this one has lower importance and it is complemented with the rat. Some studies demonstrate variations in the diet because of the habitats that compose the home range. The objective of the study is to analyse the diet of the eagle owl to know its composition and the contribution of the biomass. Also, to determine if there are relations with the home range/hunting area (25 km²) of the territories. The methodology used to determine the diet has been a collection of the prey remains in the nest, obtaining the historic diet of the nesting season. It has been collected samples of six different territories (3 coastal and 3 inland) in Baix Empordà region, Catalonia. The diet is based principally in mammals (57,9%) and birds (41,3%), with a low representation of amphibians and reptiles. The prey that has been more hunt is *Rattus* sp. with a 40,2%, followed by *Columba* sp. (15,0%), *Erinaceus europaeus* (7,7%), Fam. *Corvidae* (5,9%), *Oryctolagus cuniculus* (5,8%) and small passerines (4%). Related to the biomass contribution of the preys, *Rattus* sp. is the highest with a 29,2%, followed by *Erinaceus europaeus* (22,6%), *Columba* sp. (17,8%), *Oryctolagus cuniculus* (11,6%) and Fam. *Corvidae* (4,9%). No solid conclusions have been drowned about the variation of the diet according to the proximity to the sea. It has been concluded that in the studied territories there is a diet variation in function of the home range habitats. There is an increment of hedgehogs in forestry areas, and an increment of rabbits and red-legged partridge in crops and scrubs zones. This study will contribute to the knowledge for the conservation of the eagle owl, a species that is considered an indicator of a healthy ecosystem due to the role of the top predator.

Key words: *Bubo bubo*, eagle owl, diet, diet variation, home range, habitat, spatial influence

Resum

L'alimentació del duc, *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758), ha estat força estudiada tant en l'àmbit europeu com peninsular, però poc estudiada a nivell català. Es coneix que a la península Ibèrica la presa principal de la dieta és el conill, en canvi a Catalunya aquest perd importància i, sobretot, es complementa amb la rata. S'ha demostrat una influència dels hàbitats del domini vital en la dieta. L'objectiu d'aquest estudi és analitzar la dieta del duc per veure la seva composició, l'aportació de biomassa, i determinar si existeixen relacions amb l'hàbitat del domini vital/àrea de caça (25 km²) dels territoris. La metodologia utilitzada per a la determinació de la dieta ha estat la recol·lecció de restes del niu, i així obtenir la dieta històrica de l'època de nidificació. S'han recollit mostres a sis territoris diferents (3 litorals i 3 interiors) situats a la comarca del Baix Empordà, Catalunya. La dieta es basa principalment en mamífers (57,9%) i ocells (41,3%), amb una escassa representació d'amfibis i rèptils. Les preses més capturades són *Rattus* sp. amb un 40,2%, seguit de *Columba* sp. (15,0%), *Erinaceus europaeus* (7,7%), Fam. *Corvidae* (5,9%), *Oryctolagus cuniculus* (5,8%) i passeriformes petits (4%). En quant a l'aportació de biomassa de les preses, *Rattus* sp. en continua aportant més amb un 29,2%, seguit de *Erinaceus europaeus* (22,6%), *Columba* sp. (17,8%), *Oryctolagus cuniculus* (11,6%) i Fam. *Corvidae* (4,9%). No s'han pogut extreure conclusions sòlides de si la dieta del duc es veu modificada per la proximitat al mar, i la influència excloent d'aquest sobre els territoris de nius costaners. S'ha comprovat que en els territoris estudiats hi ha una variació de la dieta en funció dels hàbitats del domini vital, amb un increment d'eriçó en zones boscoses, i un augment de conill i perdiu en conreus i matollars. Aquest estudi contribuirà en el coneixement per a la conservació del duc, una espècie considerada un indicador de la bona qualitat de l'ecosistema degut al seu paper de gran depredador.

Paraules clau: *Bubo bubo*, duc, alimentació, variacions en la dieta, domini vital, hàbitats, influència espacial

Resumen

La alimentación del búho real, *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758), ha sido estudiada tanto a nivel europeo como peninsular, pero poco a nivel catalán. Se conoce que la presa principal en la península Ibérica es el conejo, en cambio en Cataluña este pierde importancia complementándose con la rata. Se ha demostrado la influencia del hábitat del dominio vital de un territorio sobre las variaciones en la dieta. El objetivo de este estudio es analizar la dieta del búho real para ver su composición, la aportación en biomasa, y determinar si hay la existencia de relaciones con el hábitat del dominio vital/área de caza (25 km²) de los territorios. La metodología utilizada para la determinación de la dieta ha sido la recolección de restos del nido, obteniendo así la dieta histórica del periodo de nidificación. Se han muestreado seis territorios diferentes (3 litorales y 3 interiores) situados en la comarca del Baix Empordà, Cataluña. La dieta se basa principalmente en mamíferos (57,9%) y aves (41,3%), con una escasa representación de anfibios y reptiles. Las presas más capturadas son *Rattus* sp. en un 40,2%, seguido de *Columba* sp. (15,0%), *Erinaceus europaeus* (7,7%), Fam. *Corvidae* (5,9%), *Oryctolagus cuniculus* (5,8%) y passeriformes pequeños (4%). En cuanto a la aportación en biomasa de las presas, *Rattus* sp. continúa aportando más con un 29,2%, seguido de *Erinaceus europaeus* (22,6%), *Columba* sp. (17,8%), *Oryctolagus cuniculus* (11,6%) y Fam. *Corvidae* (4,9%). No se han podido extraer conclusiones sólidas si la proximidad del mar influye en la dieta del búho real, por lo tanto, se excluye este factor. Se ha comprobado que en los territorios estudiados hay una variación de la dieta en función de los hábitats del dominio vital, con un incremento de erizo en zonas forestales, y un aumento de conejo y perdiz en cultivos y matorrales. Este estudio ayudará al conocimiento para la conservación del búho real, una especie considerada un indicador de buena calidad del ecosistema debido a su papel de gran depredador.

Palabras clave: *Bubo bubo*, búho real, alimentación, variaciones en la dieta, dominio vital, hábitats, influencia espacial

INTRODUCCIÓ

L'estudi dels rapinyaires nocturns és molt important per a la seva conservació, però ho dificulten els hàbits nocturns i la seva capacitat de passar desapercebuts. En les històries populars, sempre han estat considerats ocells de malastruc, éssers misteriosos, plens de terror, guanyant-se una mala reputació. Aquest fet ha comportat que, fruit del desconeixement, històricament l'espècie hagi desaparegut de molts llocs degut a la persecució humana. Per això, conèixer aquests reis de la nit és molt important per tal de poder continuar gaudint-los.

A finals del segle XX, es van realitzar un gran nombre d'estudis sobre la biologia del duc i la seva dieta, aportant molta informació, encara que en l'àmbit català se n'han publicat pocs. El seus hàbits nocturns dificulten el seu estudi. Es poden utilitzar diverses metodologies, per exemple, a partir del seu cant quan defensen el territori (Zuberogoitia & Campos, 1998), o amb anàlisis d'egagròpiles o restes òssies per determinar la seva dieta (Pérez, 1978). Actualment, el desenvolupament de les noves tecnologies, com la utilització d'emissors GPS, obre les portes a noves maneres d'estudiar aquesta espècie tan esquiva. Una espècie amb una gran importància ecològica, situada en un dels esgraons superiors de la xarxa tròfica, sent un indicador de la qualitat de l'hàbitat i el canvi ambiental.

El duc, *Bubo bubo* (Linnaeus, 1758), pertany a la classe *Aves*, a l'ordre *Strigiformes* i a la família *Strigidae*. És el rapinyaire nocturn més gran d'Europa (60-75 cm), amb una envergadura alar de 138 a 170 cm que determina un dimorfisme sexual marcat, on la femella és més gran que el mascle. És una espècie essencialment crepuscular (vesprada i albada) i nocturna. Té una coloració críptica amb tons marronosos clars i foscos, les potes cobertes de plomes, la gola blanca, els ulls taronges i dos plomalls com "orelles" a la part superior del cap (Fig. 1). El seu cant més freqüent és un profund "bú-hu" de llarg abast, més agut en les femelles, que es pot escoltar sobretot en l'època de pre-festeig i festeig, de novembre a febrer (Martínez & Zuberogoitia, 2003).



Figura 1. Mascle de duc defensant el seu territori. Mort el 4/02/2013 a causa d'una electrocució en una torre de baixa tensió. (Autora: Rosa Matesanz)

Es distribueix en bona part d'Euràsia, i s'estima que la població actual europea és de 18.500-30.300 parelles (BirdLife International, 2017b). A Catalunya (Fig. 2), està representada per la subespècie *Bubo bubo hispanus*, la qual es troba sobretot en ambients mediterranis i és més escassa a alta muntanya, amb uns 1.200-1.400 individus madurs amb les dades del 2012 (ICO, 2020).

És un ocell sedentari, els seus hàbitats preferits per nidificar són els espadats, balmes i penya-segats, situats des del nivell del mar fins a més de 2.000 m d'altitud. També pot nidificar en àrees obertes, maresmes, pedreres, boscos madurs, àrees urbanes, marges i ribes fluvials, fins i tot a terra (Cramp, 1985; Mikkola, 1983). Sol niar a recer de grans rocs o arbusts, on hi fa un petit clot, sovint entre restes òssies, egagròpiles i plomes dels altres anys (Folch i Guillèn, 1987). La ubicació del niu pot variar al llarg dels anys, amb l'existència d'1 a 5 nius dins el mateix territori, de manera que poden anar alternant-los (Epifanio *et al.*, 2006).

Per l'èxit reproductor, amb un valor de 2,09 individus al Baix Empordà (Ramot, no publicat), són importants uns hàbitats adequats dins l'àrea de caça, tant amb estructura com amb recursos tròfics. S'ha observat que en hàbitats mediterranis, sol nidificar en àrees de brolles alternades amb zones obertes, coincidint amb l'hàbitat preferit del conill, una de les seves principals preses (V. Penteriani *et al.*, 2001). L'estructura de l'hàbitat dins el domini vital dels exemplars i/o parelles, depèn de l'estatus social i edat dels exemplars. S'ha vist que, comparat amb els individus flotants, els reproductors utilitzen hàbitats més madurs caracteritzats per la presència d'arbres alts (Campioni *et al.*, 2012).

