

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE MONTES,
FORESTAL Y DEL MEDIO NATURAL



GRADO EN INGENIERÍA DEL MEDIO NATURAL

TRABAJO FIN DE GRADO

**INFLUENCIA DE LA DIETA DEL ÁGUILA REAL
MEDITERRÁNEA (*AQUILA CHRYSAETOS HOMEYERI*) EN
EL ÉXITO REPRODUCTIVO Y COMPORTAMIENTO DE LAS
PAREJAS DURANTE EL PERIODO DE CRÍA**

Nerea Fernández Pesquera

2023



**INFLUENCIA DE LA DIETA DEL ÁGUILA REAL
MEDITERRÁNEA (*AQUILA CHRYSAETOS HOMEYERI*) EN
EL ÉXITO REPRODUCTIVO Y COMPORTAMIENTO DE LAS
PAREJAS DURANTE EL PERIODO DE CRÍA**

Autora:

Nerea Fernández Pesquera

Vº Bº del Tutor:

Vº Bº del Director:

**Vº Bº de la
Codirectora:**

**Fdo. Dr. D. Ramón Perea
García-Calvo**

**Fdo. D. Daniel Gamba
Caravantes**

**Fdo. D^a. Marta Peláez
Beato**

© UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, 2023.

Todos los derechos reservados.

HOJA DE CALIFICACIÓN DEL TRABAJO/PROYECTO FIN DE GRADO

TÍTULO
AUTOR
GRADO EN

MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Presidente/a: _____

Vocal: _____

Secretario/a: _____

Reunido el Tribunal de calificación con fecha _____.

Acuerda otorgar la CALIFICACIÓN GLOBAL de _____

Indicar, en su caso, si se propone la concesión de la mención Matrícula de Honor

PRESIDENTE	SECRETARIO	VOCAL
Fdo:	Fdo:	Fdo:

Informe explicativo de la calificación: _____



Título: Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.

Autora: Nerea Fernández Pesquera.

Tutor: Ramón Perea García-Calvo.

Director: Daniel Gamba Caravantes.

Codirectora: Marta Peláez Beato.

Departamento: Departamento de Sistemas y Recursos Naturales.

RESUMEN

El presente Trabajo Fin de Grado analiza los datos de 50.154 imágenes, recogidas del monitoreo de 49 nidos con cámaras de fototrampeo ubicadas en 43 territorios repartidos por toda la península ibérica, con el fin de estudiar la dieta y el comportamiento del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) durante los periodos de cría de 2017-2020.

Por un lado, el estudio de la dieta ha mostrado una diversidad de 57 especies-presa consumidas por esta rapaz, donde los mamíferos fueron la clase más consumida, constituyendo tres cuartas partes de la biomasa total aportada a los polluelos. Las especies más frecuentes en su alimentación son el conejo (29,17%), la paloma torcaz (17,05%), la liebre ibérica (9,97%) y el corzo (4,61%). Este último, gracias a la técnica del fototrampeo, se ha revelado como una presa importante para los polluelos en aquellas situaciones en las que escasea su presa principal, puesto que se ubica como la tercera fuente de biomasa útil aportada.

En cuanto a la dieta, se estudió su variación en relación a la altitud y al tipo de uso de suelo. La frecuencia de aportes de mamíferos fue disminuyendo al aumentar la altitud. Sin embargo, su biomasa fue la más importante en todo momento. Por ejemplo, cuando los lagomorfos empezaban a escasear, los artiodáctilos suplían la falta de biomasa que se producía en torno a los 1.300 m. Asimismo, esto se confirmó en el estudio de la relación entre el conejo y el corzo, donde se vio que se complementaban a la perfección; en los nidos situados a altitudes en que la falta de conejos no conseguía llegar a cubrir las necesidades de los polluelos, los progenitores aportaban mayor número de individuos y biomasa de corzos. En cuanto a los usos del suelo, los agrícolas, de bosque y matorral presentaron mayor frecuencia de lagomorfos. En cambio, en biomasa útil prevalecen sólo en agrícolas y de bosque, destacando los artiodáctilos en las zonas de matorral.

Por otro lado, se estudió el comportamiento de los progenitores en relación a las actividades realizadas en el nido y la captura de presas. Las hembras se encargaron mayoritariamente de las tareas relacionadas con el cuidado de los pollos y el nido, mientras que los machos combinaban la realización de pequeñas muestras de estas tareas y aportaban mayor número de presas. Las actividades se repartieron equilibradamente durante el día, aunque se notó mayor actividad en los nidos por las tardes.



Además, debido al dimorfismo sexual invertido, se ha visto que las hembras cazaron más presas adultas, grandes y pesadas, que a veces incluso debían ser seccionadas, lo que repercutía en un mayor aporte de biomasa útil que el macho, el cual aportaba más crías y mayor cantidad de presas de menor tamaño que la hembra. Finalmente, se estudió que llegados a los 39 días de edad de los pollos, los padres deciden empezar a traer presas vivas para que aprendan a cazar por sí mismos, produciéndose un descenso de estos aportes a partir de los 64 días con el fin de que los polluelos comiencen a volar.

En conclusión, este trabajo pone de manifiesto la adaptabilidad del águila real mediterránea al tener que acomodar su dieta a los recientes cambios de origen antropogénico producidos en la abundancia de sus especies presa.

Palabras clave: biomasa, península ibérica, fototrampeo, dieta, comportamiento, especie presa, altitud, uso del suelo.



ABSTRACT

This thesis analyses data from 50,154 images collected from the monitoring of 49 nests with photo-trapping cameras located in 43 territories throughout the Iberian Peninsula in order to study the diet and behaviour of the Mediterranean golden eagle (*Aquila chrysaetos homeyeri*) during the 2017-2020 breeding periods.

On the one hand, the study of the diet has shown a diversity of 57 prey-species consumed by this raptor, with mammals being the most consumed class, providing three-quarters of the biomass to the chicks. The most frequently eaten species were rabbits, wood pigeons, Iberian hares and roe deer. The latter, thanks to the photo-trapping technique, has proven to be an important prey for the chicks when their main prey is scarce, making it the third most important source in terms of biomass.

Here, we investigated diet variations in relation to altitude and type of land use. In terms of altitude, the number of mammals decreased with increasing altitude, but their biomass was the highest for all altitudes. Interestingly, when lagomorphs became scarce, artiodactyls compensated for the lack of biomass that occurred around 1,300m. This was also confirmed by the inverse relationship between rabbits and roe deer. In the nests located at altitudes where there was a low abundance of rabbits, the parents provided a greater number of individuals and biomass of roe deer. In terms of land use, agricultural, forest and scrub land had a higher frequency of lagomorphs. On the other hand, in terms of useful biomass, they prevailed only in agricultural and forest areas, with artiodactyls standing out in scrubland areas.

On the other hand, regarding the study of parental behaviour, the differences in roles have been examined in terms of the activities performed in the nest, as well as the capture of prey. The work shows that females are mainly responsible for tasks related to the care of the chicks and the nest, while males combine the performance of small samples of these activities with the defense of the territory. The activities were evenly distributed throughout the day, although more nest activity was noted in the afternoon. In addition, due to inverted sexual dimorphism, it was found that females hunted larger and heavier adult prey resulting in a greater contribution of useful biomass than the male, who provided more young individuals and a greater amount of small-sized prey than females. Finally, it was observed that at 39 days of age of the chicks, the parents initiate the practice of bringing live prey to the chicks, enabling them to learn to hunt by themselves. Food supply to the nest decreased from 64 days onwards, encouraging the chicks to begin to fly.

In conclusion, this study highlights the remarkable adaptability of the Mediterranean golden eagle in adjusting its diet to recent antropogenic changes in the abundance of its prey species.

Keywords: Mediterranean golden eagle, biomass, Iberian Peninsula, photo-trapping, diet, behaviour, species-prey, altitude, land use.



CONTENIDOS

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
1.- INTRODUCCIÓN	11
2.- OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3.- MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1. Especie de estudio.....	16
3.2. Área de estudio	17
3.3. Marco de estudio	18
3.4. Obtención de datos.....	19
3.5. Análisis de datos	21
4.- RESULTADOS	24
4.1. Análisis de las fotografías de Aequilibrium	24
4.2. Composición de la dieta	24
4.3. Análisis del comportamiento	35
5.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	44
6.- CONCLUSIONES	51
7.- BIBLIOGRAFÍA	52
8.- ANEXOS	58
9.- INFORME TÉCNICO.....	64
9.1. Fases para la realización del estudio	64
9.2. Cronograma de actividades	65
9.3. Presupuesto	66



1.- INTRODUCCIÓN

La nutrición es un factor clave para la supervivencia de cualquier ser vivo, ya que se trata de una de sus funciones vitales, sin la cual no obtendrían la energía imprescindible para vivir. Si bien es cierto que no solamente basta con obtener alimentos, sino que cada especie necesita tener una alimentación que se ajuste a su comportamiento trófico. Porque el tener una buena estrategia y los alimentos adecuados condicionará aspectos de su vida tan importantes como la supervivencia, la elección del territorio, la reproducción, e incluso puede llegar a influir en las dinámicas poblacionales y el éxito reproductivo (Sánchez Mateos, 2017).

Es por ello que conocer la dieta de una determinada especie resulta ser un aspecto fundamental para interpretar variables de su ecología y etología. Tanto es así, que en múltiples ocasiones se han observado cambios en la distribución espacial y en la dinámica poblacional en diferentes clases de taxones debido a la alimentación, es decir, se han tenido que adaptar a la disponibilidad de presas. Un ejemplo de cambio en la distribución espacial son las migraciones que realizan los azores hacia el sur cuando disminuyen cíclicamente las poblaciones de sus presas preferidas, los urogallos (Bardon, 2012). Por otro lado, un ejemplo de sincronización en la dinámica poblacional es el caso de los linces canadienses (*Lynx canadensis*) y su presa, la liebre (*Lepus americanus*). Las fluctuaciones de sus ciclos poblacionales se repiten aproximadamente cada 9-11 años (con un ligero retraso en la sincronía del lince), donde a medida que aumenta la población de linces, escasea su alimento y por tanto el hambre provoca una disminución de la especie (Sosa-Panzera, 2022).

Pero desgraciadamente, no sólo son factores naturales los que desencadenan estos cambios en los patrones de las diferentes especies. Muchas de ellas se ven obligadas a realizarlos debido a la influencia del ser humano. Este es el caso de algunas aves insectívoras, como la Alondra ricotí (*Chersophilus duponti*), la cual ha sufrido un declive en sus poblaciones debido a que la intensificación de la agricultura ha causado un descenso de artrópodos (su alimento preferente), siendo la disponibilidad de alimento un factor clave en la selección del hábitat por parte de los machos reproductores de esta ave. Por lo tanto, esta pérdida de alimento ha provocado una menor probabilidad de que el macho seleccione un territorio y esto ha minimizado el éxito de aparearse (Reverter *et al.*, 2019). Asimismo, un ejemplo representativo de la influencia humana es el águila real (*Aquila chrysaetos*), que ha sido estudiada para determinar si el cambio global antropogénico está afectando notablemente al funcionamiento de los ecosistemas y por ende, a su biodiversidad (Regos *et al.*, 2022). Actividades como los cambios de uso del suelo, el calentamiento global y las perturbaciones en el medio afectan de manera crítica a especies de los niveles tróficos superiores, como es este superdepredador, y a la vez este impacto repercute en las presas de niveles inferiores. Regos *et al.* (2022) estudiaron el éxito reproductivo del águila real en Galicia durante un total de 17 años, y, mediante técnicas de teledetección, explicaron cómo factores como la perturbación del fuego, el calor estacional, la productividad primaria o la radiación, afectaban a su aptitud ecológica. En conclusión, el estudio confirma que el éxito reproductivo de una especie de los niveles tróficos superiores, como es el águila real, está influenciado por el funcionamiento del ecosistema.



Un fuerte desencadenante de diversos cambios en la disponibilidad de presas de ciertas especies ibéricas, con los consiguientes problemas que esto provoca, comenzaría en la década de los cincuenta del siglo XX, momento en el que se produce el declive de una especie que se muestra como una presa fundamental en la Península Ibérica: el conejo europeo (*Oryctolagus cuniculus*). Estos disminuyen drásticamente el número de individuos en su área de distribución natural, debido a la aparición de la mixomatosis (Villafuerte & Delibes-Mateos, 2019). Aunque esta enfermedad vírica no sería la única causante de la disminución de población, ya que en los años 90 surge la Enfermedad Hemorrágica del Conejo (RHD) (Villafuerte & Delibes-Mateos, 2019). A estos dos problemas se le unirían otros, como la pérdida de hábitat, la caza por el ser humano o la depredación. Todo ello hizo que el conejo tuviera que clasificarse como “Vulnerable” en España, según las categorías de UICN. Sin embargo, la situación empeora a partir de 2010, por una variante del virus RHD que estaría causando un descenso de entre el 60 y el 70% en torno a 2014. Esta situación, que incluso sucede en las zonas con mayores densidades de conejo de España, ha replanteado la categoría del conejo a “En peligro” (Villafuerte y Delibes-Mateos, 2019).

Ante estas situaciones en que las especies deben hacer cambios obligados a favor de la supervivencia, se sabe que algunas son más plásticas que otras, es decir, se adaptan más rápidamente a las situaciones cambiantes (Wichmann *et al.*, 2005). Un caso representativo de ello y que comprende en su dieta al conejo de campo, es el de las dos grandes especies de águilas que conviven en la península ibérica: la imperial (*Aquila adalberti*) y la real (*Aquila chrysaetos*) (Sánchez *et al.*, 2010). Aunque las dos tienen en su dieta al conejo de campo, sus situaciones son muy diferentes. Por un lado, el águila imperial es un depredador especialista, lo que se traduce en que el conejo es su presa preferida, abarcando un 60-75% del total de las presas consumidas (Sánchez *et al.*, 2010). Es por esto que la falta de su base alimenticia a causa de la mixomatosis resultara en una fuerte disminución en la supervivencia de las poblaciones de esta rapaz (Ferrer, 2005), es decir, una falta de adaptación ante la nueva situación. Por lo tanto, se encuentra categorizada como “En Peligro de Extinción” (EN) en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas) (MITECO, 2018). En contraposición, podría haber sucedido un cambio de dieta de las águilas reales mediterráneas (*Aquila chrysaetos homeyeri*), adaptándose a las presas disponibles. Como consecuencia de este cambio en la dieta, se ha sugerido que el mayor éxito reproductivo en las parejas de la rapaz puede deberse a su plasticidad trófica debido a su carácter generalista (Reparaz, 2018).

En el caso del águila real se está estudiando desde hace algunos años cómo la disminución de su especie presa principal y el aumento de ungulados silvestres ha provocado un cambio en la disponibilidad de especies-presa en su hábitat. Esta situación es cada vez más frecuente en la Península Ibérica. Sin embargo, esta ave ha sido capaz de adaptarse satisfactoriamente, constituyendo un ejemplo de plasticidad (Martel, 2020). En concreto, las poblaciones de corzo (*Capreolus capreolus*) han experimentado un notable aumento del número de sus individuos desde que a mediados del siglo XX se alcanzaran sus mínimos poblacionales, quedando sólo algunos enclaves supervivientes, y llegando a distribuirse hoy día en una gran parte de la Península Ibérica (ver Figura 1). Esta nueva situación ha sucedido debido a los cambios de uso del suelo por abandono agrícola, la disminución de la ganadería de tipo pastoril, menor presión de caza, o el aumento de las áreas protegidas, entre otros (San Miguel-Ayanz *et al.*, 2010).

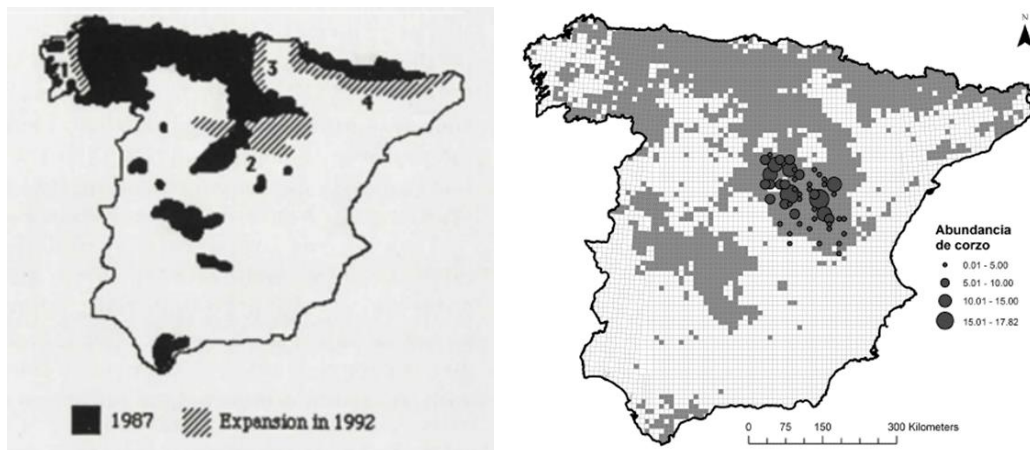


Figura 1. Mapas de la Península Ibérica entre 1987 (izquierda) y 2011 (derecha) mostrando la distribución de las poblaciones de corzo. Fuente Izquierda: Aragón et al., 1995. Fuente Derecha: Acevedo *et al.*, 2011.

En la línea de investigación sobre el éxito reproductivo del águila real, aparecen otros casos de estudio, como el que analiza la relación entre la edad y el éxito reproductivo de una población en Murcia (Sánchez-Zapata *et al.*, 2000). Se quiso comprobar un patrón general que suele repetirse entre las rapaces longevas: el éxito reproductivo va mejorando según aumenta la edad del ave. Mediante observación directa de los nidos, se evaluaron diferentes parámetros reproductivos, llegando a concluir que, aunque la productividad fue alta en comparación con otras poblaciones europeas, la distribución por edades de las parejas nidificantes tenía un sesgo claro hacia los adultos. Además, los territorios ocupados por parejas de sólo adultos apuntaban una tasa reproductiva más alta (excepto para el parámetro de la tasa de vuelo) que los que tenían al menos un subadulto. Igualmente, se observó que los subadultos ocupan un territorio de cría solamente cuando la cantidad de presas es muy alta o se rebaja el número de adultos (Sánchez-Zapata *et al.*, 2000).

Asimismo, no se deben pasar por alto las investigaciones que estudian la relación entre la abundancia de presas y el éxito reproductivo del águila real en Suecia, concluyendo que si la pareja llega a reproducirse un año estará determinado por la abundancia de especies-presa en la época inmediatamente anterior a que la hembra ponga los huevos, es decir, inicios de primavera (Tjemberg, 1983).

Sin embargo, si bien es cierto que el tipo de dieta y la abundancia de presas es un aspecto esencial a tener en cuenta a la hora de analizar el éxito reproductivo, de igual modo lo es el papel que adquieren cada uno de los progenitores en el periodo de crecimiento de su cría. Collopy (1984) observó que los machos solían capturar más presas, mientras que las hembras solían atenderlos y cebarlos. Asimismo, no se apreciaron diferencias entre progenitores en cuanto al peso medio de las capturas, pero sí un aumento de la cantidad diaria aportada con el tiempo a los polluelos. Y, por último, se vio que la tasa de capturas no variaba entre nidos de un polluelo y los de dos aunque los polluelos que tenían que competir por la comida con los demás, resultaban tener tasas más bajas de consumo (Collopy, 1984).



Finalmente, cabe señalar que, en la mayoría de los estudios sobre la alimentación, la etología y el éxito reproductivo del águila real realizados en todo el mundo, se basan en métodos como la observación directa (Tjernberg, 1981), el análisis de egagrópilas (Moleón *et al.*, 2002) y restos de presas en nidos y en posaderos (Fernández y Purroy, 1990).

Recientemente, a pesar de tener ya varios métodos de estudio, y como resultado de la búsqueda de nueva información sobre esta rapaz, unido al avance de la tecnología se ha empezado a usar el fototrampeo. Esta técnica que puede aportar nuevos y resultados más rigurosos en comparación con otros métodos tradicionales, puesto que se trata de un método no invasivo, eficiente y que permite registrar especies en estado crítico, de bajas densidades o que se mueven en largas distancias (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011). Por ello, esta nueva metodología podría ayudar a conocer de manera más exhaustiva la dieta del águila real mediterránea y cómo influye el cambio en la alimentación y el comportamiento en su éxito reproductivo. El fototrampeo mejora aspectos visuales que anteriormente no se llegaban a documentar, como por ejemplo presas pequeñas que dejan pocos restos en el nido (reptiles), presas que no eran tan fáciles de identificar con los métodos tradicionales, o animales nocturnos que ahora se pueden ver en las fotografías que realizan las cámaras. Además, el fototrampeo permite profundizar en aspectos etológicos frente a la observación directa. Por ejemplo, con las cámaras se examinan los patrones de actividad de las especies (cómo las hembras limpian los nidos cuando la presa ya ha sido consumida, o cómo se queda a dormir con los polluelos hasta que cumplen una cierta edad, entre otros), se puede realizar una evaluación del estado de conservación, o analizar las frecuencias de visitas y capturas y sus densidades (Monroy-Vilchis *et al.*, 2011).

Por lo tanto, en el presente documento se tratará de entender e investigar la dieta y el comportamiento de las parejas durante el periodo reproductor, basándonos en el ámbito de actuación y en los datos recogidos por las cámaras de fototrampeo del proyecto Aequilibrium+ en el periodo comprendido entre 2017 y 2020, para concluir hasta qué punto influyen en su éxito.



2.- OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como principal objetivo la recopilación y el análisis exhaustivo de los datos que se han obtenido por las estaciones de fototrampeo (EFT), colocadas entre los años 2017 y 2020 relativos al proyecto Aequilibrium+ en todo el territorio español, para evaluar la variación en la dieta y el comportamiento de diferentes parejas reproductoras de águila real mediterránea durante los periodos de cría.