L'alimentació del duc ha estat força estudiada a Europa i també a la península Ibèrica (Amo & González, 1998; Hiraldo *et al.*, 1975; Pérez, 1978). És considerat un depredador generalista de vertebrats terrestres, on la presa més freqüent a la península Ibèrica és el conill (*Oryctolagus cuniculus*), acompanyada de la rata (*Rattus* sp.), configurant aproximadament la meitat de la seva dieta, seguit d'altres espècies de mamífers (ratolins, musaranyes, eriçons, esquirols, llebres...). En menor mesura també depreda sobre els ocells (Fig. 3); concretament sobre colúmbids (*Columba* sp.) i perdiu roja (*Alectoris rufa*), i en menor quantitat altres ocells (túrdids, passeriformes, rapinyaires, còrvids...). Altres grups com rèptils, amfibis, insectes i peixos són poc freqüents, en part perquè l'aportació de biomassa és baixa. Tot i així, la seva dieta sol presentar variacions en funció dels hàbitats de l'àrea de caça i/o domini vital, de la densitat de



Figura 3. Polls de duc al niu, envoltats de restes de la dieta. (Autora: Rosa Matesanz)

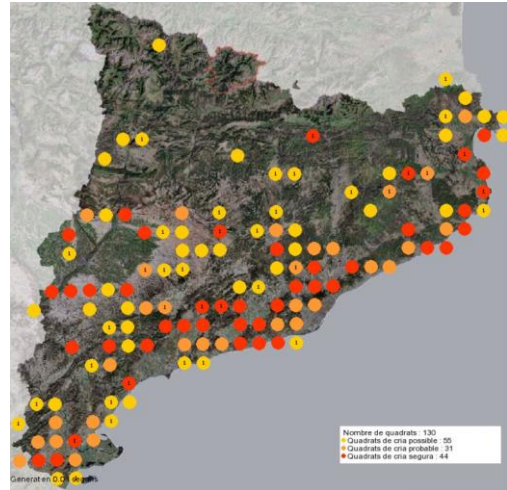


Figura 2. Distribució del duc a Catalunya en quadricules UTM 10x10, segons el Nou Atlas 2015-2018 (vermell: cria segura; taronja: cria possible; groc: cria probable). (Font: ICO, 2020)

preses, de variacions estacionals, i fins i tot de l'especialització dels individus, entre altres factors (Donazar, 1989; Van Valen, 1965). Així, l'estructura de l'hàbitat i la dieta afecten a la densitat, a l'èxit reproductor i al nombre de polls que tiren endavant. Aquestes variables augmenten quan els territoris es troben en zones amb una elevada població de conills, i disminueixen quan el duc ha de variar la seva dieta, tot i així mantenint les seves poblacions estables (Vincenzo Penteriani *et al.*, 2002).

La IUCN cataloga el duc dins la categoria LC (Least Concern), tot i així la població global està disminuint (BirdLife International, 2017a). Pel que fa a legislació més propera, la llei espanyola 42/2007 del Patrimoni Natural i de la Biodiversitat, el situa dins l'Annex IV, determinant que l'espècie ha de ser objecte de mesures de conservació especials respecte al seu hàbitat, amb la finalitat d'assegurar-ne la supervivència i reproducció en la seva àrea de distribució.

Hi ha diversos factors que amenacen aquesta espècie, com són les electrocucions en línies elèctriques, atropellaments (Fig. 4), ofegaments i col·lisions amb tancats. Altres factors són la persecució directa, la caça, l'enverinament, l'espoli d'ous o la captura d'individus; factors molt accentuats per la interacció que suposa el fet que les seves preses principals són cinegètiques (Martínez *et al.*, 2006).



Figura 4. Duc mort a causa d'un atropellament a la C-31. (Autora: Rosa Matesanz)

OBJECTIVES

The principal aim of this study is to know the diet of the eagle owl in the Baix Empordà region. Identify its principal and secondary preys and determine if there is a variation of his diet due to the habitat of the home range/hunting area.

To achieve this main objective, specific objectives have been defined:

- Determine the diet of the eagle owl in Baix Empordà.
- Identify differences in the diet between the coastal nests and the inland nests.
- Describe the habitats of the home range (hunting area) of the different territories.
- Relate the prey abundance according to the home range habitats.

Once time these objectives are being achieved, it will be possible to determine which zones of the hunting area they take advantage of. In this way, we could choose which management should be applied to reduce the mortality of the eagle owl. In short, with this study, we are going to obtain a greater knowledge of this species in the Catalan territory and improve the conservation of the species in this geographical area.

MATERIAL I MÈTODES

Àrea d'estudi i territoris seleccionats

L'àrea d'estudi s'emmarca a la comarca del Baix Empordà (701,8 km², Catalunya). En aquesta comarca, a partir del seguiment de la població del duc que coordina en Jaume Ramot, hi ha definits un total de 25 territoris actius en la temporada de nidificació 2019-2020. Aquests estan distribuïts bàsicament en 4 zones: als penya-segats i rocams del litoral, a l'interior del massís del Montgrí, a Ardenya-Cadiretes i al perímetre de les Gavarres (Ramot *et al.*, 2019).

La zona té un clima mediterrani suau i el seu paisatge és molt variat; s'hi troba la plana de l'Empordà, el massís calcari del Montgrí, el massís de les Gavarres majoritàriament silícic, el sector més septentrional de l'Ardenya-Cadiretes, les muntanyes de Begur, la Vall d'Aro, i una part del litoral abrupte de la Costa Brava. D'aquesta manera, la comarca presenta un ampli i variat mosaic de vegetació, alternant plana, matollars, boscos...

S'han escollit 6 territoris de duc diferents, els quals ja se'n tenia constància de cria en anys anteriors (Fig. 5), amb un rang d'altitud entre 25 i 324 msnm. Es poden dividir en dues categories: litorals (propers o a la mateixa línia de costa) i interiors (situats com a mínim a uns 5 km de la costa), amb 3 territoris a cada una. Aquesta divisió de territoris s'ha realitzat per veure si s'observen diferències en la dieta.

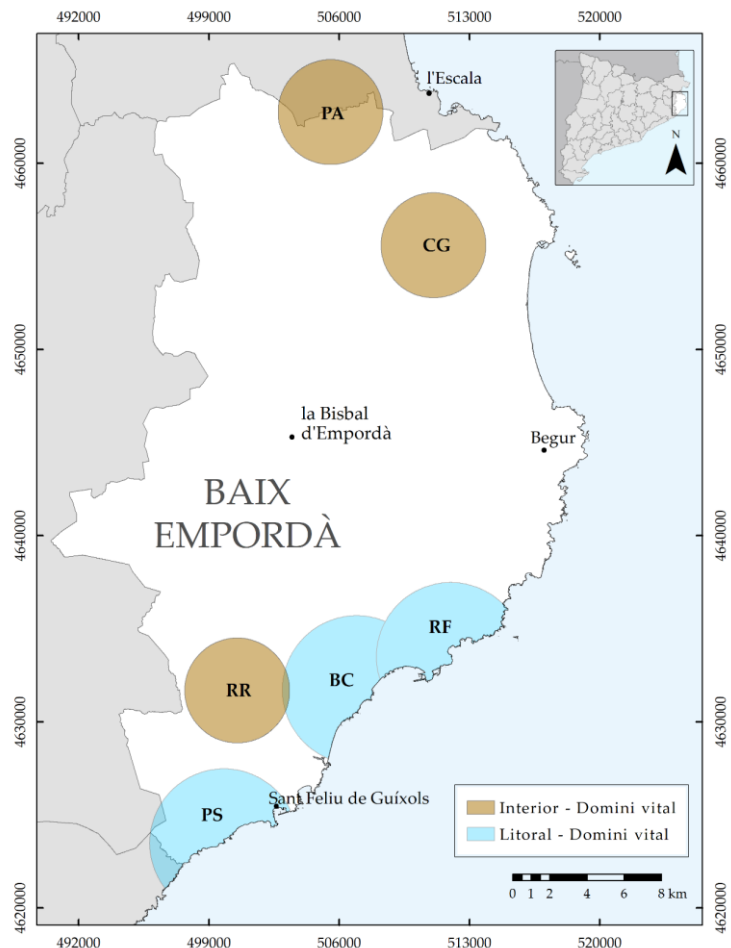


Figura 5. Mapa de la zona d'estudi amb els dominis vitals (25 km²) dels territoris de litoral (color blau) i interior (color marró), amb la codificació corresponent a cada territori. (Elaboració pròpia)

Degut al grau de protecció de l'espècie, per confidencialitat dels llocs de nidificació, s'ha realitzat una codificació per a cada territori (Taula 1).

Taula 1. Codificació dels territoris estudiats classificats segons si són d'interior o litoral, i la zona on es troben. (Elaboració pròpia)

Interior	Litoral
PA (plana de l'Empordà)	RF (Palamós)
CG (massís del Montgrí)	BC (Calonge - Platja d'Aro)
RR (massís de les Gavarres)	PS (Ardenya - Cadiretes)

Per a cada territori, s'ha establert un domini vital teòric de 25 km² en forma de cercle (José Antonio Martínez *et al.*, 2003), considerant que és l'àrea de caça del duc, que s'ha descrit com uns 10-20 km² (Haller, 1978; Mikkola, 1983). En el cas dels territoris litorals, com que part d'aquest domini teòric coincideix amb la zona marítima (34%-52%), es considerarà que el mar no s'utilitza com a àrea de caça. Per tant tots els territoris que presentin un solapament del domini vital superior al 25% sobre del mar, aquest es redimensionarà de tal manera que els 25 km² es trobin en superfície terrestre.

El fet de realitzar l'estudi en 6 territoris i no més, és degut a la dificultat que comporta la localització dels nius. Primer s'han de detectar els territoris, normalment realitzant escoltes en l'època de festeig, comprovar si és possible que hi hagi una parella, i posteriorment, des d'algun punt on hi hagi una visual de la zona, buscar la possible plataforma on estan criant. De vegades és molt complicat tenir una bona visual de les parets on cria, i per tant s'hi ha d'anar un cop acabada l'època de reproducció i fer una prospecció per la zona. Totes aquestes tasques comporten moltes hores de camp i dedicació, sumat al fet que cada any no crien a la mateixa plataforma.

Recollida de mostres

Per estudiar la dieta del duc, i en general altres rapinyaires, s'han utilitzat diversos mètodes com, l'observació directa, la recollida de restes i la d'egagròpiles (Real, 1996). Depenent de la metodologia utilitzada, la dieta presenta biaixos, fent que la menys esbiaixada sigui l'observació directa, però aquesta és poc factible per a l'estudi del duc degut als seus hàbits nocturns. Per tant, es requereixen mètodes indirectes, com l'anàlisi d'egagròpiles o restes, sent les egagròpiles les que configuren una imatge més real de la dieta (Marchesi *et al.*, 2002). Degut a la falta de temps per a la localització de posadors per a la recol·lecció de suficients mostres, i donat que dispersen espacialment molt més les egagròpiles que altres rapinyaires nocturns, no s'ha fet servir aquesta metodologia d'anàlisi. Finalment, s'ha utilitzat la recol·lecció de restes del niu, obtenint d'aquesta manera una radiografia de la dieta del duc en l'època de reproducció. Aquestes restes corresponen a l'alimentació dels polls i dels reproductors durant la incubació i les primeres setmanes de vida. Posteriorment, vora els 2-3 mesos d'haver nascut, els polls volanders ja no s'estan a la plataforma, sinó que es situen en posadors a prop dins la zona de cria (Donázar, 1988).