2.2. Objetivos específicos

- 1.- Analizar la cantidad y diversidad de especies-presa. Estadísticas de frecuencia y variabilidad.
- 2.- Relacionar la frecuencia y el tipo de biomasa aportada por cada especie presa, con respecto a la altitud.
- 3.- Relacionar la frecuencia y biomasa útil aportada por las especies presa, con el tipo de uso de suelo para cada territorio de cría.
- 4.- Analizar el comportamiento de los progenitores desde la colocación de la cámara en nido hasta la emancipación del pollo. Por ejemplo, evaluar el número de ocasiones que acuden los progenitores al nido, la importancia de cada uno para las actividades realizadas en nido, o la frecuencia de cada tarea en el periodo de estudio.



3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Especie de estudio

El águila real (*Aquila chrysaetos*, Linnaeus 1758) es la especie de mayor tamaño entre las águilas de la península ibérica, teniendo un importante papel en los ecosistemas, ya que se trata de un predador apical. Habita por toda la Región Holártica, encontrándose en América, Europa central, Asia meridional, septentrional y oriental, y norte de África (Tavizón, 2014). Desde su primera clasificación taxonómica el siglo XVIII, la especie ha tenido varias subespecies siendo la del ornitólogo Nikolai A. Sewertzov (1827-1885) quien registra en una monografía incompleta la diversidad de águilas reales, estudiadas según variaciones de edad en *chrysaetos*, *nobilis*, *daphanea* y *fulva*; donde esta última a su vez se divide en siete variedades, entre las que propone por primera vez una subespecie ibérica, "*homeyeri*", en honor al naturalista Homeyer (Reig-Ferrer, 2013).

Recientemente, gracias a los avances en estructura genética, un estudio elaborado a partir de ADN mitocondrial de águilas reales del área de distribución de la especie concluyó que se pueden clasificar en dos subespecies: *Aquila chrysaetos chrysaetos* (Linnaeus, 1758), de linaje Holártico, relativo a la población de Europa septentrional, Asia continental, Japón y Norteamérica; y *Aquila chrysaetos homeyeri* (Severtsov, 1888), de linaje Mediterráneo, de la población de Europa central y meridional, conformados probablemente a partir dos zonas reproductivamente aisladas entre sí (asiática y mediterránea) durante la última Edad de Hielo (Nebel *et al.*, 2015). Será esta última, conocida como águila real mediterránea, la subespecie objeto de estudio del presente documento.

El águila real (ver Figura 2) dispone de una masa corporal media de 4,5 kg y envergadura de 210 cm (Arroyo, 2017). Si bien es cierto que la subespecie ibérica es de menor talla y plumaje más oscuro que la subespecie tipo. Los adultos de la subespecie *homeyeri* se encuentran en pesos de entre 2,9 a 6 kg. Sin embargo, se debe tener en cuenta que el dimorfismo sexual que presenta la especie se hace notar en el tamaño, siendo las hembras mayores que los machos (la masa corporal de estos últimos es el 70% de la de las hembras). Se trata de una especie generalista, que escoge espacios por la presencia de alimento y evitando áreas forestales extensas (Arroyo, 2017).

A día de hoy, el águila real se halla en un buen estado de conservación, evaluándose su situación en 2021 para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, resultando así en la categoría: LC "Preocupación Menor" (Least Concern), y la tendencia de su población es estable (BirdLife International, 2021). Además, se halla incluida en el actual Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESRPE) (MITECORD, 2023). Del mismo modo, la categoría de la subespecie ibérica "*homeyeri*" a nivel nacional en el Libro Rojo de las Aves de España se categoriza como NT "Casi Amenazado" (Near Threatened) (SEO/BirdLife, 2021). No obstante, no podemos dejar de estudiarla, sino que debemos seguir monitoreando su evolución, para garantizar que esta situación se prolongue en el tiempo.



Figura 2. Fotografía de un ejemplar de hembra adulta de Águila real (*Aquila chrysaetos*). Representación del plumaje definitivo. Fuente: Lozano y Murua, 2020.

3.2. Área de estudio

Debido a que el águila real es una especie de carácter generalista, su hábitat de nidificación tiene una amplia valencia ecológica (amplia distribución tanto espacial como altitudinal), que está fundamentalmente relacionada con ambientes rupícolas. Por lo tanto, los nidos son primariamente emplazados en roquedos, seguido por las copas de los árboles. Excepcionalmente se les puede ver nidificar en el suelo, torres eléctricas o en otros lugares no tan comunes (Arroyo, 2017).

El hábitat de preferencia de la rapaz depende en gran medida de la pendiente y la altitud, así como la cobertura de pastizales y matorrales y el grado de humanización. Este último repercute de forma negativa en la presencia de nidos de la especie de estudio.

Por lo tanto, el área de estudio del presente análisis coincidirá con la mayoría de los territorios con nidos que han sido monitoreados por el proyecto Aequilibrium+ hasta el momento, lo que abarca gran parte de la península ibérica, incluyendo áreas de España y Portugal. Dentro de España, no todas las provincias han sido objeto, aún, del proyecto. Por lo tanto, las zonas comprendidas son: Álava, Asturias, Burgos, Cuenca, Guadalajara, Lérida, Madrid, Murcia, Segovia, Soria y Toledo. En cuanto a la altitud, se trabajará con la totalidad de su rango de distribución altitudinal, donde su altitud media de nidificación sobre el nivel del mar se encuentra entre los 160 y 2.150 m (Arroyo, 2017). Esto resulta en que se deberán tener en cuenta todos los pisos bioclimáticos de la Península Ibérica, desde el piso Alpino (criorotemplado) de los Pirineos, hasta el piso Oromediterráneo del sur.

Por último, la variedad de especies presa que puede abarcar la alimentación de la rapaz y su capacidad de adaptación, hacen que la vegetación de los hábitats de su dispersión y su nidificación también sean variados (Navarro *et al.*, 2020).



Así, los territorios de águila real mediterránea monitorizados para el presente proyecto son un total de 43, repartidos por la península ibérica entre las temporadas de cría de 2017 a 2020. En estas regiones, se han controlado a 49 parejas reproductoras. A continuación (Figura 3), se detalla el mapa de la península ibérica con las ubicaciones de los nidos monitoreados en el periodo de estudio.

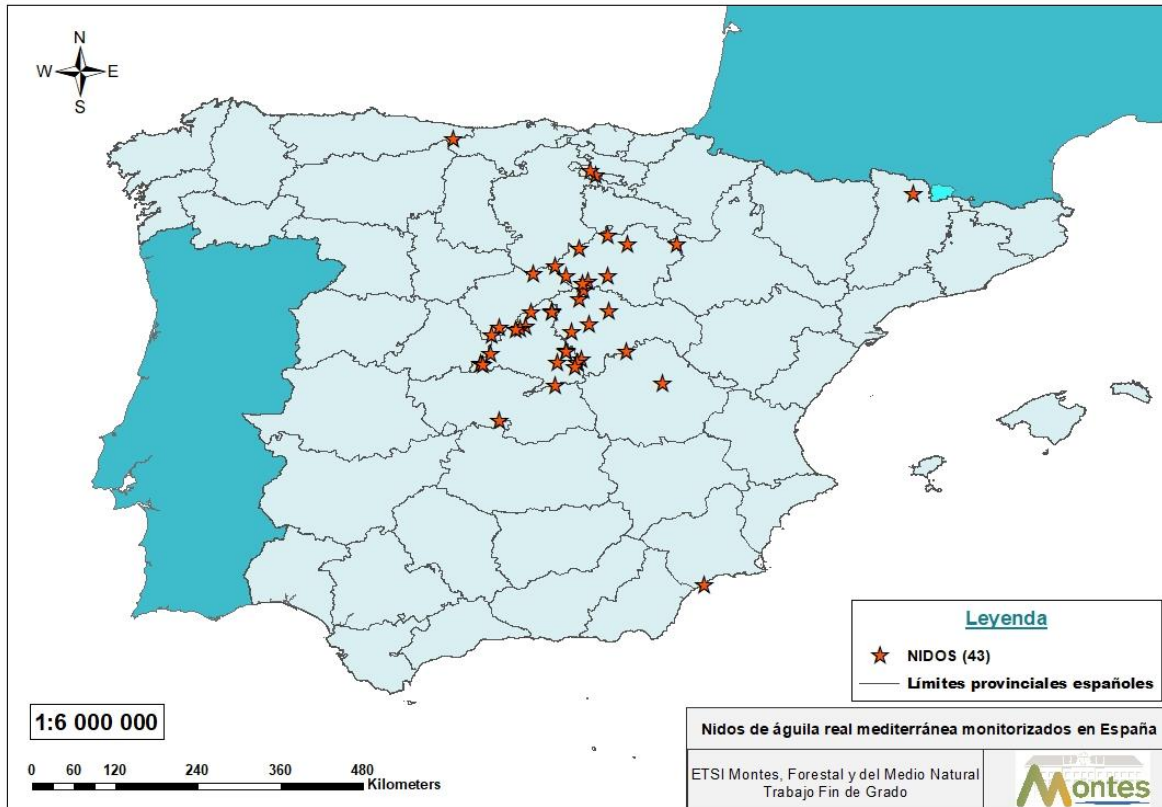


Figura 3. Mapa de los territorios de cría del águila real mediterránea (n=43) en la Península Ibérica entre el periodo 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

Los territorios se ubican en varias provincias españolas (Figura 3), concretamente: en la Comunidad de Madrid n=16, entre Madrid y Toledo n=2, en Guadalajara n=4, en Murcia n=1, en Cuenca n=2, en Lérida n=1, en Toledo n=1, en Soria n=10, entre Segovia y Burgos n=1, en Segovia n=2, en Álava n=2 y en Asturias n=1.

3.3. Marco de estudio

El presente documento se enmarca dentro de Aequilibrium+, un proyecto internacional, que surgió a finales del año 2016 como fruto de la unión de dos organizaciones sin ánimo de lucro: la Asociación del Corzo Español (ACE) y el Grupo TAGONIUS. La ACE se inicia con el objetivo de lograr un mejor conocimiento de las poblaciones de corzos (*Capreolus capreolus*, Linnaeus 1758) en España, promoviendo su estudio e investigación, con la finalidad de mejorar su caza, gestión y conservación (ACE, 2020). Por otro lado, el Grupo TAGONIUS se dedica principalmente a la conservación de la



naturaleza, centrándose en el Patrimonio Natural, Etnográfico e Histórico de todo el entorno de la denominada “Alcarria Madrileña”, referida a la zona del sureste de la Comunidad de Madrid bañada por el río Tajuña (de ahí el concepto en latín que da nombre a la asociación) (TAGONIUS, 2022).

Así, este proyecto se dedica al estudio de la ecología del águila real mediterránea y su relación con el entorno. Dado que es un superdepredador, el águila real es un eslabón clave en el ecosistema en el que habita; es por ello que inicialmente, las investigaciones del proyecto Aequilibrium se enfocaban en determinar hasta qué punto esta relación cazador-presa puede ser un aliado ante el control cinegético en el reciente incremento poblacional del corzo, actuando como regulador, así como los efectos que podía tener añadirlos a su dieta (tanto para la población corcina, como para el éxito reproductivo de la rapaz). Sin embargo, Aequilibrium+ ha ido evolucionando y con él sus objetivos y ambiciones. Actualmente, tiene como principal objetivo estudiar el efecto regulador de esta ave sobre la abundancia de especies que tiene como presa durante su periodo reproductor. El estudio busca demostrar la amplitud de la dieta de esta especie a lo largo de los diferentes ecosistemas de su área de distribución mundial y, por tanto, su función como un buen superdepredador.

Para conseguirlo, desde el 2016 el equipo utiliza diferentes métodos de monitoreo y control. Se encargan de explorar minuciosamente el territorio en busca de nuevas zonas con parejas potencialmente reproductoras, llegando a contar ya con un total de 317 nidos de águila real mediterránea monitoreados en la Península Ibérica hasta 2022 (228 nidos en el periodo de estudio 2017-2020). En aquellos en los que se ubican estaciones de fototrampeo, además también se recolectan egagrópilas, restos de presas y se instalan las cámaras durante el periodo reproductivo, para posteriormente analizarlo en gabinete. La diferencia de resultados mediante cada método, podría llegar a determinar un sesgo en el análisis de la dieta hasta la llegada de la tecnología.

El uso del fototrampeo le hace ser un proyecto novedoso, ya que supone agregar una fuente de información que permitirá saber con mayor precisión datos no conocidos hasta ahora (como el tipo de presa aportada, en qué cantidad, a qué hora, qué progenitor la trae, etc.), que son de valiosa importancia.

3.4. Obtención de datos

Al comienzo de la temporada reproductora, en febrero, se inicia el seguimiento de las parejas de águila real para constatar si estas muestran comportamientos de cortejo y comprobar qué parejas han tenido éxito reproductivo. A estas parejas se les hace un seguimiento exhaustivo para constatar los momentos clave de eclosión y crecimiento de los pollos.

Cuando estos tienen una edad estimada de entre los 35-50 días desde la apertura del huevo se accede al nido. Se elige este momento de su vida porque ya tienen el tamaño casi definitivo del metatarso. Una vez arriba, estos capturan con cautela a los pollos mediante una red, la caperuza y cuerdas embolsadas, bajo las condiciones de seguridad que impiden que salten del nido o se alteren y estresen. Posteriormente se procede al marcaje con anillas metálicas y anillas de lectura a distancia de PVC. Se toman medidas de morfometría y se realiza un chequeo sanitario que incluye extracción de sangre, revisión de aparato digestivo y extracción de parásitos si hubiese. Además, se toman muestras de ADN, conteo de las bandas de estrés y se mide la intensidad de carotenos de la cera del pico mediante PANTONE.



Además, en el nido se realiza un registro de presas *in situ* mediante dos protocolos: recogida de los restos viejos (sin masa cárnica) y fotografiado de todos los restos con escala métrica (sean antiguos o recientes) y, antes de devolver el/los polluelos, se coloca la estación de fototrampeo (Browning). Estas cámaras estarán grabando una media de 45 días, en un lugar estratégico del nido (cuidando el encuadre y los acoples) en las que recogerán toda la actividad de aportes de presa y comportamientos tanto de adultos como de los pollos.

Se han usado 4 modelos de cámaras BROWNING®: STRIKE FORCE HD, STRIKE FORCE ELITE, STRIKE FORCE HD PRO y SPEC OPS FULL HD. Todas ellas han sido configuradas para hacer fotografías con una resolución de 12 megapíxeles, y que se tomaran 3 fotos cada 20 segundos cuando detecten movimiento. Por último, se les añadió un retardo de obturación de 5 minutos.

Una vez que los pollos de águila han volado del nido y la cámara ya no registra actividad alguna, el equipo accede de nuevo, recoge las cámaras y se descarga toda la información contenida en las tarjetas SD. El director del proyecto Aequilibrium es el encargado de hacer un primer procesamiento de las imágenes, eliminando aquellas que no aportan información y registrando quién de los progenitores llega al nido, a qué hora y las presas aportadas ese día (anotando en cada una de ellas el grado de despiece, el rango de edad y si está vivo o muerto), para así poder procesar después los datos definitivamente sin ocasión de que existan posibles confusiones al transcribir los datos que se aprecian por segunda vez en las imágenes, a la base de datos de Excel.

En la base de datos se recopiló toda la información que aportaban las imágenes: 1) Número de identificación de la actividad, 2) Año, 3) Código de la cámara con la que se registró, 4) Fecha, 5) Hora de inicio de la actividad, 6) Hora de finalización de la actividad, 7) Sexo del progenitor en actividad, 8) Nombre del ejemplar, 9) Tipo de actividad, 10) Aportes de material, 11) Especie-presa aportada, 12) Clase de edad de la presa, 13) Estatus de la presa, 14) Grado de despiece de la presa, 15) Fotograma de inicio y final en que se puede identificar lo anterior, 16) Observaciones.

Dentro de la variable 9 (Tipo de actividad), existen varias posibilidades según el comportamiento de los progenitores al nido. Así, la actividad "Aporte de material" indica que a su llegada, el progenitor ha traído material vegetal que sirva para acomodar el nido. El tipo de material, como ramas de pino, nidos vacíos o paja, entre otros, se indican en la variable 10 (Aportes de material). La actividad "Aporte de presa" indica que se ha aportado una especie para la dieta del pollo. Las características de esa especie se detallan en las variables del 11 al 14. La actividad "Cebado con presa" indica que el progenitor se está encargando de darle de comer al pollo alguna presa en el nido. La actividad "Entrada a dormitorio" indica que el progenitor ha llegado al nido para quedarse durante toda la noche a dormir junto al pollo. La actividad "Incubando" indica que un progenitor se está encargando de incubar al pollo cuando aún no ha nacido. La actividad "Limpieza de nido" indica que el progenitor ha venido para recoger algún tipo de material ya inservible o que sea negativo para el nido. Y la actividad "Visita esporádica" indica que el progenitor aparece por el nido sólo para estar con el pollo, vigilar o ver cómo se encuentra, pero no hará ninguna de las actividades anteriormente mencionadas durante esa visita.

Las estaciones de fototrampeo son las que nos permiten elaborar la base de datos, por lo que se deberán analizar una a una para la correcta interpretación de cada nido.



3.5. Análisis de datos

A partir de la construcción de la base de datos, se trató de analizarlos mediante diferentes aplicaciones estadísticas, con el fin de obtener los resultados de los objetivos propuestos.

Análisis de la dieta

Para conseguir los resultados relativos a los tres primeros objetivos, se han analizado los datos obtenidos de las especies-presa incluidas en la dieta, para poder determinar aspectos de frecuencia, abundancia, diversidad de especies y biomasa, de la alimentación.

Estos datos se han procesado en RStudio versión 4.2.3 (www.r-project.org) (Ripley, 2001) y, mediante modelos de regresión lineal, se han establecido las gráficas de frecuencia y variabilidad de la cantidad y diversidad de especies o de biomasa, comparadas con la altitud cuando el modelo así lo requería. Para ello, en cada uno de los nidos monitoreados se ha relacionado la altitud (con un rango de amplitud entre los 100 a los 2.000 m.s.n.m que, para su mejor estudio, se dividió en tres secciones: de 100-800 m, de 800-1.200 m y de 1.200-2.000 m) con la frecuencia de presas traídas al nido (medida como número de presas/día) por un lado, y con la biomasa útil aportada por esas mismas presas por otro lado (medida como gramos aportados/día).

Concretamente, se ha recurrido a realizar estas comparaciones agrupando las presas por clases: mamíferos, aves, reptiles, y a su vez, los mamíferos fueron agrupados y comparados por órdenes: carnívoros, roedores, artiodáctilos y lagomorfos. Asimismo, debido a los cambios producidos en el medio y que llevaron al águila real mediterránea a modificar su dieta, se ha realizado una comparativa en frecuencia y biomasa de las 2 especies-presa en que más patente se hacía este cambio, el conejo y el corzo.

Por otra parte, en cuanto al cálculo de las tablas de biomasa útil, se han estimado mediante las especificaciones que sigue el estudio de Fernández y Leoz (1985). Para ello, se han buscado en la Enciclopedia de la Vida (eol.org/) los pesos medios de las masas corporales de adultos y crías de las especies-presa recogidas, salvo algunas excepciones. Si se trata de un reptil, se consideró para todos un peso medio del adulto de 200 g, como en Fernández y Leoz (1985). Si se trata de carcasas de pollo o presas en las que fue imposible conocer el grado de despiece o su clase de edad, no se realizan cálculos. Asimismo, para aquellas presas cuyo peso no se encontró en dicha fuente, o que la cantidad de individuos de esa presa sea de las más frecuentes, o que su peso adulto sobrepase los 500 g, en tal caso se recurre a contrastar diversas fuentes, indicadas a continuación, para una mayor precisión. Y en el caso de las crías, se consideraría como un tercio la masa corporal del adulto en los casos en que esta no supere los 500 g.

Las especies presa con pesos contrastados fueron las siguientes: *Corvus corone* (Prieto, 2016), *Herpestes ichneumon* (Palomares y Salvador, 2017), *Rupicapra pyrenaica* (Serdio et al., 2009), *Vulpes vulpes* (Tolosa, 2008; Onar et al., 2005; Farkas et al., 2017), *Capreolus capreolus* (Gaillard et al., 1993; Focardi et al., 2002), *Capra pyrenaica* (Toledano, 2007; Granados et al., 2001; Baraza y Zamora, 2007), *Oryctolagus cuniculus* (Bonino y Donadio, 2010; Soriguer, 1980; Arques y Peiro, 2005), *Corvus corax* (López del Pozo, 2019), *Lepus granatensis* (Duarte, 2000; Purroy y Salvador, 2017; Fernandez et al.,



2008), *Lepus europaeus* (Bonino y Amaya, 1985), *Tetrao urogallus* (Fameli, 2020; Rodríguez-Muñoz y Salvador, 2016), *Buteo buteo* (Tapia, 2016), *Columba palumbus* (Arroyo y de Alarcón, 1980; Martel, 2020), *Meles meles* (Virgós, 2017; Prieto *et al.*, 2017), *Accipiter gentilis* (Zuberogoitia y Martínez, 2015).

Por no aparecer en la web: *Cyanopica cooki* (Alarcos *et al.*, 2007), *Gallus gallus domesticus* (Apuno *et al.*, 2011), *Mustela putorius* (Palazón, 2010; Shump & Shump, 1978), *Sciurus vulgaris* (Hausser & Zwahlen, 1995) y *Sus scrofa* (Bauer *et al.*, 1998).

A continuación, se estima la biomasa útil consumida. Se multiplicó el número de individuos de cada especie presa por su peso medio. Seguidamente, se multiplicará el resultado por un 80%, para las especies de menos de 1 kg, y un 70% para las de más de 1 kg, como en Fernández y Leoz (1985). Y finalmente, el resultado se reducirá en un 50% si la presa ha sido entregada de manera parcial al nido.

También se ha evaluado, mediante el mismo procedimiento, la variación en la entrega de presas (tanto en frecuencia, como biomasa utilizable), analizando si esta relación variaba al tener en cuenta el progenitor (macho, hembra o no identificado) que hacía el aporte de presa. Por lo tanto, se hicieron 2 estudios con estos cálculos: evaluando frecuencia y biomasa útil aportada por día de cada una de las especies sin distinción alguna, y diferenciando el progenitor que había traído cada individuo.

Las tablas y gráficos de frecuencia y biomasa útil se construyeron mediante análisis en tablas dinámicas en Microsoft Excel.

Análisis de la dieta en función del uso del suelo

Para el estudio de la influencia de la dieta según el tipo de uso del suelo, se empleó ArcGIS (versión ArcMap 10.8.1) (Esri, 2018) (www.enterprise.arcgis.com/es/server/) y RStudio.

Para ello, en cada una de las ubicaciones de los nidos monitoreados se estableció, mediante un buffer, un área de 3.500 ha a su alrededor, correspondiente al área de campeo media de una pareja de águila real sugerido por Rodríguez Sanz (2019). Estas áreas fueron recortadas mediante un clip, con la capa del CORINE Land Cover (CNIG, 2023) a escala 1:100.000 para obtener los datos del tipo de uso de suelo de cada una de ellas. Después, tomando como referencia la codificación establecida en el CORINE, se han reclasificado en cinco categorías de usos del suelo, que son 1- Urbano, 2- Agrícola, 3- Bosque, 4- Matorral y 5- Puntos de agua. A continuación, se identificó el uso prioritario por cada territorio, con la finalidad de clasificarlos en una de las categorías anteriores.

Una vez hecho esto, los datos se trataron en RStudio para realizar un cálculo mediante modelos de regresión lineal, donde se relacionó la frecuencia de cada clase de presas (mamíferos, aves, reptiles e indeterminadas), en porcentaje, en cantidad (número de individuos) y biomasa útil para cada categoría de uso del suelo. Asimismo, también se estudiaron los órdenes de mamíferos (lagomorfos, artiodáctilos, carnívoros y roedores), igualmente como porcentajes de frecuencia en relación con cantidad y biomasa para cada tipo de entorno. Esto resultó en cuatro gráficos de barras atendiendo al estudio de las variaciones de la dieta de la rapaz en función del tipo de uso.



Análisis del comportamiento

Asimismo, para completar el cuarto objetivo planteado, se realizó el análisis de las imágenes de las estaciones de fototrampeo, donde se han registrado los comportamientos tanto de los adultos como de los pollos.

Para su tratamiento, se han realizado tablas dinámicas mediante Microsoft Excel que permitan averiguar si existen patrones de comportamiento similares entre las parejas reproductoras de diferentes puntos de España, junto con patrones de relación con sus pollos a la hora de criarlos. Para ello, en cada uno de los análisis se despreciaron las entradas de Excel que no aportaban los datos necesarios.

En primer lugar, se llevó a cabo una tabla para analizar la frecuencia (en número de especies y en porcentaje) con la que ocurría cada una de las diferentes actividades de los progenitores en los nidos, comparándolas entre sexos (macho, hembra y no identificado). Así, se puede evaluar el número de ocasiones que acude cada uno de ellos al nido, la importancia de cada progenitor para cada actividad y la frecuencia que presenta cada tarea durante el periodo de cría.

Seguidamente, se procedió a elaborar una nueva tabla que, filtrando únicamente las entradas de Excel correspondientes a la actividad de “Aporte de presa”, nos permitiera comparar por progenitor, las diferentes características en las que se fueron entregando las presas (grupo de edad: adulto, subadulto o cría, estatus: vivo o muerto, y grado de despiece: entero o parcial). De esta manera, se mostrarán las estadísticas de entregas según estos atributos y la importancia que adquiere cada progenitor en cada una de ellas.

Asimismo, se evaluó la variación en la frecuencia de cada actividad dependiendo de la hora del día en la que se realizasen. Para ello las horas del día se agruparon en tres rangos, siendo las mañanas de 6 AM a 12 PM (incluido), las tardes de 13 PM a 19 PM (incluido) y las noches de 20 PM a 0 AM (incluido). Dichos datos se clasificaron según el progenitor que hubiese realizado cada entrada de tarea, para así obtener resultados sobre la cantidad de actividad producida durante las franjas horarias (en porcentaje de frecuencia respecto al total de acciones), así como el horario que se tiende a establecer para la ejecución de cada tarea registrada en los nidos y qué progenitor tiende a predominar en cada franja.

En cuanto al estudio de los horarios que suele llevar esta rapaz, también se estudió el componente horario en las entregas de diferentes tipos de presas durante el día. Para ello, se elaboró un gráfico que relacionó la cantidad de presas (estimada como número de individuos aportados) que traían en cada hora del día. Estas fueron clasificadas por clases: mamíferos, aves, reptiles e indeterminadas.

Por último, para completar el estudio sobre el comportamiento del águila real mediterránea durante el periodo de cría, se procedió a estudiar el momento en que los progenitores comienzan a traer presas vivas al nido, con la intención de que sus polluelos aprendan a cazar para valerse por sí mismos en el futuro. Esto fue posible gracias a que Aequilibrium+ registra la edad estimada del pollo que monitorean cuando lo analizan al bajarlo del nido. Estos datos, junto con la fecha que las cámaras de fototrampeo aportan del día en que cada cámara registra un aporte que se ha clasificado como vivo, permite apuntar cuántos días de vida tiene el pollo en el momento de ese aporte. Esa información se traslada a un histograma, donde al relacionar la cantidad de presas vivas aportadas (estimadas como número de individuos) con las edades de los pollos (estimadas como días de vida), se observa entre qué edades se concentran los aportes vivos de aprendizaje de caza.



4.- RESULTADOS

4.1. Análisis de las fotografías de *Aequilibrium*

La revisión de las imágenes recogidas por las cámaras en cada nido, permitió la identificación de 57 especies presa distintas, sumando un total de 1.700 individuos aportados. De entre ellos, también se ha contabilizado que hubo presas a las que no se pudo identificar, clasificando así como indeterminadas a 132 (un 8,33 % del total de los aportes trabajados).

Todo el conjunto de imágenes analizadas alcanza alrededor de unas 50.154 fotografías en total (9.006 en 2017 (n=15 nidos), 9.978 en 2018 (n=9 nidos), 18.356 en 2019 (n=15 nidos) y 12.814 en 2020 (n=10 nidos)), lo que se traduce en 4.528 entradas en la base de datos de Excel. Estas imágenes corresponden al monitoreo de un total de 49 nidos de águila real mediterránea, durante los periodos reproductores comprendidos entre 2017 – 2020.

4.2. Composición de la dieta

Frecuencias y biomasa útil según especie presa

Las especies aportadas a la dieta de los pollos han sido clasificadas en clases, de ellas se observa que los mamíferos suponen un 49,68% (n= 787) de las entregas, las aves son un 30,55% (n= 484) y los reptiles llegan al 11,42% (n= 181) (Tabla 1).

De todo el conjunto de presas, cabe destacar que los conejos (*Oryctolagus cuniculus*) fueron los suministrados con mayor frecuencia, con 462 individuos (29,17%). Les siguen las palomas torcazas (*Columba palumbus*) con 270 especímenes (17,05%) y las liebres ibéricas (*Lepus granatensis*) con 158 individuos (9,97%).

Individualmente para cada clase, la especie de mamífero más consumido fue el conejo, en las aves fue la paloma torcaza y en los reptiles fue el lagarto ocelado (*Timon lepidus*) con un 3,72% (n= 59).

En cuanto a la biomasa útil a disposición, un total de 905,41 kg, los mamíferos representaron el 82,18% de esta cifra, las aves el 14,86% y los reptiles el 2,96% (Tabla 1).

Las especies con mayor relevancia en biomasa fueron el conejo (37,49%), la liebre ibérica (17,29%) y el corzo (9,82%). Para los mamíferos, la especie que mayor biomasa aportó fue el conejo, en las aves la paloma torcaza (9,56%) y en los reptiles el lagarto ocelado (1,02%).



Tabla 1. Frecuencia de entrega de especies presa a los nidos en las temporadas de cría de 2017 a 2020. Se muestra la frecuencia (en número y porcentaje), la masa corporal media de adultos y crías (en gramos) y la biomasa útil consumida (en gramos y porcentaje).

Especie aportada	Frecuencia		Masa corporal (Adulto)	Masa corporal (Cría)	Biomasa útil consumida	
	nº	%	g	g	g	%
MAMÍFEROS						
<i>Arvicola sapidus</i>	1	0.06	220.00	73.33	176.00	0.02
<i>Arvicola terrestris</i>	1	0.06	120.00	40.00	96.00	0.01
<i>Capra pyrenaica</i>	11	0.70	55000.00	2400.00	31010.00	3.42
<i>Capreolus capreolus</i>	73	4.61	22500.00	1600.00	88917.50	9.82
<i>Felis catus</i>	1	0.06	2884.80	-	2019.36	0.22
<i>Herpestes ichneumon</i>	2	0.13	2850.00	-	1995.00	0.22
<i>Lepus europaeus</i>	20	1.26	3740.00	2100.00	40615.40	4.49
<i>Lepus granatensis</i>	158	9.97	2250.00	500.00	156547.50	17.29
<i>Martes foina</i>	2	0.13	1541.00	-	2157.40	0.24
<i>Meles meles</i>	3	0.19	7300.00	2000.00	8960.00	0.99
<i>Mustela putorius</i>	1	0.06	1000.00	-	350.00	0.04
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	462	29.17	1750.00	214.00	339473.80	37.49
<i>Rattus norvegicus</i>	1	0.06	320.00	106.67	256.00	0.03
<i>Rupicapra pyrenaica</i>	12	0.76	-	1450.00	9135.00	1.01
<i>Sciurus vulgaris</i>	8	0.51	350.00	-	2240.00	0.25
<i>Sus scrofa</i>	11	0.70	-	3157.50	17682.00	1.95
<i>Tetrao urogallus</i>	1	0.06	2900.00	-	2030.00	0.22
<i>Vulpes vulpes</i>	19	1.20	6350.00	2650.00	40407.50	4.46
Total Mamíferos	787	49.68			744068.46	82.18

Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.



AVES						
<i>Accipiter gentilis</i>	1	0.06	867.00	289.00	231.20	0.03
<i>Alectoris rufa</i>	60	3.79	450.00	150.00	17280.00	1.91
<i>Anas platyrhynchos</i>	1	0.06	843.00	-	674.40	0.07
<i>Asio otus</i>	1	0.06	296.00	98.67	236.80	0.03
<i>Buteo buteo</i>	1	0.06	730.00	-	584.00	0.06
<i>Ciconia ciconia</i>	1	0.06	3443.00	1700.00	595.00	0.07
<i>Circus pygargus</i>	1	0.06	310.00	103.33	248.00	0.03
<i>Columba livia</i>	23	1.45	354.00	118.00	6372.00	0.70
<i>Columba palumbus</i>	270	17.05	500.00	287.00	86578.00	9.56
<i>Corvus corax</i>	5	0.32	947.40	-	3789.60	0.42
<i>Corvus corone</i>	8	0.51	500.00	-	3000.00	0.33
<i>Corvus monedula</i>	1	0.06	250.00	83.33	66.67	0.01
<i>Coturnix coturnix</i>	3	0.19	96.00	32.00	179.20	0.02
<i>Cuculus canorus</i>	1	0.06	111.60	37.20	89.28	0.01
<i>Cyanopica cooki</i>	10	0.63	70.00	23.33	186.66	0.02
<i>Falco tinnunculus</i>	1	0.06	183.00	61.00	146.40	0.02
<i>Galerida cristata</i>	3	0.19	43.00	14.33	103.20	0.01
<i>Gallus gallus domesticus</i>	9	0.57	1300.00	35.00	3668.00	0.41
<i>Garrulus glandarius</i>	37	2.34	160.00	53.33	3818.66	0.42
<i>Lanius senator</i>	1	0.06	63.00	21.00	50.40	0.01
<i>Myiopsitta monachus</i>	2	0.13	120.00	40.00	192.00	0.02
<i>Pica pica</i>	1	0.06	217.00	72.33	173.60	0.02
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	2	0.13	211.00	70.33	337.60	0.04
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	18	1.14	277.00	92.33	3988.80	0.44
<i>Streptopelia decaoto</i>	2	0.13	149.00	49.67	79.47	0.01
<i>Streptopelia turtur</i>	2	0.13	132.00	44.00	140.80	0.02
<i>Strix aluco</i>	1	0.06	472.00	157.33	377.60	0.04
<i>Sturnus unicolor</i>	1	0.06	100.00	33.33	80.00	0.01
<i>Turdus merula</i>	9	0.57	103.00	34.33	631.73	0.07
<i>Turdus philomelos</i>	1	0.06	68.00	22.67	18.13	0.00
<i>Turdus viscivorus</i>	7	0.44	117.00	39.00	655.20	0.07
Total Aves	484	30.55			134572.41	14.86

Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.



REPTILES							
<i>Coronella austriaca</i>	2	0.13	200.00	66.67	320.00	0.04	
<i>Malpolon monspessulanus</i>	54	3.41	200.00	66.67	7840.02	0.87	
<i>Natrix maura</i>	2	0.13	200.00	66.67	320.00	0.04	
<i>Natrix astreptophora</i>	1	0.06	200.00	66.67	160.00	0.02	
<i>Testudo graeca</i>	13	0.82	200.00	66.67	2080.00	0.23	
<i>Timon lepidus</i>	59	3.72	200.00	66.67	9280.00	1.02	
<i>Zamenis longissimus</i>	1	0.06	200.00	66.67	160.00	0.02	
<i>Zamenis scalaris</i>	49	3.09	200.00	66.67	6613.34	0.73	
Total Reptiles	181	11.42			26773.35	2.96	
Indeterminadas	132	8.33			-	-	
TOTAL	1584	100			905414.22	100	



Además, al realizar la identificación del progenitor que traía cada aporte al nido, se puede ver que las aves fueron la clase más entregada por los machos (42,97%; n= 254), y en cambio las hembras entregaron más mamíferos (60,08%; n= 310) (Anexo 1). Sin embargo, en biomasa útil, los machos aportaron más en mamíferos (68,04%), al igual que las hembras (89,82%). Los reptiles se mantuvieron en último lugar en cuanto a frecuencia y biomasa, tanto para los machos (11,17% en cantidad y 4,01% en biomasa) como para las hembras (12,02% en cantidad y 2,39% en biomasa); donde además quedan datos muy igualados entre progenitores (Anexo 1).

Adicionalmente, observando los resultados totales por sexos, se puede ver que el número de individuos que trae el macho es ligeramente mayor (n=591) que el de la hembra (n=516). En cambio, en biomasa útil aporta mucho más la hembra (386,47 kg) que el macho (241,62 kg) (Anexo 1).

Variaciones de la dieta según la altitud

En el estudio de la frecuencia y biomasa útil de las especies presa, se observó una correlación entre la altitud y el número de días de actividad de las cámaras, revelando patrones alimentarios comunes en las parejas a diferentes altitudes. Las parejas con nidos en los territorios con una menor altitud, comprendida entre los 100 y los 800 m.s.n.m (n= 13 nidos) basaron su dieta en aves y, sobre todo, mamíferos (Figura 4A). Destaca muy significativamente la contribución en biomasa de los mamíferos (Figura 5B). De entre los órdenes de mamíferos, se muestra que las entregas se centran especialmente en lagomorfos, siendo el grupo más frecuente y que mayor biomasa aportó (Figura 4C y 4D). En este rango de altitud, los carnívoros y roedores presentan cantidades casi despreciables de presas, al igual que en biomasa.

Las parejas con nidos situados en el rango altitudinal medio, comprendido entre los 800 y los 1.200 m.s.n.m (n= 19 nidos) basaban igualmente su dieta en mamíferos y aves. Sin embargo, la cantidad de los primeros no fue tan elevada respecto al rango de altitud anterior (Figura 4A), aunque sigue siendo la clase que más biomasa aportó (Figura 4B). Enfocándonos en ellos, los lagomorfos siguen siendo el orden más frecuente (Figura 4C) y que mayor biomasa proporcionó, seguida de los artiodáctilos (Figura 4D).

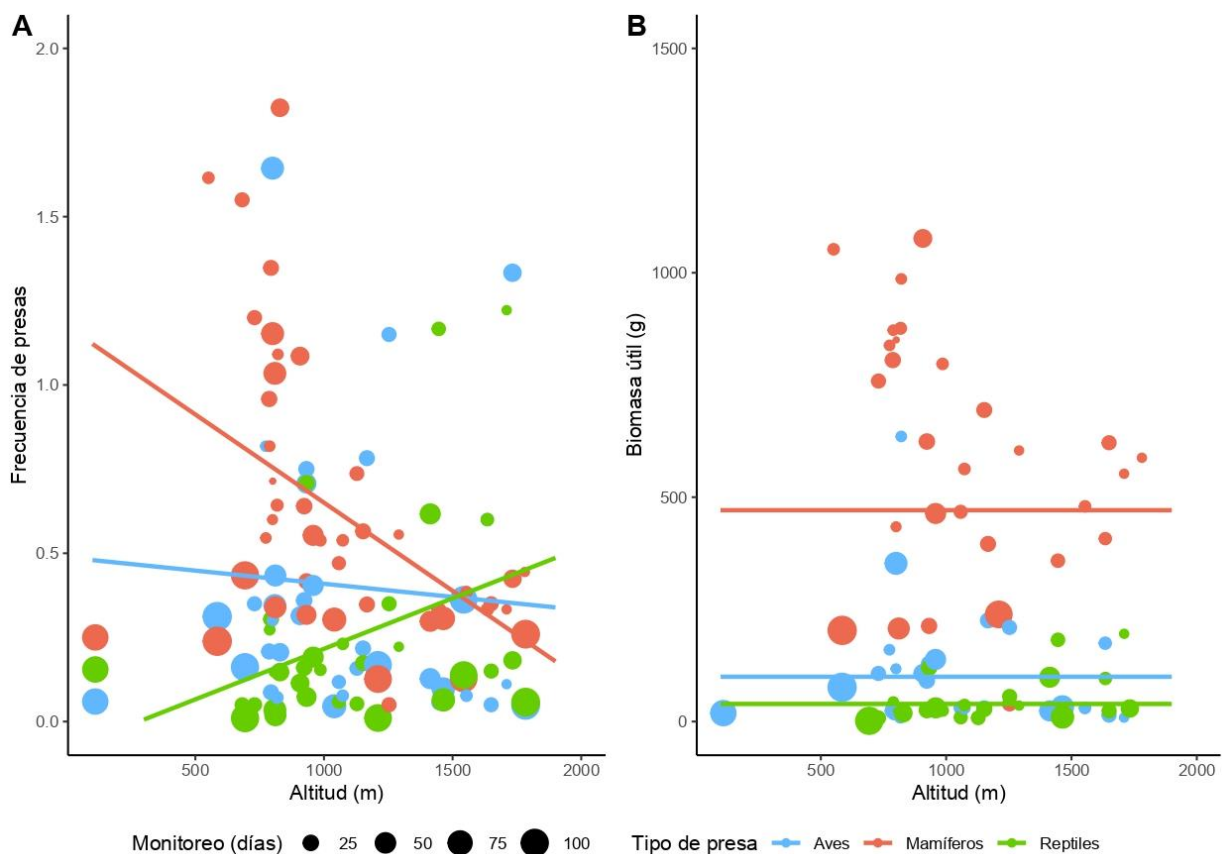
En el rango altitudinal más alto, comprendido entre los 1.200 y los 2.000 m.s.n.m (n= 15 nidos), las parejas nidificantes suministran la mayor parte de la biomasa a través de los mamíferos (Figura 4B). Sin embargo, en frecuencia se presentan dos escenarios; la dieta se sigue basando en mamíferos y aves hasta los 1.550 m de altitud aproximadamente, donde se produce un punto de inflexión y a partir de esta altitud primarán los reptiles y las aves en su alimentación (Figura 4A). Respecto a los órdenes de mamíferos, los lagomorfos siguen como el grupo más frecuente (Figura 4C), aunque en biomasa útil lo son hasta los 1.300 m de altitud aproximadamente, punto en el cual pasan a ser los artiodáctilos los que mayor biomasa aportarán (Figura 4D).

En conjunto, el número de aportes de mamíferos al nido disminuyó con la altitud (p-valor= 0.02) (Figura 4A). Sin embargo, a mayor altitud el aporte de reptiles aumentó (p-valor= 0.08) (Figura 4A). Este patrón se observa hasta los 1.550 m de altitud, a partir del cual se revierte la situación en la dieta. En líneas generales, en nidos muy altos la cantidad de presas disminuye considerablemente (rango entre 0.7 y



0.3; Figura 4) y las clases predominantes son los reptiles y aves. En cuanto a la biomasa útil, los mamíferos supusieron un aporte significativamente mayor (aproximadamente los 500 g) (p -valor < 0.001) frente a la clase de las aves (en torno a 150 g) y los reptiles (en torno a 100 g) (Figura 4B).

Dentro de la clase mamíferos, el número de aportes del orden lagomorfos, a pesar de no ser significativo (p -valor = 0.18), tiende a disminuir muy acusadamente según aumenta la altitud (Figura 4C). Por el contrario, los artiodáctilos tienden a ir creciendo de manera moderada al aumentar la altitud, a pesar de no ser estadísticamente significativo (p -valor = 0.77) (Figura 4C). Los carnívoros y los roedores se mantienen, siendo en los dos casos cantidades casi despreciables de presas. En cuanto al análisis de biomasa útil aportada, la de los lagomorfos disminuye muy drásticamente al aumentar la altitud (p -valor = 0.001) (Figura 4D). En cambio, la biomasa útil de los artiodáctilos actúa al contrario, crece significativamente al aumentar la altitud (Figura 4D).