L'obtenció de les mostres s'ha realitzat seguint un mateix protocol una vegada s'ha accedit al punt de nidificació. Per accedir al niu per la recollida de mostres, s'ha fet de dues maneres depenent de l'accessibilitat. Si aquesta és senzilla, s'hi ha accedit a peu i han estat recollides per en Jaume Ramot. En canvi, si es troben en tallats, s'ha utilitzat la tècnica de treballs verticals baixant-hi amb cordes, recollint les mostres jo mateix (Fig. 6). Un cop a la plataforma, s'ha fet un escombrat del niu i el seu voltant de forma superficial, sense gratar gaire la terra per no obtenir mostres molt antigues. S'han recollit les restes òssies i guardat el material en bosses que posteriorment es congelen. Un cop s'acaba de mostrejar es torna a deixar el niu tal com s'havia trobat (Fig. 7 i Fig. 8).

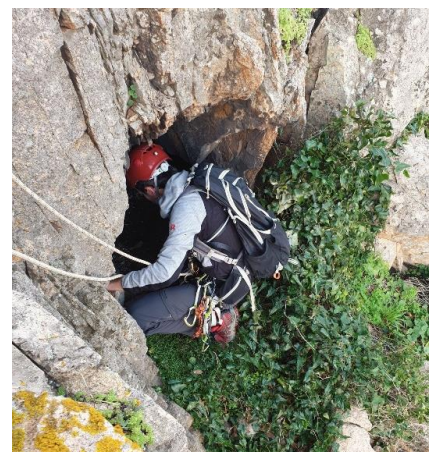


Figura 6. Baixada al niu amb la tècnica de treballs verticals, per a la recol·lecció de les mostres. (Autor: Jaume Ramot)

La recollida de les mostres s'ha realitzat des de l'octubre fins a la primera setmana de desembre del 2019. Excepte el territori PA, el qual s'ha mostrejat a principis de març del 2020, aprofitant la baixada al niu per realitzar l'anellament dels polls. Als nius escollits no s'hi ha realitzat cap recol·lecció prèvia, excepte el BC l'any 2014 i RR l'any 2015.



Figura 7. Niu abans de la recol·lecció. (Font: pròpia)



Figura 8. Niu després de la recol·lecció de les restes. (Font: pròpia)

Determinació de la dieta

Les mostres s'han portat i analitzat al laboratori del grup de recerca PECAT (Facultat de Ciències, Universitat de Girona). Una vegada la bossa descongelada, s'ha pesat tot el material recollit, i s'ha fet una selecció de les restes òssies separant-les del material no biològic (terra, branques...), calculant els pesos i volums parcials (Fig. 9). Si s'ha trobat alguna egagròpila, s'ha desfet, i les restes s'han inclòs dins la mostra general d'aquell niu. Posteriorment, les restes òssies s'han separat per tipologia d'os (Fig. 10), descartant les peces que degut al seu desgast o trencament, no s'han pogut determinar.

Per a la identificació de les espècies no s'han utilitzat totes les tipologies d'os; només aquelles tipologies que ens permeten la identificació específica i que són més abundants. Per als mamífers s'ha utilitzat el crani, la mandíbula, l'húmer, el cúbit, la pelvis, el fèmur i la tibia. En el cas dels ocells, el bec, l'húmer, l'ulna, el carpo-metacarp, el fèmur, el tibiotars i el tars-metatars. Tampoc no s'han tingut en compte les plomes trobades, per tal de no sobrevalorar la presència d'ocells.



Figura 9. Mostres del niu PS, separades per material no biològic (esquerra) i material biològic (dreta). (Font: pròpia)



Figura 10. Peces d'una mostra classificades en funció de la tipologia. (Font: pròpia)

A continuació, s'ha procedit a la identificació de les peces òssies seleccionades, amb col·leccions de referència de la Facultat de Ciències (Universitat de Girona) i material divers (Cohen & Serjeantson, 1996; Johnson, 2016; Rochester, 2015). En la majoria dels casos, s'ha arribat a determinar fins a nivell d'espècie, tot i que en alguns grups d'identificació més complexos s'ha determinat fins a nivell de gènere, família o ordre. Hi ha hagut peces que no s'han pogut identificar (NI), bàsicament ocells, degut a l'elevada diversitat d'aquest grup i a la no concordança amb el material consultat. Prèviament, i abans

de donar una tipologia per no identificada, s'ha consultat amb especialistes en osteologia de fauna salvatge (la Laura Roqué i la Societat Catalana d'Herpetologia). Per establir l'abundància de cada tàxon, s'ha utilitzat la peça més abundant d'aquell tàxon (Fig. 11) (Hiraldo *et al.*, 1975). Per identificar la composició d'unes restes de color rosat trobades al niu i poder determinar el seu origen, s'ha utilitzat el reactiu "AQUANAL™-plus phosphate (PO4)". El procés del triatge de les mostres i determinació de les espècies ha tingut una durada d'unes 150-200 hores (Fig. 12). Per determinar la diversitat de la dieta s'ha calculat l'índex H' de Shannon-Wiener, per així poder comparar amb diversos estudis similars de la península Ibèrica i esclarir la robustesa de les dades obtingudes.



Figura 11. Peces de mandíbula i crani de *Rattus sp.* d'una mostra. (Font: pròpia)



Figura 12. Identificació de les peces al laboratori. (Font: pròpia)

L'estimació de la biomassa s'ha assignat seguint els pesos donats per Mañosa (1991). En el cas que no s'haguessin assignat s'han consultat altres fonts (Atzori *et al.*, 2007; Marangoni *et al.*, 2008; Perrins, 1987). La contribució de cada espècie de presa sobre la biomassa total aportada en percentatge, s'ha calculat multiplicant el nombre d'individus de cada espècie per la biomassa estimada de l'espècie. No s'ha tingut en compte els ocells NI degut a la dificultat d'establir una biomassa per aquestes, ja que hi podria haver molta variabilitat de pes entre les espècies no identificades. En els conills s'ha tingut en compte l'edat d'aquests, establint 3 categories (adult, jove i llogoró), classificats mitjançant l'estat d'ossificació i mida de les restes més representatives, assignant un pes per a cada una.

Estudi dels hàbitats del domini vital

Per a obtenir les dades de vegetació dels diversos dominis vitals dels territoris, s'ha utilitzat el programari ArcGIS 10.7 (Esri, 2019), amb la cartografia dels hàbitats de Catalunya (CHC), la versió 2 (2018). Aquesta cartografia està basada en la interpretació i adaptació de la classificació d'hàbitats de la Unió Europea que proposa el document "CORINE Biotopes Manual". S'ha creat un punt corresponent a la localització del niu, i s'ha establert el domini vital amb la creació d'un "buffer" de 25 km². Un cop obtingut el "buffer", s'ha solapat amb la cartografia dels hàbitats obtenint els polígons de vegetació que es troben dins de cada domini vital, amb la superfície corresponent de cada polígon. S'han agrupat les categories de polígons més semblants per a reduir-ne el nombre. D'aquesta manera s'obté l'estructura de l'hàbitat del domini vital de cada territori, i per tant es té una representació de la seva àrea de caça.

Anàlisi de la relació entre hàbitats i dieta

Per trobar relacions entre els hàbitats i la dieta del duc, s'han realitzat correlacions de Pearson entre la superfície de cada hàbitat i l'abundància relativa de cada espècie, amb el programa d'anàlisi estadístic RStudio (2019). S'ha considerat que hi ha una correlació negativa o positiva entre aquestes dues variables amb un grau de significació del 90% i una R inferior a -0,75 o superior a +0,75, respectivament.

RESULTATS I DISCUSSIÓ

Composició de la dieta i aportació de biomassa

Per saber la composició de la dieta, s'ha partit de les mostres amb un pes total de 8.812 g entre el material biològic i no biològic. Alguns nius presentaven més material que altres, pel fet que es tracta de material històric, on s'han trobat ossos, plomes, pèl, restes vegetals... Un cop destriat el material biològic, amb un pes de 1.129 g, s'han utilitzat unes 1.900 peces per determinar les espècies presents i les abundàncies, sense poder identificar 74 peces. Els resultats obtinguts són que en el conjunt dels 6 territoris s'han trobat un mínim de 21 espècies, de les quals un 57,93% són mamífers, un 41,28% ocells, un 0,52% amfibis i un 0,26% rèptils (Taula 2).

En el conjunt dels 6 territoris, el gènere *Rattus* és el més depredat al Baix Empordà. La segona presa és el gènere *Columba*, representat per tudons i coloms roquers (i/o domèstics). La tercera espècie és l'erició comú (*Erinaceus europaeus*). La quarta i cinquena presa està disputada entre els còrvids (*Corvidae*) i el conill (*Oryctolagus cuniculus*). La resta d'espècies no superen el 4% de captures totals, excepte els passeriformes petits (Taula 2).

Taula 2. Abundància dels taxons en la dieta del duc, ordenats taxonòmicament (n=individus, %=percentatge sobre el total d'individus de la mostra), amb les corresponents mitjanes globals, dels territoris interiors i litorals. La nomenclatura NI, significa espècie "no identificada". (Elaboració pròpia)