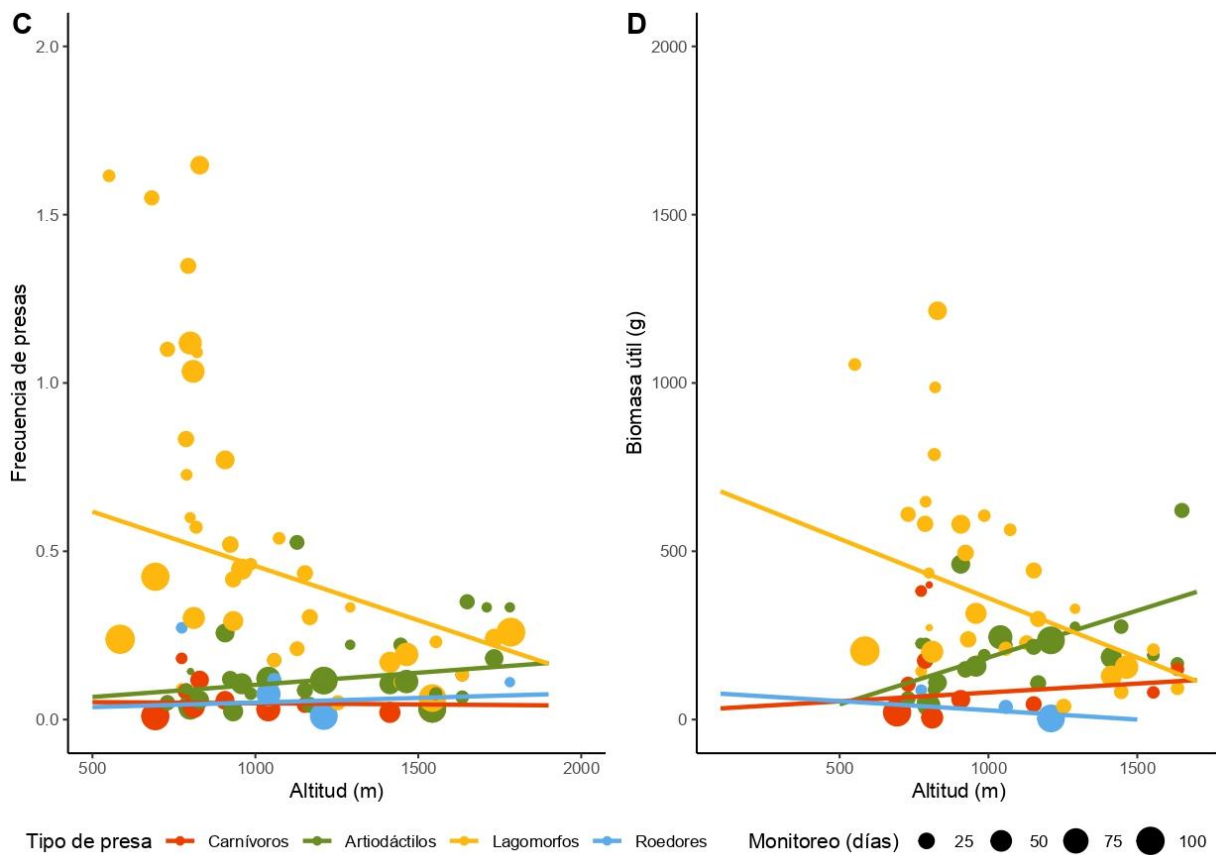


Figura 4. A). Frecuencia de entrega (número de presas/día) en función de la altitud (metros), de los tipos de presa agrupados por clases: Aves (en azul), mamíferos (en rojo) y reptiles (en verde), con respecto a los días totales monitoreados, en el periodo de estudio 2017 a 2020. **B).** Biomasa útil aportada (gramos/día) a los nidos en función de la altitud (metros), de los tipos de presas agrupadas en clases: Aves (en azul), mamíferos (en rojo) y reptiles (en verde), respecto a los días totales monitoreados, en el periodo de estudio 2017 a 2020. **C).** Frecuencia de entrega (número de presas/día) de los tipos de presa de mamíferos agrupados por órdenes: Carnívoros (en rojo), Artiodáctilos (en verde), Lagomorfos (en amarillo) y Roedores (en azul), con respecto a los días totales monitoreados en función de la altitud, en el periodo de estudio 2017 a 2020. **D).** Biomasa útil (gramos/día) de los tipos de mamíferos presa agrupados por órdenes: Artiodáctilos (en verde), Carnívoros (en rojo), Lagomorfos (en amarillo) y Roedores (en azul), respecto a los días totales monitoreados en función de la altitud, en el periodo de estudio 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

Enfoque en las especies-presa objeto de estudio. Corzos y conejos

En la Figura 5 se puede observar que los polluelos en nidos entre los 100 y los 800 m.s.n.m ($n=8$), reciben un aporte de biomasa útil de Artiodáctilos basado principalmente en corzos. Este patrón sigue ocurriendo en el rango de altitud de 800 a 1.200 m.s.n.m ($n=11$). En cambio, en los nidos más altos, comprendidos entre los 1.200 a 2.000 m.s.n.m, las presas de Artiodáctilos ($n=11$) sufren un cambio; aunque el corzo seguirá como el mayor aporte de biomasa útil, llegados a los 1.700 metros aproximadamente, es la cabra montesa la que desbanca al corzo, convirtiéndose en la presa que mayor biomasa aporta a partir de esa altitud. Puesto que el rebeco tiene únicamente la representación de un solo nido, su línea de regresión no refleja fielmente la realidad, por lo que no puede ser interpretada.



Como ya se producía en la Figura 4D, los Artiodáctilos tienden a aumentar la biomasa útil aportada al aumentar la altitud. En esta figura ocurre lo mismo, pero de manera más diferenciada: *Capra pyrenaica* crece de manera más acusada que *Capreolus capreolus* (p-valor= 0.813) y *Sus scrofa* (p-valor= 0.832). Además, la cabra y el rebeco tienen pendientes más fuertes que las demás especies.

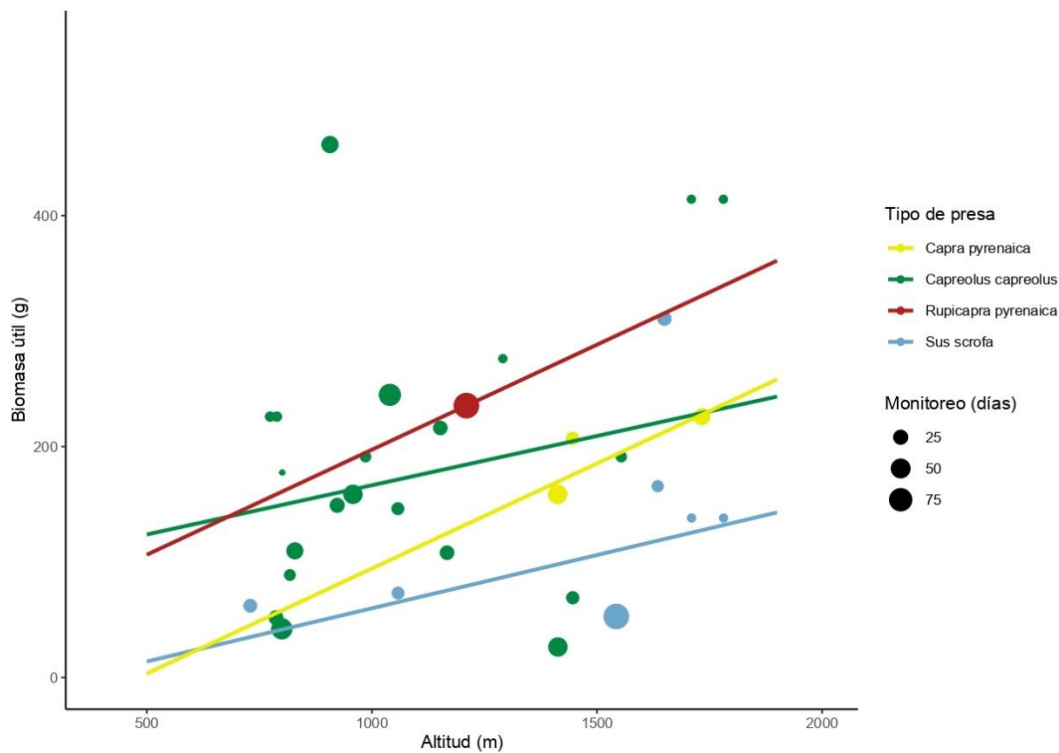


Figura 5. Resumen del resultado de la regresión lineal al comparar la biomasa útil de los Artiodáctilos presa con la altitud; Cabra montés (*Capra pyrenaica* en amarillo), Corzo (*Capreolus capreolus* en verde), Rebeco (*Rupicapra pyrenaica* en rojo) y Jabalí (*Sus scrofa* en azul), con los días totales monitoreados en función de la altitud, en el periodo de estudio 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

En el análisis de la frecuencia y biomasa útil del corzo y el conejo, en función de la altitud y número de días monitoreados, se puede ver que los polluelos ubicados en nidos comprendidos entre los 100 y 800 m.s.n.m (n= 13 nidos) predominan los conejos en su dieta, tanto en frecuencia (Figura 6A) como biomasa (Figura 6B). Tanto es así, que se observa un pico de aportes de conejo hacia los 750-800 metros aproximadamente (Figura 6A). En el siguiente rango altitudinal, de 800 a 1.200 m.s.n.m (n= 25 nidos), las entregas se siguen centrando en conejos, aunque en biomasa útil se observa que se revierte la situación, predominando la biomasa aportada de *Capreolus capreolus*, frente a la de *Oryctolagus cuniculus*, en torno a los 1.150 metros de altitud. Finalmente, en los nidos de mayor altitud, de 1.200 a 2.000 m.s.n.m (n= 18 nidos) la frecuencia de presas sigue siendo mayor la del conejo hasta los 1.500 metros aproximadamente, donde pasará a serlo el corzo (Figura 6A). En cuanto a su biomasa útil, es el corzo el mayoritario en todo el rango altitudinal (Figura 6B).



El número de aportes de conejos fue disminuyendo significativamente al aumentar la altitud (p-valor= 0.017), en cambio, los de corzo aumentaron poco a poco con la altitud (p-valor< 0.05) (Figura 6A). Asimismo, se produce el mismo patrón en cuanto a biomasa útil (Figura 6B), con un descenso acusado del conejo (p-valor= 0.107) y un crecimiento del corzo (p-valor< 0.05).

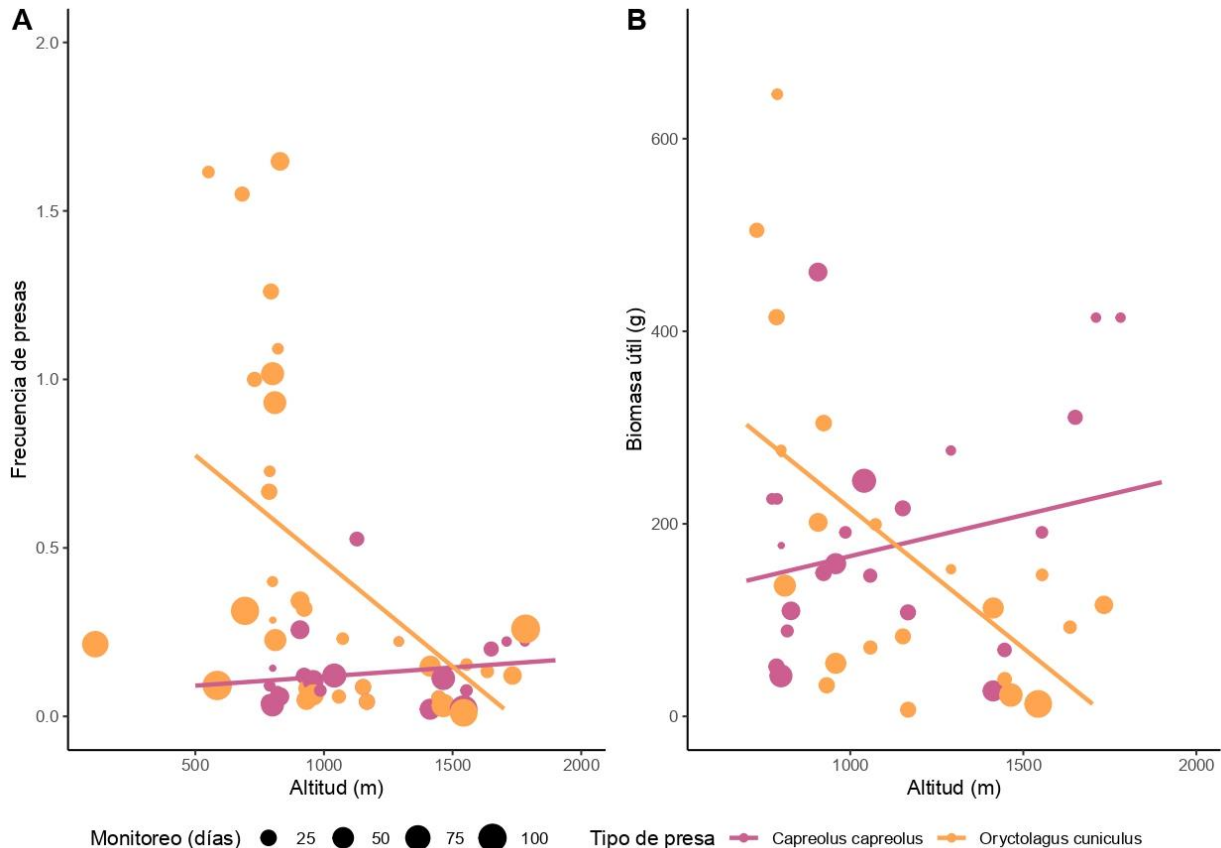


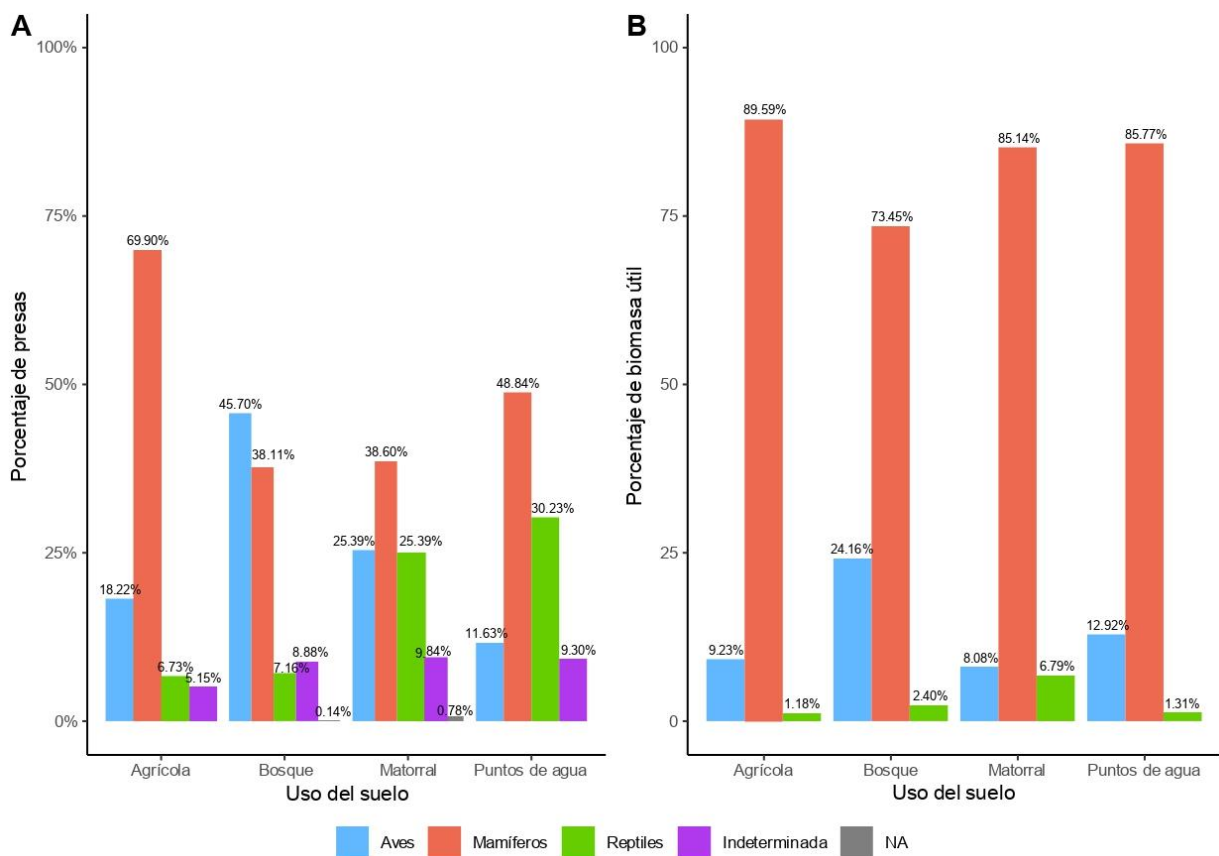
Figura 6. A). Frecuencia de entrega de las especies presa de conejos y corzos en función de la altitud en el periodo de estudio 2017 a 2020. **B).** Biomasa útil de las especies-presa Conejo (*Oryctolagus cuniculus* en naranja) y Corzo (*Capreolus capreolus* en rosa), con los días totales monitoreados en función de la altitud, en el periodo de estudio 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

Variaciones de la dieta según el uso del suelo

En relación con el uso del suelo predominante en los territorios de águila real, se observa que, en los territorios con uso mayoritario agrícolas, los mamíferos tienen una clara predominancia en la dieta (69,90%) (Figura 7A). Entre ellos, los lagomorfos representaron el 91,50% del total (Figura 7C). Las zonas ubicadas en terrenos denominados como bosques, entregaron mayor cantidad de aves (un 45,70%), si bien es cierto que en este caso los mamíferos se quedan muy próximos (con un 38,11%) (Figura 7A). Y de entre esos mamíferos, los lagomorfos (con un 83,08%) siguieron como el orden predominante (Figura 7C). En las zonas de matorral y puntos de agua, se ve un considerable aumento de los reptiles; de hecho,



en los territorios de matorral, los mamíferos predominan con un 38,60%, pero las aves y los reptiles (25,39% para los dos casos) le siguen de cerca igualados (Figura 7A). En cuanto a los órdenes de mamíferos, cabe destacar que aun siendo los lagomorfos los que se entregaron mayoritariamente (54,36%), los artiodáctilos adquieren aquí mayor importancia que en otros territorios (con un 40,27%) (Figura 7C). Por último, en el único nido donde el uso predominante son los puntos de agua (proximidad a la costa), el aumento de reptiles se hace igualmente patente, donde los mamíferos adquieren un 48,84% y los reptiles un 30,23% (Figura 7A). En cuanto a los mamíferos, es conveniente destacar que se reduce la variedad de órdenes de 4 a sólo 2, en su mayoría lagomorfos (95,24%) y roedores (4,76%) (Figura 7C).



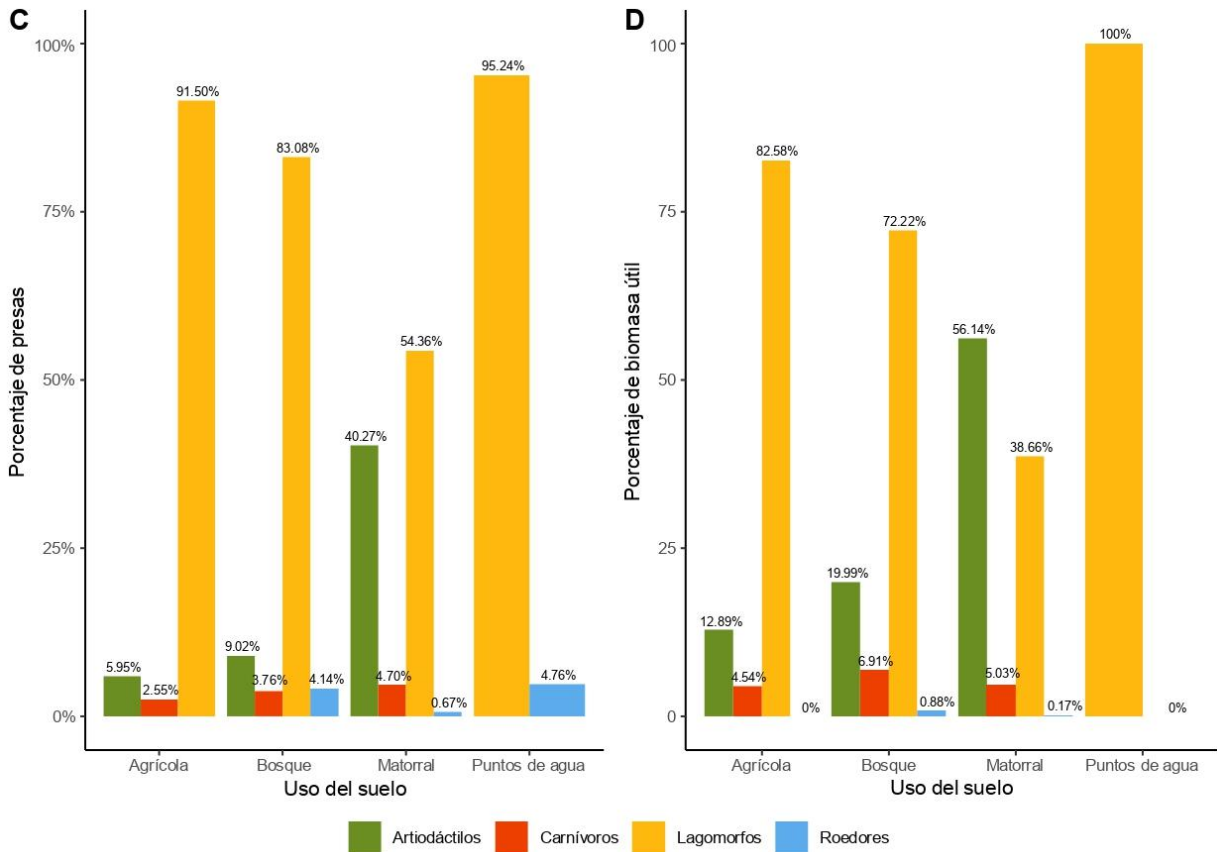


Figura 7. A). Porcentaje de presas en función del tipo de uso del suelo, clasificando por clases: Aves (en azul), mamíferos (en rojo), reptiles (en verde) e indeterminadas (en morado), en el periodo de estudio 2017 a 2020. **B).** Porcentaje de biomasa útil aportada en función del tipo de uso del suelo, clasificando en clases: Aves (en azul), mamíferos (en rojo), reptiles (en verde) e indeterminadas (en morado), en el periodo de estudio 2017 a 2020. **C).** Porcentaje de presas en función del tipo de uso del suelo, clasificando por órdenes de mamíferos en: Carnívoros (en rojo), Artiodáctilos (en verde), Lagomorfos (en amarillo) y Roedores (en azul), en el periodo de estudio 2017 a 2020. **D).** Porcentaje de biomasa útil aportada en función del tipo de uso del suelo, clasificando por órdenes de mamíferos: Artiodáctilos (en rojo), Carnívoros (en verde), Lagomorfos (en amarillo) y Roedores (en azul), en el periodo de estudio 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

Asimismo, al estudiar la biomasa útil aportada, fue con diferencia la de los mamíferos la más importante para todos los usos del suelo (89,59% en agrícola, 73,45% en bosque, 85,14% en matorral y 85,77% en puntos de agua), donde las demás clases tuvieron poca importancia (Figura 7B). Además, en los mamíferos se mantuvo el patrón que se dio para la frecuencia, ya que los lagomorfos aportaron mayor cantidad de biomasa útil en todos los usos menos en matorral, que predominaron los artiodáctilos, si bien es cierto que los lagomorfos se mantuvieron muy próximos a estos (un 56,14% y un 38,66% respectivamente). Finalmente, hay que destacar que en los puntos de agua la biomasa es totalmente de lagomorfos, sin aportes de ningún otro orden (Figura 7D).