Espècie	NIUS														Total x̄ %
	PA		Interior CG		RR		x̄ %	RF		Litoral BC		PS		x̄ %	
	n	%	n	%	n	%		n	%	n	%	n	%		n
Mamífers	88	75,9	38	59,4	24	35,8	57,02	10	50,0	50	65,8	49	61,3	58,85	57,93
<i>Rattus</i> sp,	52	44,8	24	37,5	12	17,9	33,41	8	40,0	43	56,6	35	44,3	46,96	40,19
<i>Apodemus sylvaticus</i>	6	5,2	1	1,6	0	0	2,24	0	0	1	1,3	0	0	0,44	1,34
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	15	12,9	1	1,6	1	1,5	5,33	0	0	0	0	1	1,3	0,42	2,88
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	14	12,1	6	9,4	3	4,5	8,64	1	5,0	1	1,3	2	2,5	2,95	5,79
adult	1	0,9	2	3,1	2	3,0	2,32	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0,00	1,16
jove	6	5,2	3	4,7	1	1,5	3,78	0	0,0	1	1,3	1	1,3	0,86	2,32
llorigó	7	6,0	1	1,6	0	0,0	2,53	1	5,0	0	0,0	1	1,3	2,09	2,31
<i>Erinaceus europaeus</i>	1	0,9	6	9,4	8	11,9	7,39	1	5,0	5	6,6	10	12,7	8,08	7,74
Ocells	28	24,1	23	35,9	43	64,2	41,42	10	50,0	26	34,2	31	39,2	41,15	41,28
<i>Columba</i> sp,	10	8,6	7	10,9	9	13,4	11,00	6	30,0	13	17,1	8	10,1	19,08	15,04
<i>Streptopelia</i> sp,	3	2,6	2	3,1	0	0	1,90	0	0	2	2,6	1	1,3	1,30	1,60
<i>Corvidae</i> (<i>Garrulus glandarius</i> / <i>Pica pica</i>)	3	2,6	3	4,7	13	19,4	8,89	1	5,0	1	1,3	2	2,5	2,95	5,92
<i>Corvus monedula</i>	0	0	1	1,6	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0,26
<i>Turdus</i> sp,	1	0,9	1	1,6	2	3,0	1,80	0	0	3	3,9	3	3,8	2,58	2,19
<i>Sturnus</i> sp,	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	1	1,3	2,09	1,04
Passeriformes petits	0	0	1	1,6	0	0	0,52	0	0	0	0	0	7,6	5,95	4,03
<i>Asio otus</i>	0	0	0	0	0	0	0,00	1	5,0	0	0	1	0	0	0,76
<i>Falco tinnunculus</i>	2	1,7	2	3,1	1	1,5	2,11	1	5,0	4	5,3	6	1,3	0,42	0,21
<i>Larus michahellis</i>	0	0	0	0	0	0	0,00	0	0	0	0	1	1,3	0,42	0,21
<i>Scolopax rusticola</i>	0	0	1	1,6	2	3,0	1,52	0	0	0	0	0	0	0	0,51
<i>Alectoris rufa</i>	0	0	1	1,6	1	1,5	1,02	0	0	0	0	0	0	0	0,84
Rallidae (Rallus)	4	3,4	1	1,6	0	0	1,67	0	0	0	0	0	0	0	0,26
<i>Anas platyrhynchos</i>	0	0	1	1,6	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0,26
NI	5	4,3	2	3,1	15	22,4	9,94	1	5,0	3	3,9	8	10,1	6,36	8,15
Rèptils - Gekkota	0	0	1	1,6	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0,26
Amfibis - Bufonidae	0	0	2	3,1	0	0	1,04	0	0	0	0	0	0	0	0,52
TOTAL	67	100	64	100	67	100	100	20	100	76	100	79	100	100	0,52

En canvi, pel que fa a l'aportació de biomassa en la dieta (Taula 3), la rata (*Rattus* sp.) és la presa que n'aporta més, seguit per l'eriçó, els tudons i coloms són els tercers, i a continuació el conill. El total d'aquests 4 taxons, conforma un 84,60% de l'aportació de la biomassa en la dieta del duc. La resta de grups, cadascun n'aporta menys d'un 3%, excepte els còrvids.

Taula 3. Aportació de biomassa dels taxons en la dieta del duc, ordenats taxonòmicament (g=grams, %=percentatge sobre l'aportació total de la mostra), amb les corresponents mitjanes globals, dels territoris interiors i litorals. (Elaboració pròpia)

Espècie	Pes (g)	NIUS										Biomassa Total		
		PA (g)	CG (g)	Interior (g)		Biomassa Interior (g) %		RF (g)	BC (g)	Litoral (g)		Biomassa Litoral (g) %	(g)	%
Mamífers						66,69						68,43		67,40
<i>Rattus</i> sp,	150	7800	3600	1800	13200	24,85	1200	6450	5250	12900	35,54	26100	29,19	
<i>Apodemus sylvaticus</i>	20	120	20	0	140	0,26	0	20	0	20	0,06	160	0,18	
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	20	300	20	20	340	0,64	0	0	20	20	0,06	360	0,40	
<i>Oryctolagus cuniculus</i>		5750	3750	2500	22,59	15,56	250	500	750	4,13	3,82	15,10	11,60	
adult	1000	1000	2000	2000	9,41	6,48	0	0	0	0,00	0,00	5,59	4,29	
jove	500	3000	1500	500	9,41	6,48	0	500	500	2,75	2,54	6,71	5,15	
llogó	250	1750	250	0	3,76	2,59	250	0	250	1,38	1,27	2,80	2,15	
<i>Erinaceus europaeus</i>	650	650	3900	5200	9750	18,35	650	3250	6500	10400	28,65	20150	22,53	
Ocells						33,21						31,57	32,55	
<i>Columba</i> sp,	300	3000	2100	2700	7800	14,68	1800	3900	2400	8100	22,31	15900	17,78	
<i>Streptopelia</i> sp,	140	420	280	0	700	1,32	0	280	140	420	1,16	1120	1,25	
<i>Corvidae</i> (<i>Garrulus glandarius</i> / <i>Pica pica</i>)	190	570	570	2470	3610	6,80	190	190	380	760	2,09	4370	4,89	
<i>Corvus monedula</i>	200	0	200	0	200	0,38	0	0	0	0	0,00	200	0,22	
<i>Turdus</i> sp,	90	90	90	180	360	0,68	0	270	270	540	1,49	900	1,01	
<i>Sturnus</i> sp,	90	0	0	0	0	0,00	90	0	90	180	0,50	180	0,20	
Passeriformes petits	20	40	40	20	100	0,19	20	80	120	220	0,61	320	0,36	
<i>Asio otus</i>	260	0	260	520	780	1,47	0	0	0	0	0,00	780	0,87	
<i>Falco tinnunculus</i>	240	0	0	0	0	0,00	0	0	240	240	0,66	240	0,27	
<i>Larus michahellis</i>	1000	0	0	0	0	0,00	0	0	1000	1000	2,75	1000	1,12	
<i>Scolopax rusticola</i>	300	0	300	300	600	1,13	0	0	0	0	0,00	600	0,67	
<i>Alectoris rufa</i>	450	1800	450	0	2250	4,24	0	0	0	0	0,00	2250	2,52	
<i>Rallidae</i> (<i>Rallus</i>)	120	0	120	0	120	0,23	0	0	0	0	0,00	120	0,13	
<i>Anas platyrhynchos</i>	1125	0	1125	0	1125	2,12	0	0	0	0	0,00	1125	1,26	
Rèptils - Gekkota	10	0	10	0	10	0,02	0	0	0	0	0,00	10	0,01	
Amfibis - Bufonidae	20	0	40	0	40	0,08	0	0	0	0	0,00	40	0,04	
TOTAL		20540	16875	15710	53125	100	4200	14940	17160	36300	100	89425	100	

Es coneix que a la península Ibèrica el conill és una espècie clau pel duc, ja que és una de les seves principals preses (Hiraldo *et al.*, 1975). A la zona estudiada s'ha trobat una depredació sobre el conill força baixa comparada amb diversos estudis (Amo & González, 1998; Real *et al.*, 1985). Aquest fet pot ser degut a la forta regressió que ha patit la població d'aquest lagomorf, degut a la mixomatosi i a la malaltia hemorràgica vírica. Aquesta disminució de preses, pot fer augmentar la competència pel recurs entre depredadors de la zona com és l'àguila cuabarrada (*Aquila fasciata*), amb una especialització en altres preses o una depredació més generalista sobre un ventall més ampli de preses. El baix percentatge

de conills, també podria ser degut a la metodologia utilitzada, ja que infravalora els mamífers i sobreestima els ocells en comparació amb l'estudi d'egagròpiles (Marchesi *et al.*, 2002), però tot i així, el percentatge continua sent més baix respecte del que es coneix en altres zones.

Com mostren els resultats (Taula 2), el duc realitza una selecció de talla a l'hora de depredar el conill, amb una depredació més alta sobre individus juvenils que adults (Fig. 13). Aquest fet concorda amb l'estudi de Donazar & Ceballos (1989), que comenta que en llocs on la densitat de conill no és molt elevada, el duc tendeix a seleccionar els conills juvenils, concentrant els seus esforços en llocs previsibles amb gran quantitat de juvenils, i així optimitzant el rendiment energètic. Això es pot veure reflectit en la biomassa de la dieta, ja que és més elevat l'aportació de talles juvenils que el de talles adultes o llorigons (Taula 3).



Figura 13. Poll de duc, amb un conill mort. (Font: pròpia)

En els territoris interiors, el conill té un pes més important, aquest juntament amb les rates arriben a una aportació del 44,29%. En canvi als litorals el conill és substituït per l'eriçó, arribant juntament amb les rates a un 64,19%. La baixa densitat del conill comentada, obliga al duc a completar la seva dieta amb espècies que aporten menys biomassa com rates, eriçons i també ocells de mida mitjana com colúmbids o còrvids (Martínez & Zuberogitia, 2001).

Pel que fa als percentatges elevats de depredació sobre rates (40,19%) (Fig. 14 i 15), és concordant amb el detectat en altres estudis amb baixa densitat de conill, com al Vallès i al Bages on troben un 49,72% de rata comuna (*Rattus norvegicus*), o al Penedès amb un 42,5% de *Rattus sp.* (Amo & González, 1998; Real *et al.*, 1985). Tot i no haver pogut identificar a nivell d'espècie *R. norvegicus* i *R. rattus*, donat que la major part dels ossos no ho han permès, un alt percentatge d'individus podrien ser de rata comuna, ja que és un rosegador molt comensal, força condicionat a la presència humana i a l'aigua. Unes característiques que són presents als territoris estudiats, com per exemple pedreres, urbanitzacions, conreus... En canvi la rata negra (*R. rattus*), és més petita, no forma nuclis poblacionals tan grans i densificats (Gosàlbez, 1987), i no acostuma a ser abundant en la dieta. Excepte en un estudi realitzat al massís del Garraf on s'hi ha trobat una elevada proporció, degut a una baixa densitat de rata comuna (Amo & González, 1998). També s'ha vist que el duc no sol fer una selecció de les rates segons la mida per una major aportació de biomassa (Zamorano *et al.*, 1986), fet que s'observa en la relació de mides diferents de les restes recollides (Fig. 16 i 17).

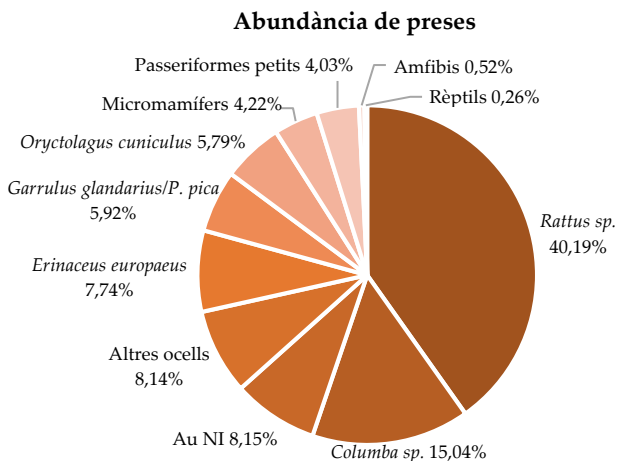


Figura 14. Gràfic sectorial de l'abundància de preses en percentatge. S'han agrupat les espècies d'ocells que presentaven menys d'un 3% a la categoria Altres ocells. (Elaboració pròpia)

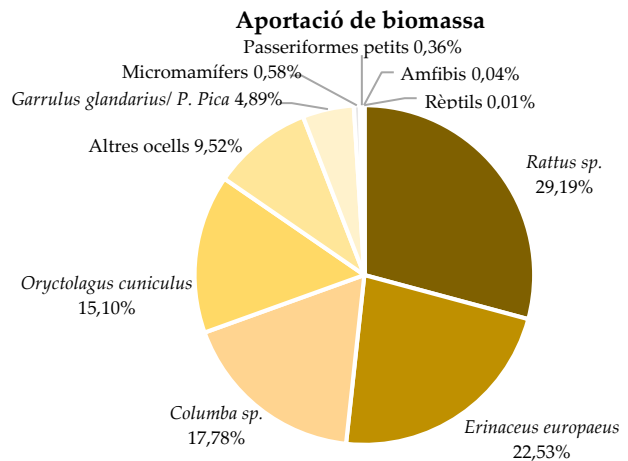


Figura 15. Gràfic sectorial de l'aportació de biomassa de les preses en percentatge. S'han agrupat les espècies d'ocells que presentaven menys d'un 3% a la categoria Altres ocells. (Elaboració pròpia)



Figura 16. Adult de duc alimentant els polls amb una rata.

(Font: Jaume Ramot)



Figura 17. Polls de duc al niu amb restes de rata.

(Autora: Rosa Matesanz)

Tant l'abundància de preses com l'aportació de biomassa d'altres mamífers més petits és insignificant, ja que la biomassa que aporta cada individu és molt baixa (Fig. 14 i 15). El que sí que es pot observar, és que en els nius litorals hi ha una representació quasi nul·la en comparació amb els d'interior d'aquestes preses més petites (Taula 2). Els territoris interiors presenten zones més obertes on hi ha major presència de talpó comú (*Microtus duodecimcostatus*), i on és més fàcil la captura del ratolí de bosc (*Apodemus sylvaticus*).

En canvi, l'eriçó comú, tot i haver desenvolupat les putes com una estratègia evolutiva per la protecció contra depredadors, és una de les espècies de substitució del conill. Tot i que l'abundància de preses d'eriçó (7,74%) és força baixa comparada amb la de rata (40,19%), l'eriçó aporta en biomassa un 22,53%, que s'acosta molt al que aporten les rates (29,12%) (Fig. 14 i 15). El motiu pel qual ha estat una presa substitutòria, podria ser per l'elevada biomassa de cada individu i per la seva activitat nocturna. No s'ha observat una diferència significativa entre els nius d'interior i els litorals.

Els ocells conformen un 40% de la dieta del duc (Fig. 18), aportant una tercera part de la biomassa total. Representa una elevada proporció en comparació amb altres estudis de la zona amb percentatges del 15-20% i que va augmentant a mesura que augmenta la latitud, degut a l'absència de mamífers aprofitables (Hiraldo *et al.*, 1975). Com ja s'ha comentat, també han estat part de la substitució del conill, sobretot el grup dels colúmbids i en menor part els còrvids. S'ha pogut observar una variació en els territoris litorals, amb una disminució de còrvids, i augment de colúmbids en comparació a l'interior, probablement degut a un augment de zona forestal. No s'ha detectat un elevat percentatge de perdiu roja (*Alectoris rufa*) com la detectada al centre de la península Ibèrica (Hiraldo *et al.*, 1975), ja que en la majoria dels territoris la seva presència és nul·la, excepte els territoris CG i PA pel fet que són zones més obertes i seques, amb vegetació baixa; uns hàbitats que afavoreixen a la perdiu.

La variació entre litoral i interior de les espècies que tenen percentatges baixos és força elevada, fent que els que es troben en una zona, no es troben a l'altre, i viceversa; només *Streptopelia sp.*, *Turdus sp.* i passeriformes petits els trobem representats tant al litoral com a l'interior. Els d'interior presenten espècies com *Asio otus*, *Corvus monedula*, *Scolopax rusticola*, *Alectoris rufa*, Fam. Rallidae, *Anas platyrhynchos*; en canvi els litorals hi ha espècies com *Falco tinnunculus*, *Larus michahellis* i *Sturnus vulgaris*. S'ha de tenir en compte que degut a la baixa abundància de moltes d'aquestes espècies, haurien estat captures esporàdiques. Pel que fa als passeriformes petits s'ha observat una relació que a menys distància del mar, per tant en territoris litorals, hi ha una major abundància de passeriformes a la dieta (Correlació de Pearson, $t=-4,178$, $df=4$, $p=0,014$, $R=-0,902$). Una possible explicació és que degut a la major cobertura arbòria que presenten els territoris litorals, una part de la dieta es basa en passeriformes petits forestals (*Sylvia*, *Fringilla*, *Regulus*, *Phylloscopus*...). Una altra explicació podria ser que durant el període

dels polls al niu, com que coincideix amb l'arribada de migrants que ressegueixen la costa o bé que entren des de mar, fa que hi hagi una acumulació de migradors parcials o transsaharians en la dieta.

En relació amb la predació sobre rapinyaires, segons l'estudi de Zarco *et al.* (2016) la pressió sobre aquest grup només serà major en zones on la seva abundància sigui alta o hi falti la presa principal. En la zona estudiada només s'han trobat rapinyaires en la dieta de dos territoris, un xoriguer comú (Fig. 19), i dos mussols banyuts, constituint un 0.97% de la dieta del duc. S'ha fet evident que la manca del conill com a presa principal a la zona, ha estat substituïda de manera satisfactòria per la rata i altres espècies, sense incidir significativament sobre rapinyaires, però remarcant el seu caràcter de gran depredador dins la piràmide tròfica amb aquestes captures esporàdiques.

Un 8% de les preses no s'han pogut identificar a nivell d'espècie, però si determinar que pertanyen a ocells. El fet d'escollir la recol·lecció de restes, segons Marchesi *et al.* (2002), generalment consisteix en peces llargues i de fàcil identificació, en comparació altres metodologies, per tant, facilitant la determinació.



Figura 18. Adult alimentant els polls amb un ocell. (Font: Jaume Ramot)



Figura 19. Polls de duc amb una captura d'un volander de falcó pelegrí (*Falco peregrinus*). (Autor: Jaume Ramot)

En el cas del grup dels amfibis i dels rèptils, hi ha molt poca representació com també s'ha constatat en altres estudis (Hiraldo *et al.*, 1975), concretament només en el territori de CG situat al massís calcari del Montgrí. El bufonid trobat, probablement seria el gripau corredor (*Epidaleia calamita*), ja que segons un informe de la zona del Baix Ter no hi ha presència de gripau comú (*Bufo spinosus*) a la zona (Feo *et al.*, 2009). La presència d'un sol individu de l'infraordre *Gekkota*, molt probablement una dragó comú (*Tarentola mauritanica*), no té perquè indicar que hagi estat depredada pel duc ja que podria haver mort per causes naturals a la plataforma de nidificació donat que és una espècie que es distribueix en ambients de penya-segats, rocams i pedregars.

No s'ha observat la presència d'invertebrats, que a vegades es poden trobar en egagròpiles, ni tampoc de peixos que podrien capturar en aigües someres o en dessecació, perquè o no se n'alimenten o perquè la majoria de territoris es troben lluny de cursos fluvials. De tota manera, el mètode utilitzat per a la recol·lecció de mostres falla en la detectabilitat d'aquest grup de vertebrats (Marchesi *et al.*, 2002). L'absència d'aquests dos grups, també denota la baixa representació en la dieta del duc d'altres estudis (Amo & González, 1998; Hiraldo *et al.*, 1975).

Al comparar la dieta entre els territoris de litoral i els d'interior, s'han observat canvis d'abundància de les espècies, però mantenint la distribució entre ocells i mamífers al voltant dels mateixos valors. A dia d'avui hi ha pocs estudis que hagin comparat la dieta del duc entre les zones del litoral i de l'interior del territori, els quals són poc comparables degut a la variació de dieta en latitud (Obuch & Bangjord, 2016). A nivell peninsular, no es té coneixement de cap estudi realitzat que compari la dieta de territoris del litoral marí amb territoris d'interior, però sí estudis que comparen diversos territoris amb hàbitats diferents o entre la zona de l'interior d'un massís amb l'exterior (Donázar, 1989; Vincenzo Penteriani *et al.*, 2005; Real *et al.*, 1985; Serrano, 1998). En aquest estudi s'ha vist que les rates, els colúmbids, els passeriformes petits i l'eriçó en menor mesura, presenten percentatges més elevats en territoris litorals (Fig. 20). Com s'ha comentat anteriorment, en el cas dels passeriformes petits dels territoris litorals, hi podria haver el factor de la migració fent que ocells migradors formin part de la seva dieta, o el de l'hàbitat arbori fent que hi hagi major captura de passeriformes d'ambients forestals. Cap d'aquests dos fets s'ha pogut corroborar, ja que les restes de passeriformes petits no s'han pogut identificar a nivell d'espècie. La resta de variacions d'abundància, s'haurà de fer una comparació amb el factor dels hàbitats presents al domini vital per corroborar que aquest és exclouent, i per tant determinar que la proximitat o llunyania al mar afecta la dieta.