4.3. Análisis del comportamiento

Actividades por progenitor

Para analizar el comportamiento de los progenitores durante el periodo de cría, se ha realizado una comparativa entre sexos de las principales actividades que suelen ocurrir en los nidos (Tabla 2). Los datos revelan diversos tipos de resultados:

1.- Número de veces que acuden los padres al nido: entre todas las actividades analizadas, los machos realizaron 747 acciones, frente a las 2879 de las hembras (se contabilizaron 575 acciones no identificadas). De entre las acciones, “Aporte de presa”, fue la predominante en los machos con un 85,94% y en el caso de las hembras, fue el “Cebado con presa” con un 39,70%.

2.- Importancia de cada progenitor para cada una de las actividades: centrándonos en las actividades, el 7,94% (n=37) del material aportado para la construcción del nido fue entregado por los machos y el 78,76% (n=367) por hembras, mientras que el 13,31% (n=62) de los casos no se pudieron identificar. El 38,08% (n=642) de las presas fueron aportadas por los machos, el 32,98% (n=556) por hembras y el 28,94% (n=488) fueron imposibles de identificar el sexo. A la hora de cebar, los machos abarcaron un 0,69% (n=8), en cambio las hembras un 98,96% (n=1143) y el 0,35% (n=4) no se identificaron. En cuanto a la cantidad de noches que los progenitores se quedaron a dormir con los pollos, los machos durmieron con ellos un 0,92% (n=2), las hembras un 98,17% (n=214) y no identificados un 0,92% (n=2). A pesar de haber una única estación de fototrampeo que grabe antes del nacimiento del pollo, lo que hace que no sea suficientemente representativa de la actividad “Incubando”, los resultados identifican puntualmente los momentos de incubación, resultando un 12,35% (n=10) para machos y un 87,65% (n=71) para hembras. A la hora de limpiar el nido, los machos comprenden un 3% (n=1) y las hembras un 98% (n=39). Por último, las visitas esporádicas se producían en un 8,47% (n=47) por parte de los machos, en un 88,11% (n=489) por las hembras y en un 3,42% (n=19) no se pudieron identificar.

3.- Frecuencia de cada actividad durante la crianza: la actividad “Aporte de presa” fue la dominante durante el periodo de crecimiento del pollo (40,13%; n=1686), seguido por “Cebado con presa” (27,49%; n=1155), en cambio, la actividad “Limpieza de nido” fue la que menos se realizó (0,95%; n=40).

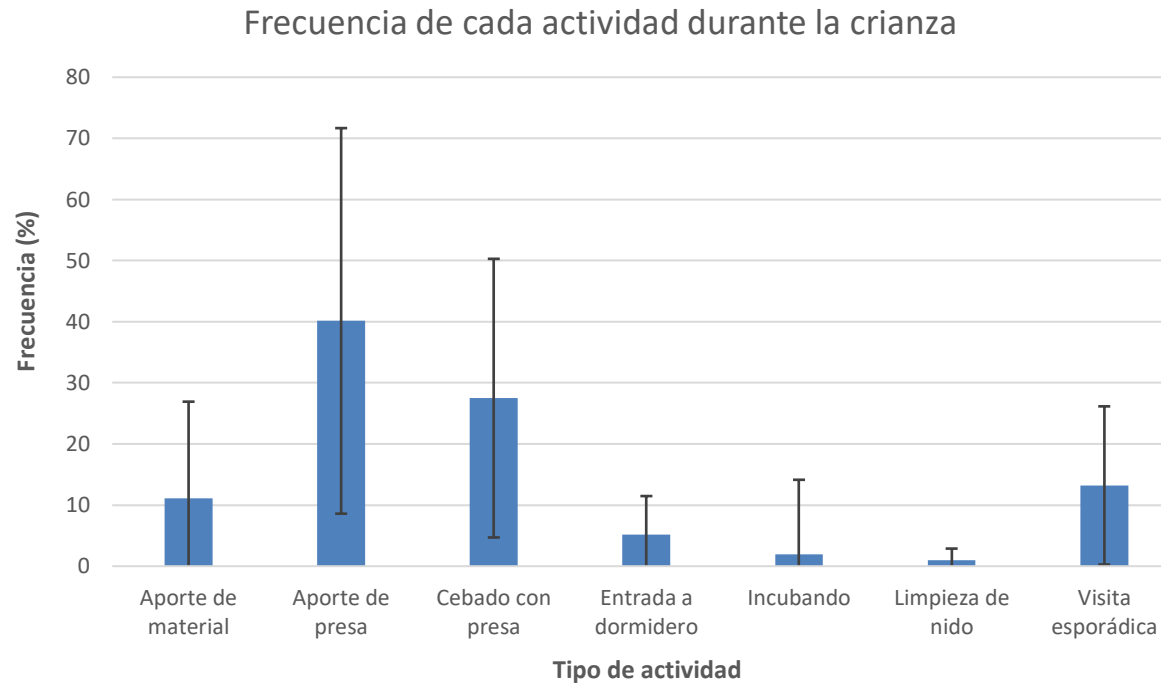


Figura 8. Para el total de actividades, análisis de la frecuencia de realización de cada una durante la crianza de los pollos. Datos en conjunto, para ambos sexos.



Tabla 2. Análisis del comportamiento de los progenitores (en número de acciones y porcentaje) según el tipo de actividad registrada en el nido.

Tipo de Actividad	Sexo del progenitor						TOTAL	TOTAL (% de actividad para cada sexo respecto al total de dicha actividad)			
	Macho		Hembra		No identificado						
	nº	%	nº	%	nº	%					
Aporte de material	37	4.95	367	12.75	62	10.78	466	11.09	7.94	78.76	13.31
Aporte de presa	642	85.94	556	19.31	488	84.87	1686	40.13	38.08	32.98	28.94
Cebado con presa	8	1.07	1143	39.70	4	0.70	1155	27.49	0.69	98.96	0.35
Entrada a dormitorio	2	0.27	214	7.43	2	0.35	218	5.19	0.92	98.17	0.92
Incubando	10	1.34	71	2.47	0	0.00	81	1.93	12.35	87.65	0.00
Limpieza de nido	1	0.00	39	1.36	0	0.00	40	0.95	3.000	98.00	0.00
Visita esporádica	47	6.29	489	16.99	19	3.30	555	13.21	8.47	88.11	3.42
TOTAL	747	100	2879	100	575	100	4201	100	70.94	582.12	46.94



Grupos de edad, estatus y grado de despiece, por progenitor

Profundizando en la actividad “Aporte de presa”, se ha procedido a analizar las características de las especies que cada uno de los progenitores aporta al nido, en cuanto al grupo de edad al que pertenece, el estatus y el grado de despiece en el que se encuentra. En el Anexo 2, el análisis de presas arroja los siguientes resultados:

1.- Estadísticas de entregas según las características del individuo: según la clase de edad, se entregaron predominantemente adultos (64,18%; n=946), seguidos de crías (30,12%; n=444), siendo las clases de edad intermedias las que menos se entregaron (5,63%; n=83 y 0,07%; n=1). En cuanto al estatus del individuo aportado, hay una diferencia entre las presas muertas y vivas, las primeras con un 82,36% (n=1415) y las vivas con un 1,92% (n=33), mientras que las restantes no fue posible identificar en qué estado se encontraban (15,72%; n=270). Por último, analizando el grado de despiece en que se traían al nido, prevalecen las presas enteras con un 63,39% (n=1089) en comparación con las parciales con tan sólo un 19,27% (n=331), siendo las restantes imposibles de identificar (17,35%; n=298).

2.- Importancia de cada progenitor para cada característica de presa: centrándonos en las clases de edad, el 60,61% (n=337) de todas las presas entregadas por machos se clasificaron como ejemplares adultos, el 36,33% (n=202) como crías y un 3,06% (n=17) se consideraron subadultos. En el caso de las hembras, el 70,90% (n=346) de las presas se clasificaron como ejemplares adultos, el 23,36% (n=114) fueron crías y el 5,53% (n=27) subadultos. Dentro de los estatus y descontando las que no se pudieron identificar debidamente, predominaron las entregas muertas, donde el 59,82% (n=323) fueron adultos repartidos por los padres (frente a un 68,78%; n=326 las madres), un 35,93% (n=194) fueron crías por padres (frente al 23,84%; n=113 de ellas) y un 2,96% (n=16) fueron juveniles de ellos (frente al 4,85%; n=23 de las hembras). Además, si la presa se entregaba viva, lo hacía predominantemente la hembra, con adultos enteros (1,69%; n=8 frente al 0,93%; n=5 de ellos). Finalmente, de las presas entregadas muertas, los machos suelen entregarlas enteras en la mayor parte de los casos (257 vs 62 adultos; 164 vs 27 crías; 15 vs 1 subadultos) y con las hembras sucede lo mismo, las parcialmente entregadas son menos frecuentes (231 vs 89; 66 vs 43; 17 vs 5; Figura 9). Este último patrón también se puede observar en el número de presas en las que no se pudo identificar al progenitor (165 vs 71; 96 vs 28; 30 vs 5).

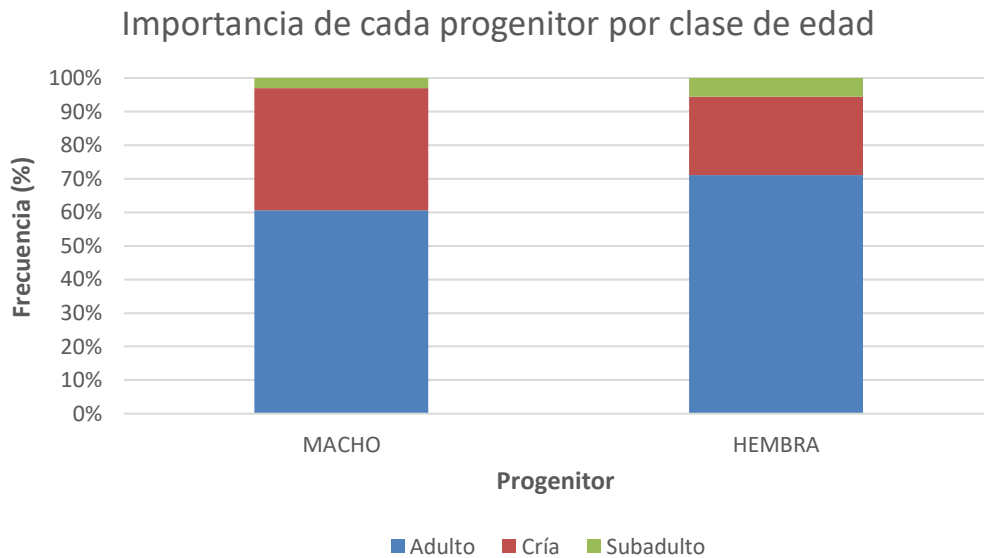


Figura 9. Para cada uno de los progenitores, análisis de la frecuencia de los tipos de presas según su clase de edad, siendo azul los adultos, rojo las crías y verde subadultos.

Variaciones de actividades entre horas del día

Al continuar analizando las variaciones (Anexo 3) que se producían entre los progenitores en las diferentes actividades más comunes realizadas en los nidos, diferenciando 3 rangos en el día (mañana, tarde y noche), se han encontrado diferencias para cada uno según se estudie:

1.- Frecuencia de movimiento durante el día: durante los días que las cámaras monitorearon los nidos, casi la mitad de las acciones de los progenitores se producían por las tardes (45,19%; n=1638), seguido por la actividad durante las mañanas (36,97%; n=1340) y finalmente cuando menor movimiento había era por las noches (17,85%; n=647) (Figura 10). Además, cabe destacar que en cada una de las franjas horarias predomina que sea la hembra la que se encargue de las actividades, así, por las mañanas la hembra cubría el 76,79% (n=1029) de las tareas frente al 23,21% (n=311) del macho; por las tardes la hembra realizaba el 77,23% (n=1265) frente al 22,77% (n=373) de él y por las noches un 90,26% (n=584) frente al 9,74% (n=63) del macho (siendo en esta franja horaria donde más se nota la diferencia de roles en los progenitores) (Figura 11).

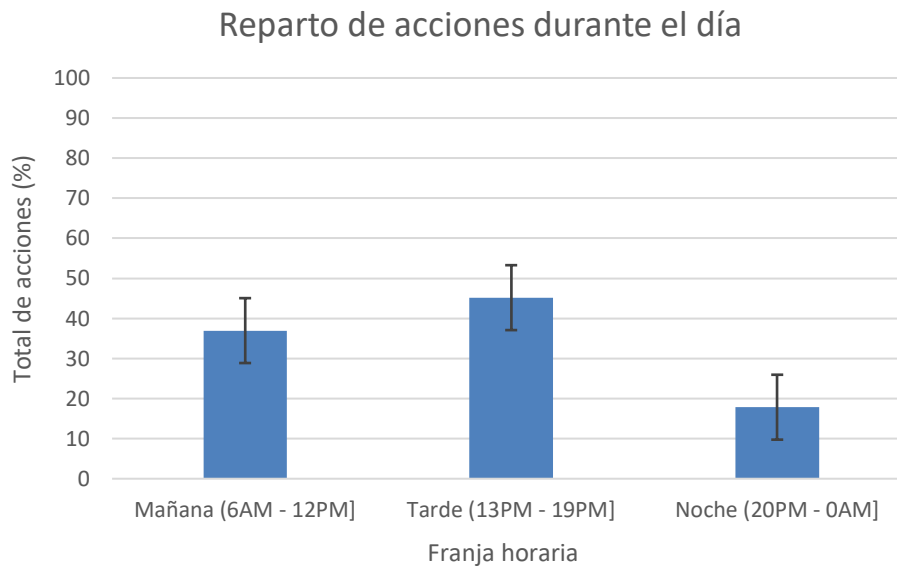


Figura 10. Del total de acciones, análisis de la frecuencia en cada franja horaria del día, siendo mañanas de 6AM a 12PM, tardes de 13PM a 19PM y noches de 20PM a 0AM.

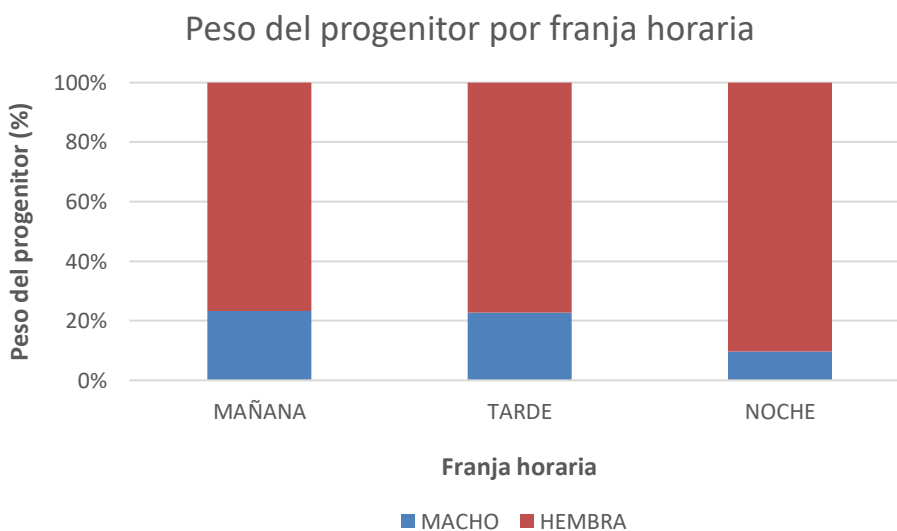


Figura 11. Del total de acciones de cada franja horaria, análisis de la frecuencia de cada progenitor, siendo azul el macho y rojo la hembra.

2.- Horario de cada actividad realizada en el nido: si se analiza la actividad “Aporte de material” se observa que esta se hace indistintamente durante todo el día (mañanas = 47,77%; n=193, tardes = 44,80%; n=181). Sin embargo, por las noches apenas se trae material al nido (n= 30; 7,43%). En cuanto al “Aporte de presa” predominan las entregas por las tardes, con un 48% (n=575), aunque las mañanas están casi en las mismas cifras que las tardes, con un 40,99% (n=491). Con las cebas ocurre lo mismo que en el caso anterior: mañanas un 36,49% (n=420), tardes un 49,96% (n=575) y noches un 13,55%



(n=156). En “Entrada a dormitorio” no hay movimiento por las mañanas, tan sólo un 1,40% (n=3) por las tardes y un 98,61% (n=212) por las noches. En la cámara en la que se aprecia incubación del huevo de águila, esta se realiza en un 48,15% (n=39) por la mañana, en un 44,44% (n=36) por la tarde y en un 7,41% (n=6) por la noche. La “Limpieza del nido” se reparte en un 25% (n=10) por las mañanas, otro 57,50% (n=23) por las tardes y el 17,50% (n=7) restante por las noches. Por último, las visitas abarcaron el 34,89% (n=187) por las mañanas, el 45,71% (n=245) por las tardes y el 19,40% (n=104) por las noches (Figura 12).

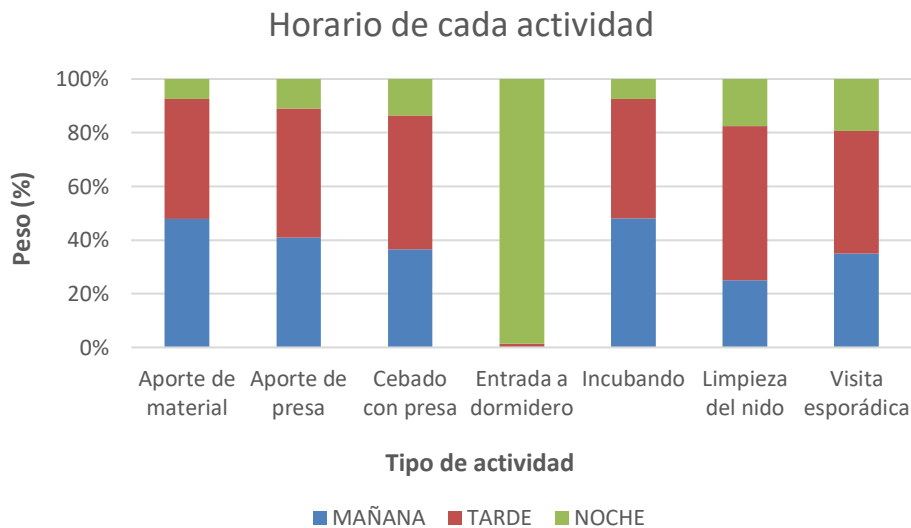


Figura 12. Para cada tipo de actividad, análisis de la frecuencia realizada en las franjas horarias en que se ha dividido el día, siendo azul las mañanas, rojo las tardes y verde las noches.

3.- Predominancia de progenitor por franja horaria: en el aporte de material, fue la madre quien se encargó de la totalidad de entregas de la noche (100%), siendo predominante en el resto del día (91,19% en mañanas y 88,95% en tardes). En las presas, era él quien solía traerlas por las mañanas (54,18%) y las tardes (55,13%), en cambio ella predominaba por las noches (55,30%). A la hora de cebar, por las mañanas es la madre quien lo hace (100%), siendo muy escasas las ocasiones de cebar del padre en las tardes (1,22%) y noches (0,64%). En las entradas a dormir, es la hembra quien abarca prácticamente la totalidad de las veces que se realizó la actividad (100% en tardes y 99,06% en noches). A la hora de limpiar los nidos, tanto por las mañanas como por las noches se encargaba la hembra (100% en ambos), haciendo pocas aportaciones el macho por las tardes (4,35%). Y finalmente, con las visitas esporádicas al nido sí se reparten las entradas tanto en los sexos, como en las mañanas y tardes, habiendo una diferencia en las noches a favor de las hembras (99,04%).

Variaciones de presas entre horas del día

Además de analizar las variaciones de las distintas actividades, se ha optado por centrarnos en la actividad de aporte de presa, para anotar las diferencias que se producen entre los grupos de especies durante el día.



La Figura 13 revela que los mamíferos se entregaron más frecuentemente a media mañana, presentando un máximo acusado a las 10:00 horas (>100 individuos). Igualmente, los reptiles presentan mayor frecuencia de aparición por las mañanas, aunque en este caso es más tarde, puesto que se produce su máximo a las 12:00 horas (~30 individuos). Finalmente, las aves son las que se reparten de manera más uniforme durante el día, habiendo tres máximos poco significativos a las 11:00, a las 14:00 y a las 18:00 horas (Figura 13).