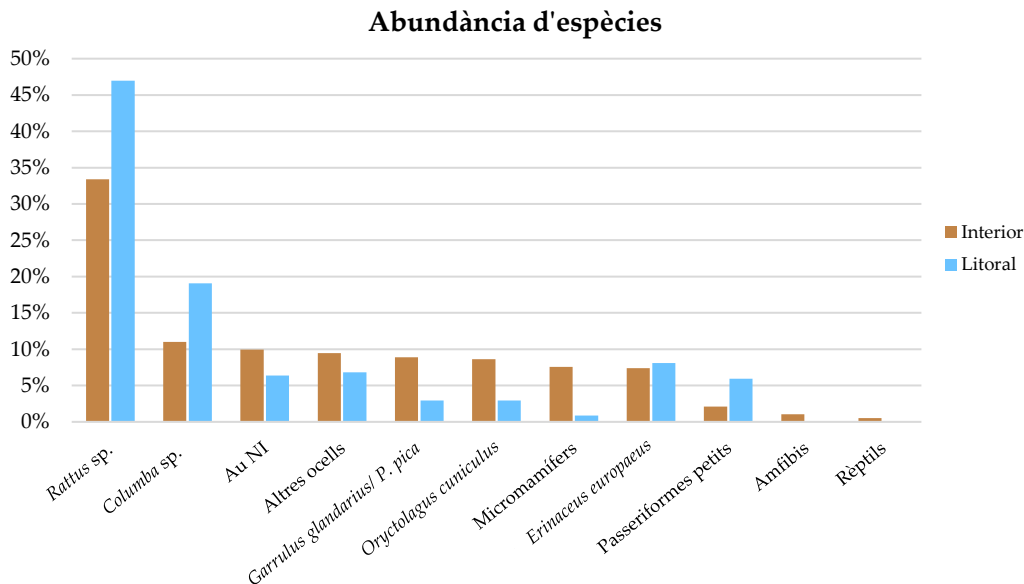


Figura 20. Histograma de l'abundància (en percentatge) de les preses presents a la dieta del duc, entre els territoris interiors (marró) i els litorals (blau). (Elaboració pròpia)

Tot i no haver pogut obtenir un major nombre de mostres degut a la limitació temporal, l'índex de diversitat Shannon-Wiener de la dieta, és 2,67. Aquest valor és molt similar a altres estudis realitzats a diverses zones de la península Ibèrica com Navarra, Saragossa, i altres zones, amb un esforç molt més elevat, diferents anys i estacions (Donázar, 1989; Hiraldo *et al.*, 1975; Serrano, 1998), d'aquesta manera donant robustesa a les mostres obtingudes i les conclusions que se n'acabin traient. Però alhora, també tenint en compte que al ser una acumulació de restes de diversos anys, pot afavorir que la diversitat sigui alta.

Realitzant la identificació de les espècies s'han detectat diverses restes òssies (tíbia-peroné, escàpula...), les quals presentaven soldadures de l'os degut a possibles fractures. Això fa pensar que hi ha una pressió selectiva de depredació cap als individus que presenten limitacions i que per tant, no tenen la mateixa capacitat de reacció que un de sa, tal com descriu Fernández-Llario & Hidalgo de Trucios (1995).

D'aquesta manera la major depredació sobre individus amb limitacions, afavoreix la població de manera que els individus més ben adaptats sobreviuran i es reproduiran, augmentant la població sana i al mateix temps el duc actua de regulador sobre aquesta.

També s'han detectat algunes curiositats com, a les restes biològiques del niu de CG s'han trobat petites pedres de color blanc rosaci, restes de fosfat. Aquestes restes molt probablement són d'origen orgànic, de possibles defecacions d'ocells o ratpenats, i que si pertanyen al duc, ens indicaria que aquest niu té un llarg registre històric. També en aquest niu s'hi han trobat excrements i pèls de cabra salvatge (*Capra pyrenaica*), que indiquen que les cabres poden accedir al niu i per tant poden provocar molèsties al duc, i en alguns casos poden fer fracassar la posta. Al niu de PS s'ha trobat un balí de plàstic de color groc, possiblement d'una arma d'aire comprimit, recordant la incidència de la mà de l'home a la natura. Degut a la situació del niu, s'ha considerat que no pot haver estat disparat directe al niu, i per tant hi ha arribat d'alguna altra manera, com per exemple a través d'alguna presa.

S'ha de tenir en compte que s'ha treballat amb material històric, i que per tant hi pot haver variabilitat i no ens informa de la dieta actual del duc. La part positiva de treballar amb restes dels nius, és que es recull una elevada quantitat de material que no s'obtidria si es treballés amb egagròpiles, tenint en compte els biaixos metodològics esmentats anteriorment. El fet de només mostrejar la plataforma, s'ha de tenir present que el duc sol optimitzar el transport de preses pels polls, portant al niu les més grans. En canvi els adults consumiran les de menor biomassa, d'aquesta manera sobreestimant les preses de major biomassa. Però també s'ha observat que el duc sol arrencar i ingerir el cap de les preses d'igual o superior mida al d'una rata, per tant fent que les proporcions de la dieta dels adults i els polls tendeixin a ser similars (Willgohs, 1974; observacions pròpies).

Alhora hi ha molts factors que influeixen en la variabilitat de la dieta que en aquest estudi no s'han tingut en compte. Un és la variació estacional de la dieta, estudiada en una zona amb una disponibilitat mitjana de conills, en la qual es pot observar una variació degut a la fluctuació de les poblacions de lagomorfs al llarg de l'any, amb màxims de conills a l'estiu i mínims a l'hivern (Donázar, 1989). A la zona d'aquest estudi, a causa d'una baixa disponibilitat de conill, possiblement no s'observaria una variació estacional, però seria interessant poder-ho corroborar en futurs estudis. Per tant la variació estacional sol anar lligada a la densitat de preses de l'àrea de caça, depenent d'aquesta densitat es troba una baixa abundància en la dieta o una especialització en la caça d'altres espècies, com poden ser les rates (Van Valen, 1965; Wiens, 1976). El factor de l'hàbitat, que a continuació es discutirà, també és molt important. Com ja s'ha comentat, s'hauria d'haver escollit territoris amb una composició d'hàbitats similar, així s'eliminarà aquest factor i es podria identificar el factor proximitat al mar.

Hàbitats del domini vital del territori i la seva relació amb la dieta

Un factor que s'ha tingut en compte en aquest estudi, és el de l'hàbitat. Està força estudiat que depenent de l'estructura d'hàbitats del domini vital, la dieta del duc pot variar (Donázar, 1989; Marchesi *et al.*, 2002; Vincenzo Penteriani *et al.*, 2002, 2005; Real *et al.*, 1985). Els territoris escollits presenten una elevada varietat d'hàbitats en el domini vital (Taula 4) (Fig. 21, 22 i 23).

El domini vital del territori de PS, al litoral del massís de l'Ardenya-Cadiretes, i el de RR, situat a l'extrem sud de les Gavarres, presenten una elevada superfície forestal amb un 75%, principalment suredes (*Quercus suber*) i algunes zones de pineda. Aquests es troben complementats per un 12-15% d'àrees urbanes. El de RR un 6% són conreus herbacis de secà, en canvi a PS són matollars d'estepa i

brolles. El domini vital de RF, ubicat al litoral de Palamós, presenta un 40% de superfície forestal amb diversos tipus de bosc, principalment pinedes de pi blanc (*Pinus halepensis*) i suredes (*Q. suber*), i en menor mesura de pi pinyer (*Pinus pinea*) i alzina (*Quercus ilex*). Un 30% està format per conreus herbacis de secà. Mentre que el de BC, al litoral de Calonge – Platja d’Aro, presenta un 30% de superfície forestal, principalment formada per suredes, seguit de pinedes de pi blanc (*P. halepensis*) i pi pinyer (*P. pinea*). El domini vital del territori PA, que es troba a la plana de l’Empordà, està format en un 60% per conreus herbacis, dels quals 32 són de regadiu i 27 de secà, i un 24% brolles dominades per romaní. És el domini vital que presenta menys superfície forestal amb un 7,5% de pinedes de pi blanc. En canvi el de CG, situat al massís calcari del Montgrí, no presenta cap hàbitat predominant, sinó que la majoria d’hàbitats es troben en un 10-28% de la superfície. Com són llistonars (*Brachypodium retusum*), fenassars (*B. phoenicoides*) i brolles de garric, conreus de regadiu i secà, fruiters, boscos de pi blanc i àrees urbanitzades. Cal destacar un 6% de dunes corresponents a les dunes continentals del massís.

En relació amb els dominis vitals amb més superfície urbanitzada, hi trobem el territori de BC, amb un 36% englobant una part del municipi de Sant Antoni de Calonge i Platja d’Aro, seguit de RF amb un 23% al municipi de Palamós. El que presenta una menor àrea urbanitzada és el de PA amb un 3,95%.



Figura 21. Hàbitats del domini vital d'un territori litoral. (Autora: Rosa Matesanz)



Figura 22. Hàbitats del domini vital d'un territori de la Plana de l'Empordà. (Font: pròpia)

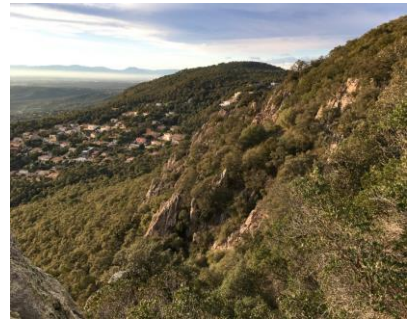


Figura 23. Hàbitats del domini vital d'un territori de les Gavarres. (Autora: Rosa Matesanz)

Taula 4. Breu descripció dels principals hàbitats (>10%) que trobem al domini vital de cada territori estudiat, ordenats de major a menor superfície. (Elaboració pròpia)

Territori	Altitud (msnm)	Distància al mar (m)	Descripció de l'hàbitat del domini vital
PA	49	4.864 (interior)	conreus de secà i regadiu, brolles de romaní
CG	230	5.308 (interior)	llistonar, fenassar, brolles de garric, fruiters, conreus herbacis de regadiu, boscos (<i>P. halepensis</i>), àrees urbanitzades
RR	324	5.730 (interior)	boscos (<i>Q. suber</i>), àrees urbanitzades
RF	25	13 (litoral)	boscos (<i>P. halepensis</i> , <i>Q. suber</i>), conreus herbacis de secà, àrees urbanitzades
BC	44	704 (litoral)	àrees urbanitzades, boscos (<i>Q. suber</i> , <i>P. halepensis</i> , <i>P. pinea</i>), conreus herbacis de secà
PS	42	35 (litoral)	boscos (<i>Q. suber</i>), àrees urbanitzades

Al relacionar la superfície dels hàbitats principals dels dominis vitals amb l'abundància de cada espècie, no s'ha trobat cap relació amb la presa més abundant, la rata. Aquest fet probablement és degut a l'ecologia d'aquest gènere, al ser espècies que trobem en hàbitats molt variats, en el cas de la rata negra, zones boscoses, arbustives, en general qualsevol hàbitat amb una mica de cobertura vegetal. I en el cas de la rata comuna tot i estar més lligada a àrees urbanes o rurals, també hi ha poblacions silvestres lligades a presència d'aigua, tal i com s'ha comentat anteriorment (Palomo *et al.*, 2007). D'aquesta manera tot i que aquestes dues espècies tenen variacions en l'hàbitat, a l'haver realitzat la identificació de les mostres fins a nivell de gènere, degut a la dificultat d'identificar els fèmurs i mandíbules en creixement, no s'ha pogut determinar una relació amb la dieta.