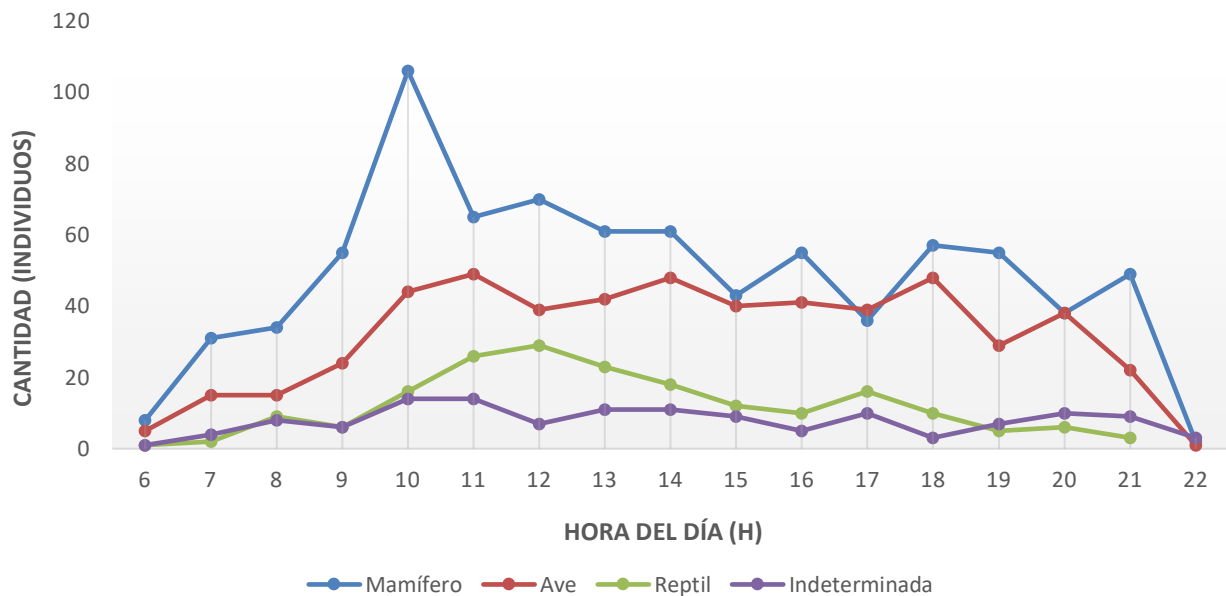


Figura 13. Frecuencia de aparición de los diferentes grupos de presas (mamíferos en azul, aves en rojo, reptiles en verde e indeterminadas en morado) durante un día.

Aprendizaje de caza

El histograma revela que las presas vivas se aportaron entre los 39 y los 90 días de edad de los pollos. Además, se observa cómo la mayor parte de las presas vivas se concentran en el rango de edad de entre los 50 y los 64 días de edad (Figura 14).

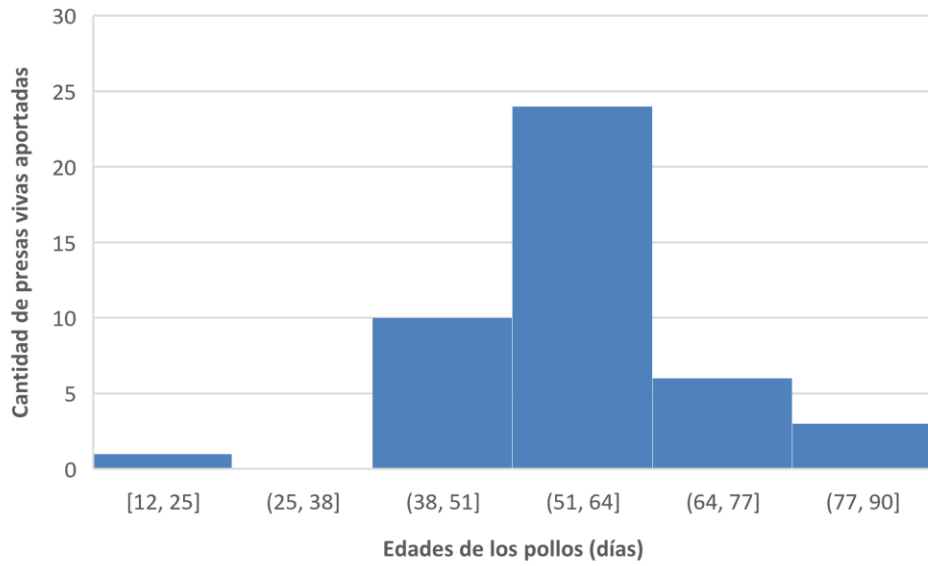


Figura 14. Histograma del aprendizaje de caza de los pollos, donde se relacionan los días de edad de los mismos, con la cantidad de presas vivas aportadas por los progenitores en cada rango de edad.



5.- DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Composición de la dieta. Frecuencias y biomasa útil según la especie presa

En el presente estudio, el monitoreo de un total de 43 territorios de águila real mediterránea han proporcionado un espectro de especies presa que permite mostrar una idea del tipo de dieta que siguen estas rapaces. Siendo los mamíferos la clase que se aporta mayormente a los nidos y la que constituye más de las tres cuartas partes del total de la biomasa útil consumida debido a su elevado peso corporal en relación con las demás clases (alrededor del 85%). Por lo tanto, los mamíferos suponen prácticamente la mitad de su alimentación. Debido al elevado peso corporal de esta rapaz, con una masa corporal media de 4,5 kg (Arroyo, 2017), es capaz de traer presas de variados tamaños, desde crías de *Galerida cristata*, hasta aportes parciales de adultos de *Capra pyrenaica*. La amplitud de pesos y de presas en la dieta del águila real hacen confirmar que, como exponían Lozano Valencia y Murua Alzola (2020) con ejemplos de otras presas, esta especie es tan adaptable que puede preñar sobre especies pequeñas a muy voluminosas.

La especie que encabeza la alimentación de los polluelos es el conejo, seguido de la paloma torcaz y la liebre ibérica. Esto confirma el patrón que se lleva produciendo durante años en la península ibérica, puesto que los estudios de Moleón *et al.*, (2002) en Granada coinciden en fundamentar la dieta en el conejo, siguiéndola de especies secundarias dependiendo de la disposición de ellas en el lugar en el que se encuentra el nido, como aves y reptiles.

Pero no sólo ocurre en España, sino que se confirma como un patrón general de la rapaz, ya que el estudio sobre la dieta del águila real en el periodo de cría en la isla de Gotland (Suecia) (Tjernberg, 1981) señala al conejo y al erizo como las especies más importantes, aunque encontraron un mayor aporte en cuanto a biomasa (91%) en el norte de Suecia de cervatillos de reno, urogallos, perdices y liebres de montaña (Tjernberg, 1981).

Lo revelador de este estudio es que los corzos aparecieron como la tercera presa más importante en términos de biomasa útil aportada (con un 9,82%) y la cuarta en cuanto a frecuencia (con un 4,61%). En cambio, en otros estudios relativamente recientes realizados mediante el análisis de egagrópilas o de restos en nido, esta especie aparece ligeramente mencionada o ni siquiera aparecía entre sus presas, como ocurre en Fernández y Purroy (1990) y en Bautista *et al.* (2016). Por lo tanto, gracias al método de monitoreo mediante cámaras de fototrampeo, ha sido posible detectar este patrón en su dieta. También, es importante destacar que las poblaciones de corzo han aumentado en las últimas décadas (Acevedo *et al.*, 2011) y, por tanto, su disponibilidad como presa ha aumentado lo que puede verse reflejado en su contribución relativa en la dieta del águila real. Además, el fototrampeo también ha permitido detectar presas de menor tamaño que al no dejar restos tan patentes, no son identificables mediante otros métodos. El ejemplo de ello son los reptiles, que si bien en este estudio han representado el 11,42% de la cantidad total de presas, en trabajos como el de De Benito Campos (2020), se afirma que aun sabiendo que esta clase es representativa en su dieta, la cantidad de restos encontrados escaseaban mediante el método de identificación de restos (10%).



Composición de la dieta. Variaciones de la dieta según la altitud

Uno de los aspectos que se ha analizado respecto a la dieta es si las condiciones altitudinales de una zona provocan algún tipo de variación en la alimentación de los polluelos de la rapaz. De todo el rango altitudinal analizado, se ha visto que hay una tendencia general a que en los nidos altos la frecuencia de presas disminuya considerablemente. Esto puede deberse a que las presas que se encuentran disponibles a ciertas altitudes, representarían un aporte mayor de biomasa con un único individuo, que la que podría aportar uno que viva en niveles inferiores.

De hecho, los mamíferos tienden a decrecer su frecuencia de aporte de manera significativa al aumentar la altitud y, aunque los reptiles y aves hagan lo contrario y empiecen a predominar a partir de los 1.550 m aproximadamente, no crecen tanto como para poder afirmar que en los nidos altos la tendencia de aportes sea mayor. Son los mamíferos los que, al ser la fuente principal de alimento, han marcado esa tendencia negativa; esta podría explicarse por la contraposición de las tendencias de los órdenes de lagomorfos y artiodáctilos. Cuando la frecuencia de los primeros disminuye significativamente (aunque son siempre el aporte más abundante), aumentaba la de los segundos no significativamente. Ese aumento, aunque fuese pequeño, sirvió para suplir la falta de biomasa útil que había caído en los nidos más altos por la falta de ella por parte de los lagomorfos (cambio que se produce alrededor de los 1.300 m). Este hecho podría suponer una primera aproximación de que los lagomorfos y los artiodáctilos se complementan en la dieta del ave de estudio, como también señala Martel (2020).

Sin importar la altitud a la que se encuentre el nido, la cantidad de biomasa útil aportada de los mamíferos siempre fue significativamente mayor que las demás clases. Este dato es de esperar, pues la masa de los mamíferos es mayor que la que aportan las especies de las demás clases en conjunto.

Los carnívoros, que podría pensarse que son un grupo que aportaría una biomasa más elevada por su generoso peso corporal, como el del zorro (*Vulpes vulpes*), apenas roza el mínimo en cuanto a aportes y crece ligeramente en biomasa. La explicación de Collins y Latta (2009) lleva a razonar que esto es normal, puesto que aclaran que los carnívoros suelen ser presas accidentales de las águilas reales. Si bien es cierto que en la época de cría suelen ser presas que cazan ellas mismas intencionadamente. Esto podría deberse a que, o bien la densidad no es tan elevada respecto a la de los corzos, o que el riesgo de enfrentarse a un zorro adulto para arrebatárselo a su cría es elevado. Además de que los carnívoros aportados son en su mayoría nocturnos (como la garduña o el tejón), de ahí su escasez.

En conclusión, se puede afirmar que la escasez de algunas especies en las zonas altas hace que necesiten de otros tipos de especies para poder seguir alimentando a sus polluelos, lo que conlleva que muestren una dieta más amplia y diversa cuando sus presas preferidas escasean o están ausentes (Collins y Latta, 2009).

Composición de la dieta. Enfoque en las especies presa objeto de estudio. Corzos y conejos

Dado que el corzo ha constituido un valioso aporte para los polluelos, puesto que suponen la tercera fuente de biomasa útil en su alimentación, se ha creído conveniente comprobar qué importancia relativa tienen entre los Artiodáctilos y qué equilibrio mantienen los conejos y los corzos en la dieta de la rapaz.



Este dato de la importancia del aporte de corzos se confirmaba en el estudio de la biomasa de Artiodáctilos, donde el corzo prima hasta los 1.700 m de altitud, y a continuación lo será la cabra montés. El rebeco no se pudo analizar, puesto que tan sólo hay un nido a una altitud en torno a 1.250 m, que haría que se encontrara como biomasa principal en nidos altos, debido a que sólo en los del norte de la península se localiza esta presa.

En el estudio conejo-corzo sí se puede afirmar que uno complementa al otro. Los resultados mostraron que el conejo era la especie mayor entregada hasta los 1.500 m, un dato lógico porque los conejos abundan más en las zonas con altitudes por debajo de los 1.200-1.500 m (Gálvez-Bravo, 2017), ya que el tipo de uso del suelo en zonas menos elevadas suele ser agrícola (la influencia que tiene el uso del suelo se tratará a continuación del presente apartado). Por eso hay un descenso gradual en el aporte de biomasa útil de conejos, a la vez que crece el de corzos, dado que al empezar a escasear los primeros, los progenitores van poco a poco aportando corzos y es en torno a los 1.150 m (altitud a la que el conejo empezará a escasear) donde comienza a ser más importante la biomasa de los corzos, hasta los nidos más altos. Esto se explica porque aunque los corzos se puedan beneficiar de terrenos agrícolas, son más capaces de sobrevivir en suelos forestales o de matorral a mayor altitud.

En conclusión, cuando la cantidad de conejos disminuye tanto en las zonas altas que no llega a cubrir las necesidades de biomasa de la dieta de los polluelos, el corzo consigue suplir la falta de alimento, aportando más individuos y biomasa en los nidos de mayor altitud. Bautista et al. (2016) lo resumían afirmando que *“Por tanto, el águila real se comportaría como un depredador especialista con respecto al conejo y como generalista en cuanto a las presas secundarias o de sustitución, que son consumidas según su abundancia en cada localidad. Así pues, allí donde el conejo escasea, el águila real opta por las presas de sustitución más abundantes, asequibles o rentables energicamente. Presas que son poco frecuentes en otras latitudes pueden convertirse de este modo en fundamentales en localidades concretas”* (Bautista et al., 2016, p.22).

Variación de la dieta en función del uso del suelo.

El tipo de uso del suelo también ha resultado ser un factor influyente en la dieta del águila real mediterránea, ya que en cada uno de ellos la alimentación es diferente.

El grupo de presas más frecuentemente entregadas fueron los mamíferos para todos los usos menos el de bosque, donde predominaron las aves (aunque los mamíferos le siguieron muy de cerca); la causa de ello es que la paloma torcaz se ubica idealmente en los bosques (Purroy y Purroy, 2016), especie que se mostró como la segunda presa más consumida. Además de que la liebre ibérica posicionó a los mamíferos cerca porque es la tercera presa más consumida y entre sus hábitats se encuentran ciertas zonas de bosques o sus ecotonos (Purroy, 2017). Esto resulta en que, respecto a biomasa útil, los mamíferos dominaron en todos los usos del suelo, y los reptiles y aves apenas tuvieron importancia, lo que era de esperar debido a las diferencias de masa corporal de los mamíferos en comparación a las demás clases.

Entre los mamíferos, se demostró que los lagomorfos fueron el orden que mayor cantidad de individuos aportó, tanto en suelo agrícola, como de bosque y matorral. Esto se explica por el tipo de hábitat preferido por la especie principal del águila real, el conejo, que prefiere espacios abiertos de pastizal y



superficies de matorral, donde tener refugios y alimento herbáceo (Gálvez-Bravo, 2017); a lo que contribuyó que la liebre ibérica (tercera presa más frecuente) también habite zonas de cultivos, de matas y bosquejos (Purroy, 2017). Sin embargo, cabe destacar que en el uso de matorral, los artiodáctilos ganaron mucha más importancia en frecuencia de la que tienen en los demás usos, de tal manera que llegan a superar a los lagomorfos en cuanto a biomasa útil aportada. Este cambio se debe a que, como explica Lacosta García (2021), la despoblación rural que está sufriendo España conlleva efectos ecológicos como el incremento de ecosistemas de matorral frente a los abiertos, aspecto que los ungulados han sabido aprovechar para recuperar y hacer crecer sus poblaciones en este ambiente.

Aunque no es estadísticamente significativo por contener información de un único nido en Murcia, cabe destacar que si en esta zona costera se produce un aumento de reptiles, es debido a que estudios como el de Martínez Pastor (2016) indican que en el sureste ibérico han desarrollado una técnica de caza para consumir tortuga mora, donde las capturan y las lanzan desde lo alto para que se parta su caparazón en la roca. Esta presa podría llegar a tener relevancia como presa alternativa cuando las densidades de conejo sean bajas (Martínez Pastor, 2016). Por ello, solamente aparecen lagomorfos y roedores en este nido, siendo la biomasa útil de estos últimos un aporte tan insignificante que las estadísticas indican que en su totalidad es de presas de lagomorfos. Así, sería conveniente ampliar el estudio de estas zonas costeras a futuro para confirmar qué tipo de equilibrio se produce realmente entre los conejos y la tortuga mora.

Así, la variedad de usos del suelo parece no suponer un inconveniente para el águila real mediterránea, ya que consigue adaptarse a la disponibilidad de presas de cada uno de ellos, lo que va ligado al carácter generalista de la rapaz; trayendo mamíferos en todos los usos (clase de presas que aportan mayor biomasa útil a los polluelos). De hecho, esto se confirma en las zonas de matorral, donde parece haber menor frecuencia de lagomorfos lo que se suple con mayor aporte de artiodáctilos que suponen la fuente primordial de biomasa útil en estos terrenos.

Por lo tanto, y como bien señalan Lozano Valencia y Murua Alzola (2020) con respecto a la especie de estudio y la potencial abundancia de sus presas, “(...) es tan importante que los territorios donde se encuentren las parejas o aquellos que presentan una alta potencialidad cuenten con sectores de bosques relativamente maduros, bien conservados e intrincados y otros espacios abiertos como tierras de cultivo, pastizales e incluso matorrales bajos” (Lozano Valencia y Murua Alzola, 2020, p.13).

Análisis del comportamiento. Actividades por progenitor

Al estudiar la realización de las principales actividades, se ha comprobado que son las hembras las que más visitas realizan al nido (un 59% más que los machos). Sobre todo, destacan en la ceba a los pollos, debido a que es una tarea que suelen realizar ellas principalmente (Collopy, 1984). Tanto es así, que no se ve un reparto equitativo de tareas en la crianza del polluelo, sino que las hembras se encargan en mayor medida de realizar todas las acciones (aporte de material, cebar al pollo, quedarse a dormir con ellos, incubación, limpieza del nido y visitas esporádicas), menos el aporte de presas, donde los padres las traen con mayor frecuencia. Si bien es cierto que si nos fijamos en la tabla del Anexo 1, podremos comprobar que la cantidad de presas aportadas no difieren demasiado en número (los machos traen 591, alguna más que las hembras, 516) y en cambio la biomasa que aporta el macho es mucho menor



que la de la hembra. Así que, aunque los machos aporten ligeramente mayor número de presas, cabe esperar que sean más pequeñas que las que traen las hembras. De hecho, el Anexo 1 lo confirma; porque los machos se encargaron mayoritariamente de aportar las aves (un 42,97%) y las hembras los mamíferos (60,08%), estando los reptiles muy igualados entre ambos, por lo que son ellas las que se encargan de traer las presas más pesadas.

Esta última afirmación adquiere sentido al tener en cuenta que las águilas reales presentan RSD: dimorfismo sexual inverso (como ocurre en otras rapaces diurnas; Martínez y Calvo, 2023), es decir, que las hembras presentan una mayor envergadura. Hay diferentes hipótesis para explicar la RSD, algunos estudios dicen que esto podría ser así para reducir la competencia en la caza (las hembras podrían traer presas más pesadas y los machos aquellas más pequeñas), o porque las hembras tienen un rol mayor en el cuidado parental y los machos en la capacidad de forrajeo, o que permita que se amplíe la diversidad de especies, e incluso que el mayor tamaño de las hembras lleve a que se puedan reproducir antes (Martínez y Calvo, 2023; Mueller, 1990). Esto coincide con el carácter generalista de la rapaz y, el que los machos tengan menor peso les podría facilitar atrapar presas que pudieran requerir de mayor habilidad acrobática, confirmando así los resultados obtenidos en las tablas para cada progenitor.

Por lo tanto, los machos se encargan mayoritariamente de hacer aportes de presas, debido a que las hembras realizan las demás tareas de cuidado. Y, aún así, son ellas las que consiguen aportar mayor biomasa, puesto que el tamaño de los machos les permite realizar capturas de presas más pequeñas y difíciles de atrapar.

Análisis del comportamiento. Grupos de edad, estatus y grado de despiece, por progenitor

Estudiando las características de las especies traídas al nido, se observa que el perfil de presa entregada suele ser en mayor medida un adulto, muerto y entero. De hecho, más de las tres cuartas partes de estas están muertas, ya que es lo normal en individuos que aún no tienen la experiencia necesaria para cazar (Arroyo, 2017). De las vivas, es la hembra la que más probabilidades hay de que la traiga, por lo que contribuye en mayor medida al aprendizaje de caza, el cual se estudia en mayor profundidad en la Figura 15.

Asimismo, se ha comprobado que el patrón de dimorfismo sexual invertido se reafirma al encontrar que las hembras tienden a aportar al nido mayor cantidad de presas adultas y, en cambio, en los machos predominan las crías. Además, a esto se suma que las hembras han aportado mayor número de presas parciales (con algún tipo de despiece) que los machos. Esto podría explicarse por el hecho de que una presa grande y pesada es más difícil de transportar, por lo que les era necesario despedazarlas para que fuera más funcional la llegada de estas al nido.

En conclusión, la mayoría de las presas aportadas están muertas y serán las hembras las que se encarguen de traer más piezas adultas que en ocasiones llegarán parciales en cuanto a despiece; lo contrario que los machos, que se encargarán de las crías a las que apenas hará falta despedazarlas.



Análisis del comportamiento. Variaciones de actividades entre horas del día

Durante los días en que el polluelo sigue estando en el nido, se ha visto que hay una mayor actividad durante las tardes, donde los padres suelen realizar más tareas. Pero, dado que es la hembra la que predomina en la estancia en nido para encargarse de las tareas en cada una de las 3 franjas horarias (mañana, tarde y noche), podría ser que el macho mientras tanto combinara la realización de alguna de estas tareas (ya que realiza el 23,21% en mañanas, el 22,77% en tardes y el 9,74% en noches) con la defensa del territorio. Las águilas reales tienden a sobrevolar su territorio varios kilómetros alrededor del nido para defender a sus pollos de posibles depredaciones (Bort *et al.*, 1994; Bautista *et al.*, 2013), por lo que se presenta como la opción más probable.