En canvi altres mamífers, com l'eriçó i el conill si que presenten relacions. En l'eriçó comú s'ha vist que a major superfície de boscos hi ha un augment d'abundància en la dieta (Fig. 24), ja que l'hàbitat on viu són principalment els boscos, i en menor mesura els marges del bosc, conreus i llocs humanitzats (Riber, 2006). El fet de trobar una correlació negativa clara amb els conreus (Fig. 24), probablement no és degut a que la distribució de l'eriçó es vegi reduïda en aquest ambient, sinó que com s'ha comentat quan s'ha analitzat la dieta, hi ha una substitució de l'eriçó pel conill en zones on hi ha camps de conreu. D'aquesta manera, quan es fan les relacions amb el conill es pot observar el que es comenta, a major superfície de zones de conreus herbacis de regadiu i secà, i de bosquines i matollars (Fig. 25), l'abundància d'aquesta espècie augmenta. Alhora hi ha una correlació negativa amb els boscos (Fig. 25). Aquestes relacions són explicades pel fet que el conill té una plasticitat ecològica elevada i que es pot adaptar a diversos hàbitats, evitant zones boscoses pels escassos recursos que hi ha, i sent més abundant en zones més obertes, com conreus/prats, matollars i el seu ecotò (Lombardi *et al.*, 2003).

D'aquesta manera, es fa palès que a la zona d'estudi hi ha una variació de la dieta del duc depenent de la relació bosc/conreu, fent que a major superfície de bosc en el domini vital, hi haurà un increment d'eriçons com a preses i una disminució de conills, i a la inversa. Però sempre mantenint-se per sota de l'abundància de rates.

En el cas dels ocells, el grup més abundant, el dels colúmbids, tampoc s'ha trobat cap relació amb els hàbitats. Aquest fet pot ser explicat perquè el gènere està format principalment per dues espècies, el colom roquer (i/o domèstic) relacionat amb hàbitats més urbans i el tudó d'hàbitats més forestals. En el cas de la perdiu, com s'ha comentat anteriorment, hi ha una correlació positiva amb els hàbitats de bosquines i matollars, i conreus (Fig. 26). Les perdies prefereixen aquests hàbitats, trobant-les en major densitat, i eviten zones amb prats (cobertes baixes) i zones boscoses (Buenestado *et al.*, 2008), on s'ha obtingut una correlació negativa significativa (Fig. 26). En la resta de preses no s'ha trobat una relació significativa, probablement per què bona part d'aquestes són captures ocasionals, ja que es troben en abundàncies molt baixes i per tant no tenen gaire relació amb l'hàbitat.

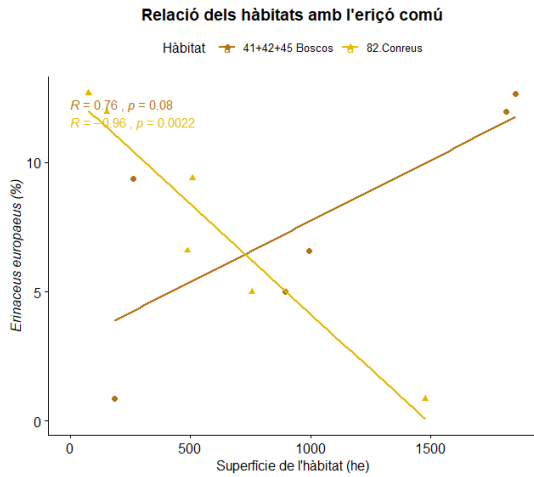


Figura 24. Gràfic de correlacions de Pearson dels hàbitats del domini vital (boscos i conreus) amb l'abundància de l'erició comú en la dieta (%), i els corresponents valors R i p-valor. (Elaboració pròpia)

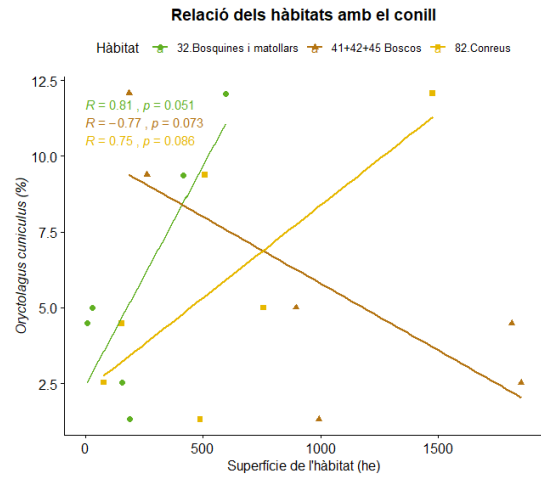


Figura 25. Gràfic de correlacions de Pearson dels hàbitats del domini vital (bosquines i matollars, boscos i conreus) amb l'abundància de l'erició comú en la dieta (%), i els corresponents valors R i p-valor. (Elaboració pròpia)

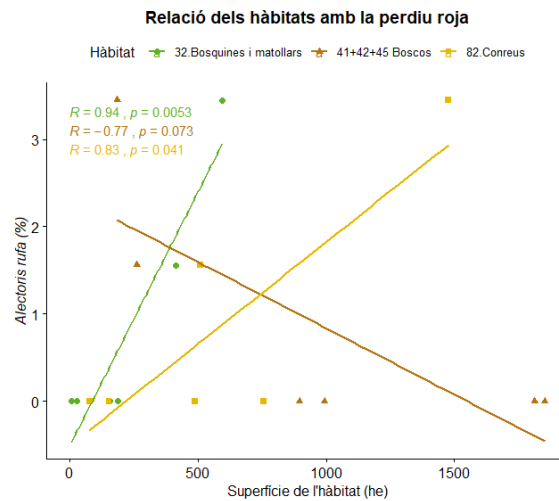


Figura 26. Gràfic de correlacions de Pearson dels hàbitats del domini vital (bosquines i matollars, boscos i conreus) amb l'abundància de la perdiu roja en la dieta (%), i els corresponents valors R i p-valor. (Elaboració pròpia)

Un cop observada la composició d'hàbitats dels territoris litorals i interiors, es pot afirmar que tots els territoris presenten una elevada variació entre ells, de vegades sent similar un territori interior (RR) i un litoral (PS). Aquest fet fa que no es pugui afirmar que el factor de llunyania o proximitat al mar afecti la dieta del duc, ja que la variació observada d'abundàncies d'alguns taxons probablement és deguda a la varietat paisatgística dels diversos territoris. Aquestes relacions de les diverses preses de la dieta del duc amb els hàbitats de l'àrea de caça, recalquen la importància de tenir en compte la diversitat paisatgística de la zona, ja que es veu influenciada per tot l'ecosistema, del qual en forma part.

CRITERIS ÈTICS I DE SOSTENIBILITAT

Durant la realització de l'estudi, s'ha tingut en compte que s'estava treballant amb una espècie protegida i sensible a les pertorbacions. Per evitar molèsties, la recollida de mostres, tal com s'ha comentat, s'ha realitzat abans del període de festeig. En el cas del niu que no ha estat possible realitzar-ho en aquesta època, s'ha fet durant l'anellament quan s'ha baixat per marcar els polls i fer les mesures biomètriques corresponents, seguint el protocol establert de l'estudi que realitza el grup de seguiment del duc del Baix Empordà.

Respecte a la petjada de carboni, s'ha intentat reduir en la mesura del possible, s'han realitzat els desplaçaments fins al territori amb cotxe compartit amb els diferents components del grup de seguiment. També, per realitzar el seguiment dels nius de territoris propers a la zona de residència, el desplaçament s'ha realitzat sovint amb bicicleta. Les aproximacions al niu s'han fet a peu.

El mètode d'anàlisi utilitzat a partir de restes òssies de la plataforma de nidificació per determinar la dieta, és interessant ja que són mostres inertes. És una tècnica poc invasiva, ja que no es produeixen molèsties ni cap tipus de patiment a l'espècie.

En relació amb el material emprat al laboratori, en tot moment s'ha reutilitzat, netejant-lo per tornar a utilitzar-lo a la següent mostra. El poc material que s'ha hagut de llençar, ha estat reciclat de manera correcta.

Tots els registres fotogràfics obtinguts, s'han enregistrat sense provocar molèsties, ja sigui amb la tècnica fotogràfica de "digiscoping" des de molt lluny, aprofitant l'anellament dels polls, durant la recollida de mostres i amb càmeres de trampeig fotogràfic.

CONCLUSIONS

The results of the study demonstrate that the diet of the eagle owl in the Baix Empordà is composed principally by rats (*Rattus* sp.). Secondly, the pigeons (*Columba palumbus*, *Columba livia*), followed by the european hedgehog (*Erinaceus europaeus*), the corvids (*Garrulus glandarius*, *Pica pica*), the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) and small passerines. It also makes occasional captures, like birds of prey, european herring gull...

The contribution to biomass of preys, the rat has the highest, followed by the hedgehog, pigeons, and rabbits. As we could see, the rabbit is not the principal prey of the eagle owl unlikely it happens in the rest of the Iberian Peninsula. This is principally substituted by the rat, and in less proportion, other species mentioned before. To take the focus into the rat, in a properly studies could be convenient to analyse the preference of the rat species, the brown rat (*R. norvegicus*), or the black rat (*R. rattus*).

There are no significant differences in diet between coastal and inland nests, except small passerines with more abundance the coast. The reason could be due to the migratory birds or by the abundance of forestall passerines in the coastal diet. Therefore, no solid conclusions could be drawn from the proximity to the sea because it is influenced by the habitat factor. Thus, it would be interesting for new studies to choose territories with similar home ranges. In this way, we can check if sea proximity influences diet, and at the same time identify more accurately the passerines and verify the assumption of migratory birds.

Some preys have variations in the diet abundance due to the habitats of the home range. Mainly, the rabbit and the red-legged partridge are more abundant in crops and scrubs, whereas the hedgehog in the forestry area.

In this way, the conclusion is that the diet of the eagle owl in areas of low rabbit density, such as Baix Empordà, is replaced mainly by rats and secondly by the preys mentioned before. At the same time, this diet could have a variation depending on the landscape heterogeneity of the home range/hunting area of each territory. Providing relevant information to understand the distribution of the eagle owl in the region and the most use hunting area, thereby help to the conservation of the species.

AGRAÏMENTS

Sense l'ajuda de cada un d'aquest grup de persones, aquest estudi no hauria estat possible.

Primer de tot, agrair a en Jaume Ramot del Grup Natura Sterna, que porta el seguiment del duc al Baix Empordà des del 1997. Gràcies a ell, he pogut conèixer amb molta més profunditat aquesta espècie nocturna que tant estima. També agrair tota la informació que m'ha facilitat, la seva ajuda a l'hora de recollir les mostres, i l'oportunitat que m'ha brindat per formar part del grup de seguiment. Sense oblidar a tot l'equip, la Rosa Matesanz, l'Albert Burgas, en Joan Bohigas i en Josep M. Bas, per la dedicació d'hores de camp, vesprades intentant escoltar el duc, prospeccions per localitzar nius...

Donar les gràcies un altre cop a la Rosa Matesanz per l'aportació fotogràfica feta, d'aquesta manera aconseguint un contingut visual d'alta qualitat sent el duc una espècie força difícil de fotografiar, i d'aquesta manera poder obtenir la increïble portada d'aquest estudi. Un important apunt és que totes les fotos han estat realitzades en el marc del projecte "Ducs al Baix Empordà".