En cuanto al análisis de cada tarea individualmente, podría decirse que todas ellas se reparten más o menos equitativamente durante el día, salvo la limpieza del nido y las visitas esporádicas, que suelen hacerse más por las tardes. Y la entrada a dormir que, por supuesto, se realiza por la noche.

Análisis del comportamiento. Variaciones de presas entre horas del día

Dependiendo de a qué hora salgan a cazar, los progenitores podrán encontrar diferentes especies, puesto que los ritmos de vida de cada una son diferentes. Así, es lógico que los mamíferos alcancen su máximo a las 10 h, puesto que en los meses en que se produce la crianza, por las tardes podrían necesitar mayor aporte de sombra y esconderse, además de que algunos al ser crepusculares, como por ejemplo el corzo, concentran su actividad al principio y final del día. En cambio, los reptiles tienen su máximo a las 13h. Este hecho podría producirse porque, como explica Segura *et al.* (2020), los reptiles son ectotermos y necesitan termorregularse tomando el sol (heliotermia) o absorbiendo el calor de las superficies (tigmotermia) y, si tenemos en cuenta que las horas a las que el sol está más alto en España en los meses de mayo y junio es en torno a las dos de la tarde, ese pico de aportes coincide con las horas en que están más expuestos para los depredadores.

Por último, las aves, al mantenerse estables, confirman que, aunque se comportan de una manera más afín a los mamíferos en cuanto al calor, salen más a menudo, ya que también deben buscarse el sustento durante el día, de manera que los progenitores pueden cazarlas de forma más uniforme durante el día.

Por lo tanto, esta parte del estudio confirma de nuevo el carácter generalista del águila real. En este caso, los progenitores aprovecharán a cazar las presas que se vayan encontrando según la hora del día a la que salgan, manteniendo sus preferencias en los mamíferos, pero aportando al nido lo que encuentren.

Aprendizaje de caza

En el momento en que los pollos dejan el nido, deberán saber cazar las presas por sí mismos. Por ello, se ha estudiado la relación entre los aportes de especies vivas al nido, con la edad que tenían en ese momento los pollos, con el fin de conocer en qué momento de su vida deciden sus progenitores entrenarles a matar a las presas por sí solos.



Los padres consideran que los polluelos deben empezar a aprender a cazar cuando tienen tan sólo 39 días. De aquí en adelante empiezan a traerles presas vivas, de tal forma que los entrenan, hasta alcanzar su máximo a los 50-64 días de edad. Desde este momento empiezan a disminuir, debido a que los polluelos son ya tan grandes que los padres consideran que, si quieren alimentarse, deberán empezar a buscar la presa por sí mismos, por lo que intentarán traerles menos con la finalidad de que salgan poco a poco del nido.

Esta hipótesis adquiere sentido al saber que la estancia de los pollos en el nido se prolonga entre 65 y 80 días (Arroyo, 2004), periodo que coincide plenamente con las edades en que, justo después del aporte máximo de presas vivas, empiezan a disminuir considerablemente. Por lo tanto, la estrategia de los progenitores funciona: que aprendan a matar presas vivas hasta los 64 días para después traer cada vez menos con el fin de que salgan del nido.

Por último, cabe destacar que, aunque las presas vivas no suponen la totalidad de la dieta de los polluelos, esta categoría estudiada confirmaría la sentencia de Collopy (1984) al afirmar que la cantidad diaria de alimento tenía su máximo entre la 7ª y 9ª semana, puesto que los máximos aportes en el histograma coinciden (50-64 días).



6.- CONCLUSIONES

- Como conclusión, el presente estudio revela que el águila real mediterránea presenta una dieta muy variada, conforme a la abundancia de presas; comportándose así como una especialista del conejo y como una depredadora generalista de las presas secundarias. Aspectos como la altitud o el tipo de uso del suelo no han supuesto un inconveniente en la adaptabilidad de la rapaz a su nuevo escenario alimenticio.
- Los mamíferos constituyen las tres cuartas partes de la biomasa útil aportada en la dieta.
- La alimentación del águila real mediterránea se fundamenta en el conejo, aportando también variedad de especies secundarias, entre las que destacan la paloma torcaz, la liebre ibérica y el corzo.
- Se han observado variaciones respecto a la altitud. Cuando los lagomorfos empiezan a escasear, los artiodáctilos se encargan de suplir la falta de biomasa útil aportada en los nidos por encima de los 1.300 m. Los carnívoros y roedores se posicionan como especies esporádicas.
- Los conejos y los corzos se complementan en la dieta del águila real mediterránea. En los nidos situados a altitudes en que la falta de conejos no cubre las necesidades de biomasa, los progenitores aportan mayor número de individuos y biomasa de corzos.
- El corzo es la tercera presa más importante en términos de biomasa útil y la cuarta en cuanto a frecuencia.
- Los diferentes usos del suelo también han mostrado variaciones en dieta. En usos agrícolas, de bosque y de matorral, son más frecuentes los lagomorfos. Sin embargo, la biomasa útil de estos prima en bosque y agrícola, siendo los artiodáctilos los que más aportan en zonas dominadas por matorral.
- Las hembras son las encargadas del cuidado del nido y los polluelos, mientras que los machos realizan un ligero mayor aporte de presas aunque pueden colaborar en las demás tareas.
- Las hembras aportan más presas adultas, más grandes y pesadas, que en ciertas ocasiones tienen que seccionar para subirlas al nido, lo que repercute en mayor aporte de biomasa útil. Sin embargo, los machos aportan presas de menor tamaño, más crías y aquellas que necesiten de mayor agilidad para ser apresadas.
- La mayor parte de las presas se entregan muertas. Será entre los 39 a 64 días de edad cuando los padres deciden entrenarles para cazar con presas vivas. A partir de este momento disminuirán estos aportes vivos con el fin de que los pollos abandonen el nido.
- Las tareas se reparten equitativamente durante el día, aunque se observa mayor actividad durante las tardes.
- Los mamíferos albergan un pico de aportes a las 10:00 h y los reptiles a las 13:00 h, en consonancia con la actividad horaria de sus presas.



7.- BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, P., Real, R., y Gortázar, C. (2011). Favorabilidad ecogeográfica para el corzo: distribución y abundancia. *Pirineos*, 166, 9-27.
- Aequilibrium+. (2023). *Individualizando águilas sin manejo*. Proyecto Aequilibrium+. Visitado el 3 de febrero de 2023, de <<https://aequilibrium-project.org/individualizando-aguilas-sin-manejo/>>
- Alarcos, S., De La Cruz, C., Solís, E., Valencia, J., y García-Baquero, M. J. (2007). Sex determination of Iberian Azure-winged Magpies *Cyanopica cyanus cooki* by discriminant analysis of external measurements. *Ringing & Migration*, 23(4), 211-216.
- Apuno, A. A., Mbap, S. T., y Ibrahim, T. (2011). Characterization of local chickens (*Gallus gallus domesticus*) in shelleng and song local government areas of Adamawa State, Nigeria. *Agriculture and Biology Journal of North America*, 2(1), 6-14.
- Aragón, S., Braza, F., y San Jose, C. (1995). Socioeconomic, physiognomic, and climatic factors determining the distribution pattern of roe deer *Capreolus capreolus* in Spain. *Acta theriologica*, 40(1), 37-43.
- Arques Pina, J., y Peiro, V. (2005). Estructura de Sexos y Edades de una población de Conejos (*Oryctolagus cuniculus*) del sudeste de España. *Mediterránea. Serie de Estudios Biológicos, Época II, n. 18* (2005).
- Arroyo, B. (2004). Águila real *Aquila chrysaetos*. *LIBRO ROJO*, 151.
- Arroyo, B. (2017). Águila real—*Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758).
- Arroyo, B., y de Alarcón, P. (1980). La alimentación del Milano negro (*Milvus migrans*) en una localidad de España central. *Ardeola*, 25, 47-57.
- Asociación del Corzo Español. (2023). *Quiénes somos*. ACE. Asociación del Corzo Español. Visitado el 3 de febrero de 2023, de <<https://xn--asociaciondelcorzoespaoil-mlc.com/quienes-somos/>>
- Baraza, E., Zamora, R. y Hódar, J. A. (2007). Influencia de las características de las especies y el manejo en el consumo de la cabra montés (*Capra pyrenaica*) de cinco especies de importancia forestal. *Tendencias actuales en el estudio y conservación de los caprinos europeos*, 31-46.
- Bardon, K. (2012). Fall diurnal migration of passerines and other non-raptors at Hawk Ridge and Lake Superior, Duluth (2007-2011). *Loon*, 84, 8-20.
- Bauer, R., Walter, B., Hoppe, A., Gaser, E., Lampe, V., Kauf, E., y Zwiener, U. (1998). Body weight distribution and organ size in newborn swine (*Sus scrofa domestica*)—a study describing an animal model for asymmetrical intrauterine growth retardation. *Experimental and toxicologic pathology*, 50(1), 59-65.
- Bautista, J., Moleón, M. y Gil, J.M. (2016). Dieta del águila real en el sur de España. *Quercus*, 364, 16-23.



Bautista Rodríguez, J., Gil Sánchez, J. M., González Miras, E., Gómez, G. J. y Sánchez Balsera, J. L. (2013). Crece la competencia entre águilas reales y perdiceras en Andalucía. *Quercus*, 332, 16-22.

BirdLife International. (2021). *Aquila chrysaetos*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T22696060A202078899. Visitado el 11 de julio de 2023, de <<https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22696060A202078899.en>>

Bonino, N. A., y Amaya, J. N. (1985). Peso de la canal y rendimiento de la liebre europea (*Lepus europaeus* P.). *Veterinaria Argentina*, 2(14), 85-86.

Bonino, N., y Donadio, E. (2010). Parámetros corporales y dimorfismo sexual en el conejo silvestre europeo (*Oryctolagus cuniculus*) introducido en Argentina. *Mastozoología neotropical*, 17(1), 123-127.

Bort, J., Surroca, M., Tirado, M., Bort, J.L y Marza, S. (1994). Estudio de la superficie del territorio de cría en una pareja del águila perdicera en la S a D'Espadà. *Grup d'Estudi i Protecció de les Rapaces (GER)*. <http://www.internatura.org/estudios/ESTUDIO-DE-LA-IDENTIFICACION-DEL-TERRITORIO-DE-CRIA-EN-AGUILA-PERICERA-1994.pdf>

Centro de Descargas Organismo Autónomo Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). (2023). *INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TEMÁTICA* [Conjunto de datos]. <<http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/catalogo.do?Serie=SIOSE>>

Collins, P.W. y Latta, B.C. (2009). Hábitos alimentarios del águila real (*Aquila chrysaetos*) que anida en las islas Santa Cruz y Santa Rosa, California. En *Actas del Séptimo Simposio de las Islas de California*. Instituto de Estudios de Vida Silvestre, Arcata (págs. 255-268).

Collopy, M. W. (1984). Parental care and feeding ecology of Golden Eagle nestlings. *The Auk*, 101(4), 753-760.

De Benito Campos, O. (2020). *Elaboración de una clave de identificación de restos de presas hallados en nidos de águila real mediterránea (Aquila chrysaetos homeyeri) en la península ibérica*. [Trabajo Fin de Grado]. Universidad Politécnica de Madrid. ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural.

Duarte, J. (2000). Liebre ibérica (*Lepus granatensis*, Rosenhauer 1856). *Galemys*, 12(1), 3-14.

Enciclopedia de la vida. (2023). *Eol.org*. Visitado el 12 de marzo de 2023, de <<https://eol.org/>>

Fameli, A. F. (2020). *Ecología y genética de la conservación en poblaciones pequeñas: el caso del urogallo cantábrico (Tetrao urogallus cantabricus)* [Tesis doctoral]. Grupo de Genética y Ecología para la Conservación y Biodiversidad, Museo Argentino de Ciencias Naturales.

Farkas, A., Jánoska, F., Fodor, J. T., y Náhlik, A. (2017). The high level of nutritional niche overlap between red fox (*Vulpes vulpes*) and sympatric golden jackal (*Canis aureus*) affects the body weight of juvenile foxes. *European Journal of Wildlife Research*, 63, 1-4.

Fernández, A., Soriguer, R., Castien, E., y Carro, F. (2008). Reproduction parameters of the Iberian hare *Lepus granatensis* at the edge of its range. *Wildlife Biology*, 14(4), 434-443.

Fernández, C., y Leoz, J. (1985). La alimentación del águila real (*Aquila chrysaetos* L.) en Navarra:



(alimentación en el período reproductor basado en la recolección de restos en los nidos). *Príncipe de Viana. Suplemento de Ciencias*, (5), 227-242.

Fernández, C., y Purroy, F. J. (1990). Tendencias geográficas en la alimentación del Águila Real (*Aquila chrysaetos* L.) en Navarra. *Ardeola*, 37(2), 197-206.

Ferrer Baena, M. (2005). El Águila Imperial Ibérica. *Ecosistemas*, 14(3), 116-122.

Focardi, S., Pelliccioni, E., Petrucco, R., y Toso, S. (2002). Spatial patterns and density dependence in the dynamics of a roe deer (*Capreolus capreolus*) population in central Italy. *Oecologia*, 130(3), 411-419.

Gaillard, J. M., Delorme, D., y Jullien, J. M. (1993). Effects of cohort, sex, and birth date on body development of roe deer (*Capreolus capreolus*) fawns. *Oecologia*, 94, 57-61.

Gálvez-Bravo, L., y Salvador Milla, A. (2017). Conejo – *Oryctolagus cuniculus* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Granados, J. E., Pérez, J. M., Márquez, F. J., Serrano, E., Soriguer, R. C., y Fandos, P. (2001). La cabra montés (*Capra pyrenaica*, Schinz 1838). *Galemys*, 13(1), 3-37.

Grupo Tagonius. (2023). *Grupo Tagonius: Conservando la Alcarria madrileña*. Visitado el 3 de febrero de 2023, de <<http://tagonius.org/>>

Hausser, J., y Zwahlen, R. (1995). Stgilat. *Säugetiere der Schweiz/Mammifères de la Suisse/Mammiferi della Svizzera: Verbreitung· Biologie· Ökologie/Répartition· Biologie· Ecologie/Distribuzione· Biologia· Ecologia*, 225-230.

Lacosta García, F.J. (2021). *Identificación y evaluación de los ecosistemas en el término municipal de Sos del Rey Católico* [Universidad de Zaragoza. Escuela Politécnica Superior]. <https://zaguan.unizar.es/record/111760/files/TAZ-TFG-2021-4811.pdf?version=1>

López del Pozo, F. J. (2019). Contribución al conocimiento de la biología y ecología del cuervo (*Corvus Corax* Linnaeus 1758), en la Península Ibérica. *Ene*, 9, 14.

Lozano Valencia, P. J. y Murua Alzola, P. (2020). Determinación de la distribución actual y potencial del águila real (*Aquila chrysaetos*) en el sector occidental de Álava (País Vasco). *Pirineos*, 175, e054.

Martel Serrano, J. (2020). *Diet of the Mediterranean Golden Eagle (Aquila chrysaetos homeyeri Severtzov, 1888) and adult behaviour during the breeding season in Central Spain* [Tesis doctoral]. ETSI Montes, Forestal y del Medio Natural.

Martínez, J.E. y Calvo, J.F. (2023). *Rapaces diurnas y nocturnas de la Región de Murcia*. Servicio de Protección y Conservación de la Naturaleza. <<https://vidasilvestreiberica.org/wp-content/uploads/2015/06/Rapaces-diurnas-y-nocturnas-de-la-Regi%C3%B3n-de-Murcia.pdf>>

Martínez Pastor, M.C. (2016). *Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico* [Trabajo Fin de Grado]. Universidad Miguel Hernández. De <<http://dspace.umh.es/bitstream/11000/3591/1/TFG%20Mart%C3%ADnez%20Pastor%2C%20M%C2%AA%20Carmen.pdf>>



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España. (2018). Estrategia para la conservación del águila imperial ibérica *Aquila adalberti* en España y Portugal. En *Estrategia para la conservación del águila imperial ibérica*. Visitado el 20 de marzo de 2023, de <<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/publicaciones/pbl-fauna-flora-estrategias-aguila.aspx>>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Gobierno de España. (2023). Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial [Conjunto de datos; Excel]. *Relación de taxones*. <<https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/especies-proteccion-especial/ce-proteccion-listado-situacion.aspx>>

Moleón, M., Gil-Sánchez, J. M., Bautista, J., y Otero, M. (2002). Nota sobre la dieta del águila real (*Aquila chrysaetos*) en la provincia de Granada (SE de España). Variaciones entre parejas. *Acta Granatense*, 1(1-2), 144-147.

Monroy-Vilchis, O., Zarco-González, M. M., Rodríguez-Soto, C., Soria-Díaz, L., y Urios, V. (2011). Fototrampeo de mamíferos en la Sierra Nanchititla, México: abundancia relativa y patrón de actividad. *Revista de Biología Tropical*, 59(1), 373-383.

Moreno, J. S., Rodríguez, J. J. J., y García-Cardenete, L. (2020). *Anfibios y reptiles de la Gran Senda de Málaga y provincia*. <https://www.researchgate.net/profile/Luis-Garcia-Cardenete/publication/340539078_Anfibios_y_Reptiles_de_la_Gran_Senda_de_Malaga_y_provincia/links/5e8f64cea6fdcca7890622de/Anfibios-y-Reptiles-de-la-Gran-Senda-de-Malaga-y-provincia.pdf>

Mueller, H. C. (1990). The evolution of reversed sexual dimorphism in size in monogamous species of birds. *Biological Reviews*, 65(4), 553-585.

Navarro, E., Ortega, P. y Bautista, J. (2020). *Predación del águila real mediterránea (Aquila chrysaetos homeyeri) durante el período de cría en su área de distribución mundial: Proyecto Aequilibrium+*. Grupo Tagonius.

Nebel, C., Gamauf, A., Haring, E., Segelbacher, G., Villers, A., y Zachos, F. E. (2015). Mitochondrial DNA analysis reveals Holarctic homogeneity and a distinct Mediterranean lineage in the Golden eagle (*Aquila chrysaetos*). *Biological Journal of the Linnean Society*, 116(2), 328-340.

Onar, V., Belli, O., y Owen, R. P. (2005). Morphometric examination of red fox (*Vulpes vulpes*) from the Van-Yoncatepe necropolis in Eastern Anatolia. *Int. J. Morphol*, 23(3), 253-260.

Palazón, S., Pérez, M., Batet, A., Arjona, L., Rafart, E., Malo, C., y Ruiz-Olmo, J. (2010). Situación actual y evolución de la población de turón (*Mustela putorius* L., 1758) en Catalunya: 1950-2008. *Galemys*, 22(1), 91-112.

Palomares, F. (2017). Meloncillo – *Herpestes ichneumon* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Prieto López, A. M. (2016). *Sexado molecular en la corneja negra (Corvus corone)* (Trabajo de Fin de Grado, Universidade da Coruña).

Prieto Martín, M., Quirós, P., Royo Martín, L. J., Espí Felgueroso, A., y Balseiro Morales, A. (2017). El Tejón europeo (*Meles meles*) en Asturias. *Tecnología Agroalimentaria: boletín informativo del Serida*.



Purroy, F. J., y Salvador Milla, A. (2017). Liebre ibérica – *Lepus granatensis* (Rosenhauer, 1856). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Purroy, J., Purroy, F. J., y Salvador Milla, A. (2016). Paloma torcaz – *Columba palumbus* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Regos, A., Tapia, L., Arenas-Castro, S., Gil-Carrera, A., y Domínguez, J. (2022). Ecosystem Functioning Influences Species Fitness at Upper Trophic Levels. *Ecosystems*, 1-15.

Reig-Ferrer, A. (2013). Aves españolas con nombres de persona (III): una subespecie de águila real dedicada a Alexander Von Homeyer: *Aquila chrysaetos homeyeri*. *Argutorio: revista de la Asociación Cultural "Monte Irago"*, 16(30), 6-15.

Reparaz, G. (2018, 6 febrero). El águila real ibérica, depredadora de crías de corzo: el trágico equilibrio de la naturaleza. *Expansión*. Visitado el 6 de febrero de 2023, de <<https://www.expansion.com/fueradeserie/cultura/2018/02/05/5a6b109246163fb85c8b45a7.html>>

Reverter, M., Gómez-Catasús, J., Barrero, A., Pérez-Granados, C., Bustillo-de la Rosa, D., y Traba, J. (2019). Interacciones en el páramo: implicaciones para el mantenimiento de un ave amenazada. *Ecosistemas*, 28(2), 69-77.

Ripley, BD (2001). El proyecto R en computación estadística. *Conexiones MSOR*, 1 (1), 23–25. <<https://doi.org/10.11120/msor.2001.01010023>>

Rodríguez-Muñoz, R. (2016). Urogallo común–*Tetrao urogallus* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Rodríguez Sanz, P. (2019). *Uso del territorio de una hembra adulta de águila real (Aquila chrysaetos) en el centro peninsular* [Trabajo Fin de Grado]. Universidad Politécnica de Madrid.

San Miguel-Ayanz, A., García-Calvo, R. P., y García-Olalla, M. (2010). Wild ungulates vs extensive livestock. Looking back to face the future. *Options Méditerranéennes*, 92, 27-34.

Sánchez, R., Moreno-Opo, R., y González, L. M. (2010). Guía para la conservación del águila imperial ibérica en fincas privadas. Fundación Amigos del Águila Imperial. Visitado el 6 de febrero de 2023, de <<http://www.amigosaguilaimperial.org/wp-content/uploads/2015/09/Guia-conservacion-Aguila-Imperial-Iberica-fincas-privadas.pdf>>

Sánchez Mateos, R. (2017, 7 mayo). Como obtiene su alimento un Águila: el caso del Águila imperial ibérica (*Aquila adalberti*). *Raptors of the World. Eagles News*. Visitado el 6 de octubre de 2022, de <<https://raptorsoftheworld.org/2017/05/07/como-obtiene-su-alimento-un-aguila-el-caso-del-aguila-imperial-iberica-aquila-adalberti/>>

Sánchez-Zapata, J. A., Calvo, J. F., Carrete, M., y Martínez, J. E. (2000). Age and breeding success of a Golden Eagle *Aquila chrysaetos* population in southeastern Spain. *Bird Study*, 47(2), 235-237.