Alhora agrair al Cos d'Agents Rurals, especialment al Grup de Suport de Muntanya, per l'ajuda que ofereix a l'hora de baixar a nius complicats, per posteriorment poder anellar els polls.

Donar les gràcies a la Laura Roqué i a la Societat Catalana d'Herpetologia per la seva ajuda en la identificació del ossos d'algunes espècies que dubtava.

Agrair a tota la meva família pel suport que m'han donat, i per les llegides i rellegides del treball.

Finalment, agrair al meu tutor, en Josep Maria Bas, per acceptar la meva proposta d'aquest TFG sense pensar-s'ho ni un moment. I també agrair l'adaptació en la tutorització del treball degut a la nova situació de la COVID-19.

Moltes gràcies a tots.

BIBLIOGRAFIA

- Amo, R. del, & González, D. (1998). L'alimentació del duc (*Bubo bubo*) al massís de Garraf. *Trobada d'Estudiosos Del Garraf*, 47–51.
- Atzori, A., Berti, F., Cencetti, T., Fornasiero, S., Tamburini, M., & Zuffi, M. A. L. (2007). Advances in methodologies of sexing and marking less dimorphic gekkonid lizards: The study case of the Moorish gecko, *Tarentola mauritanica*. *Amphibia Reptilia*.
- BirdLife International. (2017a). *Bubo bubo*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2017*.
- BirdLife International. (2017b). *European birds of conservation concern: populations, trends and national responsibilities*.
- Buenestado, F. J., Ferreras, P., Delibes-Mateos, M., Tortosa, F. S., Blanco-Aguiar, J. A., & Villafuerte, R. (2008). Habitat selection and home range size of red-legged partridges in Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 126, 158–162.
- Campioni, L., Lourenço, R., Delgado, M. del M., & Penteriani, V. (2012). Breeders and floaters use different habitat cover: Should habitat use be a social status-dependent strategy? *Journal of Ornithology*, 153, 1215–1223.
- *Cartografia dels hàbitats a Catalunya, versió 2 (2018)*. (2018). Departament de Territori i Sostenibilitat. Recuperat el 15 de març del 2020 de http://territori.gencat.cat/ca/01_departament/12_cartografia_i_toponimia/bases_cartografiques/medi_ambient_i_sostenibilitat/bases_miramont/territori/29_habitats_1_5000_perfulls/
- Cohen, A., & Serjeantson, D. (Dale). (1996). *A manual for the identification of bird bones from archaeological sites*.
- Cramp, S. (1985). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. The Birds of the Western Palearctic. Vol. IV. Terns to Woodpeckers* (Oxford University Press (Ed.)).
- Donázar, J. A. (1988). Variaciones en la alimentación entre adultos reproductores y pollos en el Búho Real (*Bubo bubo*). *Ardeola*, 35(2), 278–284.
- Donázar, J. A. (1989). Variaciones geográficas y estacionales en la dieta del Búho Real (*Bubo bubo*) en Navarra. *Ardeola*, 36, 25–36.
- Donázar, J. A., & Ceballos, O. (1989). Selective predation by eagle owls *Bubo bubo* on rabbits *Oryctolagus cuniculus*: age and sex preferences. *Ornis Scandinavica*, 20(2), 117–122.
- Environmental Systems Research Institute (Esri). (2019). *ArcGIS*.
- Epifanio, J. C., Novegil, A., & González, J. (2006). Primeros datos sobre la biología del búho real en Galicia. *Quercus*, 240, 8–13.
- LLEI 42/2007, de 13 de desembre, del patrimoni natural i de la biodiversitat, Butlletí Oficial de l'Estat 5255 (2007). Recuperat el 4 d'abril del 2020 de https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2007/12/26/pdfs/A05255-05305.pdf
- Feo, C., Franch, M., & Boix, D. (2009). *Acció F.6. Seguiment de les poblacions d'amfibis al Baix Ter*.
- Fernández-Llario, P., & Hidalgo de Trucios, S. J. (1995). Importancia de presas con limitaciones físicas en la dieta del búho real, *Bubo bubo*. *Ardeola*, 42(2), 205–207.
- Folch i Guillèn, R. (1987). *Història natural del Paísos Catalans. 12, Ocells*. Fundació Enciclopèdia Catalana.
- Gosàlbez, J. (1987). *Insectívors i rosegadors de Catalunya* (Ketres).

- Haller, H. (1978). Zur Populationsökologie des Uhus *Bubo bubo* in Hochgebirge: Bestand, Bestandesentwicklung und Lebensraum in den Rätischen alpen. *Orn. Beob.*, 75, 237–365.
- Hiraldo, F., Andrada, J., & Parreño, F. F. (1975). Diet of the Eagle Owl (*Bubo bubo*) in Mediterranean Spain. *Doñana. Acta Vertebrata*, 2(2), 161–177.
- ICO. (2020). *SIOC. Duc (Bubo bubo)*. SIOC: Servidor d'informació Ornitològica de Catalunya. Recuperat el 3 d'abril del 2020 de <http://www.sioc.cat/fitxa.php?sp=BUBBUB#atles>
- Johnson, E. V. (2016). *A skeletal comparison of selected small mammals*.
- Lombardi, L., Fernández, N., Moreno, S., & Villafuerte, R. (2003). Habitat-related differences in rabbit abundance, distribution and activity. *Journal of Mammalogy*, 84(1), 26–36.
- Mañosa, S. (1991). *Biologia tròfica, ús de l'hàbitat i biologia de la reproducció de l'astor "Accipiter gentilis" (Linnaeus, 1758) a La Segarra*. Universitat de Barcelona.
- Marangoni, F., Tejedo, M., & Gomez-Mestre, I. (2008). Extreme reduction in body size and reproductive output associated with sandy substrates in two anuran species. *Amphibia Reptilia*.
- Marchesi, L., Pedrini, P., & Sergio, F. (2002). Biases associated with diet study methods in the Eurasian Eagle-Owl. *Journal of Raptor Research*, 63(1), 11–16.
- Martínez, Jose A., Martínez, J. E., Mañosa, S., Zuberogoitia, I., & Calvo, J. F. (2006). How to manage human-induced mortality in the Eagle Owl *Bubo bubo*. *Bird Conservation International*, 16, 265–278.
- Martínez, José Antonio, Serrano, D., & Zuberogoitia, I. (2003). Predictive models of habitat preferences for the Eurasian eagle owl *Bubo bubo*: a multiscale approach. *Ecography*, 26, 21–28.
- Martínez, José Antonio, & Zuberogoitia, I. (2001). The response of the Eagle Owl (*Bubo bubo*) to an outbreak of the rabbit haemorrhagic disease. *Journal of Ornithology*, 142(2), 204–211.
- Martínez, José Antonio, & Zuberogoitia, I. (2003). Factors affecting the vocal behaviour of eagle owls *Bubo bubo*: Effects of season, density and territory quality. *Ardeola*, 50(2), 255–258.
- Mikkola, H. (1983). *Owls of Europe*.
- Obuch, J., & Bangjord, G. (2016). The Eurasian eagle-owl (*Bubo bubo*) diet in the Trøndelag region (Central Norway). *Slovak Raptor Journal*, 10, 51–64.
- Palomo, L. J., Gisbert, J., & Blanco, J. C. (2007). Atlas y libro rojo de los mamíferos terrestres de España. In *Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU*.
- Penteriani, V., Gallardo, M., Roche, P., & Cazassus, H. (2001). Effects of landscape spatial structure and composition on the settlement of the Eagle Owl *Bubo Bubo* in a Mediterranean habitat. *Ardea*, 89(2), 331–340.
- Penteriani, Vincenzo, Gallardo, M., & Roche, P. (2002). Landscape structure and food supply affect eagle owl (*Bubo bubo*) density and breeding performance: A case of intra-population heterogeneity. *Journal of Zoology*, 257, 365–372
- Penteriani, Vincenzo, Sergio, F., del Mar Delgado, M., Gallardo, M., & Ferrer, M. (2005). Biases in population diet studies due to sampling in heterogeneous environments: a case study with the Eagle Owl. *Journal of Field Ornithology*, 76(3), 237–244.
- Pérez Mellado, V. (1978). Alimentación del bubo real (*Bubo bubo* L.) en España central. *Ardeola*, 25, 93–112.
- Perrins, C. (1987). *Birds of Britain and Europe* (D. Attenborough (Ed.)). Collins.

- Ramot García, J., Bas Lay, J. M., Matesanz Torrent, R., & Burgas, A. (2019). *Seguiment del duc (Bubo bubo) al Baix Empordà*. Recuperat el 23 de març del 2020 de <https://www2.girona.cat/documents/11622/5636551/10-2019-Duc-resum.pdf>
- Real, J. (1996). Biases in Diet Study Methods in the Bonelli's Eagle. *The Journal of Wildlife Management*, 60(3), 632–638.
- Real, J., Galobart, À., & Fernández, J. (1985). Estudi preliminar d'una població de duc (*Bubo bubo*) al Vallès i Bages. *El Medi Natural Del Vallès. I Col·loqui de Naturalistes Vallesans*, 175–188.
- Riber, A. B. (2006). Habitat use and behaviour of European hedgehog *Erinaceus europaeus* in a Danish rural area. *Acta Theriologica*, 51(4), 363–371.
- Rochester, J. (2015). *Birds skeletons*. Recuperat el 28 de febrer del 2020 de <https://www.flickr.com/photos/jrochester/albums>
- RStudio: Integrated Development for R. RStudio. (2019). *RStudio*.
- Serrano, D. (1998). Diferencias inter-hábitat en la alimentación del Búho Real (*Bubo bubo*) en el valle medio del Ebro (NE de España): efecto de la disponibilidad de conejo (*Oryctolagus cuniculus*). *Ardeola*, 45, 47–53.
- Van Valen, L. (1965). Morphological variation and width of ecological niche. *The American Naturalist*, 99(908), 377–390.
- Wiens, J. A. (1976). Population responses to patchy environments. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 7, 81–120.
- Willgohs, J. F. (1974). The Eagle Owl (*Bubo bubo*) in Norway. *Sterna*, 13, 129–177.
- Zamorano, E., Palomo, L. J., Antúnez, A., & Vargas, J. M. (1986). Criterios de predacion selectiva de *Bubo bubo* y *Tyto alba* sobre *Rattus*. *Ardeola*, 33(1–2), 3–9.
- Zarco, V., Talabante, C., & Viejo, J. (2016). Importancia de las aves rapaces en la dieta del búho real (*Bubo bubo* L., 1758) en el centro de la península ibérica. *Boletín de La Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Biológica.*, 110, 15–21.
- Zuberogoitia, I., & Campos, L. F. (1998). Censusing owls in large areas: A Comparison between methods. *Ardeola*.