SEO/BirdLife. (2021). Libro Rojo de las aves de España. <<https://seo.org/wp-content/uploads/2021/12/Libro-Rojo-de-las-Aves-de-Espana-2021.pdf>>



Serdio, Á., Ceballos, I., y Lucio, A. J. 5. Seguimiento y gestión de las poblaciones de rebeco cantábrico en Cantabria. Monitoring and management of the Cantabrian cha-mois population (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Cantabria (North of Spain). *El Rebeco Cantábrico Rupicapra pyrenaica parva Conservación y Gestión de sus poblaciones*, 154.

Servidor SIG. Documentation for ARCGIS Enterprise. (2018). Arcgis.com. Visitado el 17 de abril de 2023, de <<https://enterprise.arcgis.com/es/server/>>

Shump, A. U., y Shump Jr, K. A. (1978). Growth and development of the European ferret (*Mustela putorius*). *Laboratory animal science*, 28(1), 89-91.

Soriguer Escofet, R. C. (1980). El conejo *Oryctolagus cuniculus* (L), en Andalucía Occidental: Parámetros corporales y curva de crecimiento. *Doñana. Acta vertebrata*, 7 (1), 83-90.

Sosa-Panzer, L. (2022). *Sincronía en Dinámicas de Biodiversidad: determinantes ambientales y consecuencias en la estabilidad metacomunitaria* [Tesis de maestría]. Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas (PEDECIBA).

Tapia, L. (2016). Busardo ratonero—*Buteo buteo* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Tavión García, J. P. (2014). *Dinámica poblacional y viabilidad espacio temporal del águila real* [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma de Nuevo León. (Nuevo León, México).

Tjernberg, M. (1981). Diet of the golden eagle *Aquila chrysaetos* during the breeding season in Sweden. *Ecography*, 4(1), 12-19.

Tjernberg, M. (1983). Abundancia de presas y éxito reproductivo del águila real *Aquila chrysaetos* en Suecia. *Ecografía*, 6, 17-23.

Toledano Díaz, A. (2007). *Control fotoperiódico y regulación endocrina del crecimiento del cuerno en el macho montés (Capra pyrenaica hispanica) y el muflón (Ovis orientalis musimon)* [Memoria para optar al grado de Doctor]. Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Ciencias Biológicas.

Tolosa, L. F. F. (2008). *El zorro ibérico ("Vulpes vulpes")* (Doctoral dissertation, Universidad de León).

Villafuerte, R. y Delibes-Mateos, M. (2019). *Oryctolagus cuniculus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T41291A45189779. Visitado el 11 de julio de 2023, de <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T41291A45189779.en>>

Virgós, E. (2017). Tejón – *Meles meles* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.

Wichmann, M. C., Groeneveld, J., Jeltsch, F., y Grimm, V. (2005). Mitigation of climate change impacts on raptors by behavioural adaptation: ecological buffering mechanisms. *Global and Planetary Change*, 47(2-4), 273-281.

Zuberogoitia, I., y Martínez, J. E. (2015). Azor común—*Accipiter gentilis* (Linnaeus, 1758). En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.



8.- ANEXOS

Anexo 1. Comparativa entre sexos de progenitores de águila real mediterránea (Macho, Hembra y No identificado), según los diferentes tipos de actividades registradas en los nidos.

Especie aportada	Sexo del progenitor											
	Macho				Hembra				No identificado			
	Individuos presa		Biomasa útil aportada		Individuos presa		Biomasa útil aportada		Individuos presa		Biomasa útil aportada	
	nº	%	g	%	nº	%	g	%	nº	%	g	%
MAMÍFEROS												
<i>Arvicola sapidus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	176.00	0.06
<i>Arvicola terrestris</i>	1	0.17	96.00	0.04	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Capra pyrenaica</i>	1	0.17	840.00	0.35	3	0.58	20930.00	5.42	5	1.08	6720.00	2.47
<i>Capreolus capreolus</i>	11	1.86	8960.00	3.71	33	6.40	52220.00	13.51	28	6.04	27177.50	9.99
<i>Felis catus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	2019.36	0.74
<i>Herpestes ichneumon</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	997.50	0.26	1	0.22	997.50	0.37
<i>Lepus europaeus</i>	2	0.34	3549.00	1.47	9	1.74	18326.00	4.74	9	1.94	18690.00	6.87
<i>Lepus granatensis</i>	44	7.44	37677.50	15.59	70	13.57	76442.50	19.78	42	9.05	40852.50	15.02
<i>Martes foina</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	1078.70	0.28	1	0.22	1078.70	0.40
<i>Meles meles</i>	0	0.00	0.00	0.00	3	0.58	8960.00	2.32	0	0.00	0.00	0.00
<i>Mustela putorius</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	350.00	0.09	0	0.00	0.00	0.00
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	158	26.73	104574.00	43.28	164	31.78	134878.50	34.90	139	29.96	99408.80	36.54
<i>Rattus norvegicus</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	256.00	0.07	0	0.00	0.00	0.00
<i>Rupicapra pyrenaica</i>	0	0.00	0.00	0.00	8	1.55	6597.50	1.71	4	0.86	2537.50	0.93
<i>Sciurus vulgaris</i>	2	0.34	560.00	0.23	2	0.39	560.00	0.14	3	0.65	840.00	0.31
<i>Sus scrofa</i>	2	0.34	4420.50	1.83	3	0.58	4420.50	1.14	6	1.29	8841.00	3.25
<i>Tetrao urogallus</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	2030.00	0.53	0	0.00	0.00	0.00
<i>Vulpes vulpes</i>	2	0.34	3710.00	1.54	10	1.94	19092.50	4.94	7	1.51	17605.00	6.47
Total Mamíferos	223	37.73	164387.00	68.04	310	60.08	347139.70	89.82	247	53.24	226943.86	83.43

Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.



AVES												
<i>Accipiter gentilis</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	231.20	0.08
<i>Alectoris rufa</i>	37	6.26	10380.00	4.30	15	2.91	4260.00	1.10	7	1.51	2280.00	0.84
<i>Anas platyrhynchos</i>	1	0.17	674.40	0.28	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Asio otus</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	236.80	0.06	0	0.00	0.00	0.00
<i>Buteo buteo</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	584.00	0.21
<i>Ciconia ciconia</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	2410.10	0.89
<i>Circus pygargus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Columba livia</i>	9	1.52	2548.80	1.05	7	1.36	1840.80	0.48	7	1.51	1982.40	0.73
<i>Columba palumbus</i>	145	24.53	43964.40	18.20	56	10.85	19814.40	5.13	68	14.66	22399.20	8.23
<i>Corvus corax</i>	2	0.34	1515.84	0.63	0	0.00	0.00	0.00	3	0.65	2273.76	0.84
<i>Corvus corone</i>	4	0.68	1600.00	0.66	0	0.00	0.00	0.00	4	0.86	1400.00	0.51
<i>Corvus monedula</i>	1	0.17	66.67	0.03	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Coturnix coturnix</i>	1	0.17	76.80	0.03	2	0.39	102.40	0.03	0	0.00	0.00	0.00
<i>Cuculus canorus</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	89.28	0.02	0	0.00	0.00	0.00
<i>Cyanopica cooki</i>	4	0.68	74.67	0.03	2	0.39	37.33	0.01	4	0.86	74.67	0.03
<i>Falco tinnunculus</i>	1	0.17	146.40	0.06	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Galerida cristata</i>	2	0.34	68.80	0.03	1	0.19	34.40	0.01	0	0.00	0.00	0.00
<i>Gallus gallus domesticus</i>	4	0.68	1393.00	0.58	2	0.39	910.00	0.24	3	0.65	1365.00	0.50
<i>Garrulus glandarius</i>	17	2.88	1834.67	0.76	7	1.36	810.67	0.21	12	2.59	1045.33	0.38
<i>Lanius senator</i>	1	0.17	50.40	0.02	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Myiopsitta monachus</i>	2	0.34	192.00	0.08	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Pica pica</i>	1	0.17	173.60	0.07	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1	0.17	168.80	0.07	1	0.19	168.80	0.04	0	0.00	0.00	0.00
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	6	1.02	1329.60	0.55	7	1.36	1551.20	0.40	4	0.86	886.40	0.33
<i>Streptopelia decaoto</i>	2	0.34	79.47	0.03	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Streptopelia turtur</i>	1	0.17	35.20	0.01	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	105.60	0.04
<i>Strix aluco</i>	1	0.17	377.60	0.16	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Sturnus unicolor</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	80.00	0.02	0	0.00	0.00	0.00
<i>Turdus merula</i>	4	0.68	219.73	0.09	2	0.39	164.80	0.04	3	0.65	247.20	0.09
<i>Turdus philomelos</i>	1	0.17	18.13	0.01	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Turdus viscivorus</i>	6	1.02	561.60	0.23	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	93.60	0.03
Total Aves	254	42.97	67550.57	27.96	105	20.35	30100.88	7.79	120	25.87	37378.46	13.74

Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.



REPTILES												
<i>Coronella austriaca</i>	1	0.17	160.00	0.07	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	160.00	0.06
<i>Malpolon monspessulanus</i>	17	2.88	2320.01	0.96	24	4.65	3626.67	0.94	12	2.59	1733.34	0.64
<i>Natrix maura</i>	2	0.34	320.00	0.13	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00
<i>Natrix natrix</i>	0	0.00	0.00	0.00	1	0.19	160.00	0.04	0	0.00	0.00	0.00
<i>Testudo graeca</i>	0	0.00	0.00	0.00	8	1.55	1280.00	0.33	5	1.08	800.00	0.29
<i>Timon lepidus</i>	37	6.26	5760.00	2.38	12	2.33	1920.00	0.50	10	2.16	1600.00	0.59
<i>Zamenis longissimus</i>	0	0.00	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0.00	1	0.22	160.00	0.06
<i>Zamenis scalaris</i>	9	1.52	1120.00	0.46	17	3.30	2240.00	0.58	23	4.96	3253.34	1.20
Total Reptiles	66	11.17	9680.01	4.01	62	12.02	9226.67	2.39	52	11.21	7706.67	2.83
Indeterminada	48	8.12	-	-	39	7.56	-	-	45	9.70	-	-
TOTAL	591	100	241617.58	100	516	100	386467.25	100	464	100	272028.99	100



Anexo 2. Comparativas entre roles de progenitores de águila real mediterránea (Macho, Hembra y No identificado), según las características de las presas en cuanto a clase de edad (Adulto, Cría, Juvenil y Subadulto), estatus (Vivo o Muerto) y grado de despiece (Entero o Parcial) en el que se encuentran en el momento de aportarlas al nido. Fuente: elaboración propia.

Clase de edad	Estatus	Despiece	Sexo del progenitor					
			Macho		Hembra		No identificado	
			nº	% (del total)	nº	% (del total)	nº	% (del total)
Adulto	Muerto	Entero	337	60.612	346	70.902	263	61.163
			323	59.815	326	68.776	246	58.294
			257	48.859	231	51.106	165	41.772
	Vivo	Entero	62	11.787	89	19.690	71	17.975
			5	0.926	8	1.688	11	2.607
Cría	Muerto	Entero	202	36.331	114	23.361	128	29.767
			194	35.926	113	23.840	128	30.332
			164	31.179	66	14.602	96	24.304
	Vivo	Entero	27	5.133	43	9.513	28	7.089
			2	0.370	0	0	0	0
Juvenil	Muerto	Entero	0	0	1	0.205	0	0
			0	0	1	0.211	0	0
			0	0	1	0.221	0	0
	Vivo	Entero	0	0	0	0	0	0
			0	0	0	0	0	0
Subadulto	Muerto	Entero	17	3.058	27	5.533	39	9.070
			16	2.963	23	4.852	35	8.294
			15	2.852	17	3.761	30	7.595
	Vivo	Entero	1	0.190	5	1.106	5	1.266
			0	0	3	0.633	2	0.474
TOTAL			556	100	488	100	430	100
	TOTAL		540	100	474	100	422	100
		TOTAL	526	100	452	100	395	100

Total "Clase de edad"		
	nº	%
Adulto	946	64.179
Cría	444	30.122
Juvenil	1	0.068
Subadulto	83	5.631
	1474	100
Total "Estatus"		
	nº	%
Muerto	1415	82.363
Vivo	33	1.921
No identif.	270	15.716
	1718	100
Total "Despiece"		
	nº	%
Entero	1089	63.388
Parcial	331	19.267
No identif.	298	17.346
	1718	100

Influencia de la dieta del águila real mediterránea (*Aquila chrysaetos homeyeri*) en el éxito reproductivo y comportamiento de las parejas durante el periodo de cría.



Anexo 3. Comparativas entre roles de progenitores de águila real mediterránea (Macho y Hembra), según la hora del día (agrupadas en Mañana, de 6AM a 12PM; Tarde, de 13PM a 19PM y Noche, de 20PM a 0AM) y el tipo de actividad realizada en el nido. Fuente: elaboración propia.

Hora del día	Sexo progenitor	Tipo de actividad														TOTAL	
		Aporte de materia		Aporte de presa		Cebado con presa		Entrada a dormitorio		Incubando		Limpieza del nido		Visita esporádica		nº	%
		nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%	nº	%		
MAÑANA - 6 AM a 12 PM		193	47.77	491	40.98	420	36.49	0	0.00	39	48.15	10	25.00	187	34.89	1340	36.97
	Macho	17	8.81	266	54.18	0	0.00	0	0.00	4	40.00	0	0.00	24	12.83	311	23.21
	Hembra	176	91.19	225	45.82	420	100.00	0	0.00	35	49.30	10	100.00	163	87.17	1029	76.79
TARDE - 13 PM a 19 PM		181	44.80	575	48.00	575	49.96	3	1.40	36	44.44	23	57.50	245	45.71	1638	45.19
	Macho	20	11.05	317	55.13	7	1.22	0	0.00	6	60.00	1	4.35	22	8.98	373	22.77
	Hembra	161	88.95	258	44.87	568	98.78	3	100.00	30	42.25	22	95.65	223	91.02	1265	77.23
NOCHE - 20 PM a 0 AM		30	7.43	132	11.02	156	13.55	212	98.60	6	7.41	7	17.50	104	19.40	647	17.85
	Macho	0	0.00	59	44.70	1	0.64	2	0.94	0	0.00	0	0.00	1	0.96	63	9.74
	Hembra	30	100.00	73	55.30	155	99.36	210	99.06	6	8.45	7	100.00	103	99.04	584	90.26
TOTAL		404		1198		1151		215		81		40		536		3625	
	Macho	37		642		8		2		10		1		47		747	
	Hembra	367		556		1143		213		71		39		489		2878	



Anexo 4. Tipos de uso del suelo correspondientes al área de campeo de las parejas nidificantes de águila real mediterránea en los periodos de cría de 2017 a 2020. Fuente: elaboración propia.

	Tipo de uso del suelo	CODE_18	Total área	% de superf. de cada tipo
Tejido urbano	Tejido urbano continuo	111	1095873.432	0.004
	Tejido urbano discontinuo	112	22746285.68	0.089
Zonas industriales, comerciales y de transportes	Zonas industriales o comerciales	121	4202006.174	0.016
	Redes viarias, ferroviarias y terrenos asociados	122	25876437.95	0.101
Zonas de extracción minera, vertederos y de construcción	Zonas de extracción minera	131	517825.0163	0.002
	Escombreras y vertederos	132	796667.0205	0.003
Tierras de labor	Tierras de labor en secano	211	14732316419	57.661
	Terrenos regados permanentemente	212	132506658.3	0.519
Cultivos permanentes	Viñedos	221	15158041.57	0.059
	Frutales	222	405407.8334	0.002
	Olivares	223	35734366.3	0.140
Praderas	Praderas	231	36640095.24	0.143
Zonas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos	242	30749098.4	0.120
	Terrenos principalmente agrícolas, pero con importantes espacios de vegetación natural	243	39123187.98	0.153
	Sistemas agroforestales	244	19458094.76	0.076
Bosques	Bosques de frondosas	311	1569329011	6.142
	Bosques de coníferas	312	5567112478	21.789
	Bosque mixto	313	164203955.1	0.643
Espacios de vegetación arbustiva y/o herbácea	Pastizales naturales	321	885528267.8	3.466
	Landas y matorrales	322	219379675.4	0.859
	Vegetación esclerófila	323	663359591	2.596
	Matorral boscoso de transición	324	94070923.8	0.368
Espacios abiertos con poca o sin vegetación	Roquedo	332	160636227.1	0.629
	Espacios con vegetación escasa	333	57375025.25	0.225
Aguas continentales	Láminas de agua	512	1098687.418	0.004
Aguas marinas	Mares y océanos	523	1070591932	4.190
Total general			25550012237	100

La superficie total comprendida por los territorios de uso de las parejas nidificantes, abarca 26 tipos diferentes de uso del suelo (agrupados en 12 clases).

El tipo de uso predominante fueron las “Tierras de labor en secano”, con un 57,66% de superficie, seguido por los “Bosques de coníferas” con un 21,79% (n=5.567.112.478). Los tipos de uso que menos predominaron en el área de campeo fueron 2: “Zonas de extracción minera” (n=517.825,02) y “Frutales” (n=405.407,83), los dos con un 0,002% de superficie.



9.- INFORME TÉCNICO

Gracias a las labores que el Proyecto Aequilibrium+ está realizando desde el 2016, cada vez se conoce mejor a la subespecie mediterránea de águila real. Tanto es así, que se ha podido identificar una adaptación en su dieta, debido al declive en especies de caza menor claves para ellas, y a la expansión que han sufrido las poblaciones de corzo en la Península Ibérica. Este hecho, ligado al conocimiento de que la rapaz es un superdepredador con capacidad para regular las poblaciones de los ecosistemas de su distribución espacial, ha propiciado que desde Aequilibrium+ se analice con determinación la nueva realidad trófica de sus pollos durante el periodo de cría.

En este contexto surge mi Trabajo Fin de Grado. De entre la variedad de planes de estudio que lleva a cabo el Departamento de Sistemas y Recursos Naturales de la E.T.S.I. de Montes, Forestal y del Medio Natural, se encontraba el convenio de colaboración con Aequilibrium+ y, viendo la posibilidad de aprender sobre la nueva técnica del fototrampeo, de cómo se realizan los trabajos de investigación y de conocer mejor los patrones de supervivencia de un ave tan majestuosa que hasta entonces era casi desconocida para mí, acepté trabajar en la consecución y perfeccionamiento de la base de datos que empezaba a crearse, fruto de la información que se podía recoger por las estaciones de fototrampeo ubicadas en los nidos. Así, los resultados que han surgido del análisis de esta base de datos, sirven para ampliar el conocimiento que se tenía de la plasticidad de un ave generalista ante cambios en la disponibilidad de presas y cómo el comportamiento de los progenitores con sus polluelos y el tipo de alimento que les aportan consigue sacar adelante a una nueva generación. Para la elaboración de este TFG se han requerido conocimientos de Zoología, Ecología, Estadística, SIG, Gestión de especies y espacios protegidos, etc.

9.1. Fases para la realización del estudio

Se pueden distinguir tres grandes bloques en la realización del presente estudio. Estas son:

Fase	Nombre de la fase	Nº de actividad	Descripción de la actividad
A	Trabajo en gabinete	1	Visualización de imágenes de nidos de águilas reales y ampliación de la base de datos en Excel
B	Proceso de estudio y obtención de resultados	1	Redacción del documento del TFG
		2	Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con Rstudio 4.2.3
		3	Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con ArcGIS 10.8.1
C	Orientación del documento y trámites administrativos	1	Creación del Póster y el Informe Técnico
		2	Comunicaciones (presenciales y telemáticas) con el director y codirectora del proyecto
		3	Finalización del documento y entrega



9.2. Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	Año 2021	Año 2022												Año 2023							
	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	
Visualización de imágenes de nidos de águilas reales y ampliación de la base de datos en Excel																					
Redacción del documento del TFG																					
Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con Rstudio 4.2.3																					
Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con ArcGIS 10.8.1																					
Creación del Póster y el Informe Técnico																					
Comunicaciones (presenciales y telemáticas) con el director y codirectora del proyecto																					
Finalización del documento y entrega																					



9.3. Presupuesto

Para el cálculo del coste del proyecto, se han tenido en cuenta los diversos gastos necesarios para su realización.

Teniendo en cuenta que la persona que ha realizado este Trabajo de Fin de Grado es Nerea Fernández Pesquera, alumna del Grado en Ingeniería del Medio Natural, se ha considerado el coste horario que ofrecen las Tarifas del grupo TRAGSA del año 2023 (www.tarifas.tragsa.es) para un “Titulado medio o graduado con menos de 5 años de experiencia”, siendo de 21,95 €/h.

Por lo que, al considerar las horas trabajadas y los costes tanto materiales como de servicios, así como aplicando un I.V.A. del 21%, se obtiene:

ACTIVIDADES	HORAS DEDICADAS
Visualización de imágenes de nidos de águilas reales y ampliación de la base de datos en Excel	104
Redacción del documento del TFG	372
Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con Rstudio 4.2.3	235
Análisis estadístico de datos y creación de gráficas con ArcGIS 10.8.1	63
Creación del Póster y el Informe Técnico	5
Comunicaciones (presenciales y telemáticas) con el director y codirectora del proyecto	18
Finalización del documento y entrega	3
TOTAL	800

Tarifa TRAGSA 2023	21.95 €/h
Licencia Microsoft Office	0 €
Licencia ArcMap 10.8.1	0 €
Licencia Rstudio 4.2.3	0 €
Coste de servicios informáticos	1.150 €
Grabación en CD	2 €
Coste total	48.562,80 €
Costes varios (10% del total)	4.856,28 €
IVA 21%	11.218,01 €
TOTAL (con IVA)	24.905,67 €

El presupuesto total del Trabajo Fin de Grado asciende a la cantidad de **VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS CINCO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS (24.905,67 €)**.