

# DEPREDACIÓN DEL ÁGUILA REAL SOBRE LA TORTUGA MORA EN EL SURESTE IBÉRICO



**Autora:** Martínez Pastor, M<sup>a</sup> Carmen  
**Tutores:** Giménez Casalduero, Andrés; Graciá Martínez, Eva y  
Rodríguez Caro, Roberto  
**Grado en Ciencias Ambientales**  
**Facultad de Ciencias Experimentales**  
**Departamento de Biología Aplicada. Área de Ecología**  
**2015/16**

Fuente: Wilder south conserving the mediterranean biodiversity.  
<http://wildersouth.org/photos/>



### Resumen:

El águila real (*Aquila chrysaetos*) ha desarrollado una técnica de caza para consumir tortugas, en la que son capturadas y lanzadas desde cierta altura a superficies rocosas para partir su caparazón. En este trabajo pretendemos determinar la contribución de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en la dieta del águila real en el sureste ibérico, evaluando si existe selección de sexo y/o tamaño por parte de las águilas.

Se visitaron nidos y posaderos de siete territorios de águila real en las provincias de Murcia y Almería. Se recogieron restos de tortugas depredadas, se les asignó sexo y se tomaron medidas biométricas. Comparando el tamaño de dichas tortugas con el peso de caparazones completos y con tortugas vivas se estimó el peso de la biomasa aprovechable por las águilas. Posteriormente, se comparó la relación de sexos y la distribución de tamaños de los individuos depredados con información previa de poblaciones de tortugas en los territorios de las águilas estudiadas.

Identificamos un mínimo de 227 tortugas depredadas. El aporte medio fue de unos 400g (rango: 78-777g), aproximadamente la mitad de la biomasa que aporta la principal presa del águila real en el área de estudio, el conejo (*Oryctolagus cuniculus*). Las águilas seleccionaron tortugas de tamaño grande, mostrando preferencia por hembras adultas. Concluimos que la tortuga mora podría tener relevancia como presa alternativa en años y/o territorios en los que las densidades de conejo sean bajas.

**Palabras clave:** Sureste ibérico, águila real, tortuga mora, aporte y presa alternativa.

### Abstract:

The golden eagle (*Aquila chrysaetos*) have developed the ability to consume tortoises, catching and throwing them to rocky surfaces in order to break their hard shell, before to be ingested. In this work, we aim to characterize the contribution of the spur-thighed tortoise (*Testudo graeca*) to the diet of the golden eagle in the Iberian south-east. We will also assess if eagles select tortoises according to their sex and/or size.

We visited nests and roosting sites of seven golden eagle territories in the provinces of Murcia and Almeria. The remains of the predated tortoises were collected, sex identified and measured. We calculated the available biomass for eagles by comparing these measurements with the measures and weights of live tortoises and of complete carapaces. We also compared the sex-ratio and age distribution of the predated tortoises with information from the populations of tortoises at the different territories of the eagles.

We identified at least 227 consumed tortoises. The available biomass for eagles was on average around 400g (range: 78-777g); approximately the half that offers the main prey of the golden eagle, the rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). The studied eagles selected large tortoises, showing preference for adult females. We conclude that the spur-thighed tortoise could have relevance as alternative prey in years and/or territories with low densities of rabbits.

**Key words:** South-east, golden eagle, spur-thighed tortoise, contribution and alternative prey.

## Índice

<b>1. Introducción</b>	4
<b>2. Antecedentes</b>	7
<b>3. Objetivos</b>	8
<b>4. Material y métodos</b>	9
4.1 Sistema de estudio	9
4.2 Análisis de tortugas depredadas	14
4.3 Estima del aporte medio de las tortugas a la dieta del águila real	17
4.4 Métodos para la determinación de preferencia de presa	18
<b>5. Resultados</b>	20
5.1 Derivados de laboratorio	20
5.2 Estima del aporte medio de las tortugas a la dieta del águila real	21
5.3 Preferencia de presa	25
<b>6. Discusión</b>	28
<b>7. Conclusión y Proyecciones futuras</b>	31
<b>8. Agradecimientos</b>	32
<b>9. Bibliografía</b>	33
<b>10. Anexo</b>	38

## 1. Introducción

La interacción depredador-presa es una de las relaciones más estudiadas y de mayor importancia en el funcionamiento de los ecosistemas. Se fundamenta principalmente en que el depredador utiliza diversas estrategias para atrapar y alimentarse de otra especie, denominada presa. Esta interacción canaliza parte de los flujos de materia y energía en los ecosistemas, e influye en la regulación de las poblaciones (Begon et al, 1999).

Como ejemplo particularmente clave en la península ibérica se puede citar el conejo, sobre el cual depredan multitud de especies; e incluso algunas han evolucionado y se han adaptado específicamente para consumirlo (ej. lince ibérico; García et al, 2003). Las densidades de conejo regulan las poblaciones de los depredadores, pero esta relación no es simétrica, ya que las poblaciones de conejo están principalmente reguladas por factores como la disponibilidad de alimento (productividad del hábitat), factores de tipo climático o la aparición de enfermedades (Kurtén, 1968; Sacramento et al., 2006; Delibes-Mateos y Gálvez-Bravo, 2009). Se trata en este caso, de una especie estratega de la r, con altas tasas de reproducción y tiempos de generación cortos.

Por el contrario, en especies de vida larga cuya viabilidad poblacional está supeditada a la supervivencia de los adultos, la depredación en estas clases de edad puede ser determinante. En el caso de las tortugas, su caparazón osificado las protege de depredadores como zorros y garduñas, que sí depredan sobre puestas e inmaduros (Ballestar et al., 2007; Bertolero et al., 2011). En general, la depredación tiene un efecto marginal sobre las clases adultas, pero en el caso de tortugas terrestres del género *Testudo*, algunas rapaces como las águilas han desarrollado la habilidad de consumirlas tras romperlas en roquedos (Watson, 1997). En este trabajo se aborda el estudio de la interacción de depredación en el sureste ibérico en dos especies amenazadas, la tortuga mora (*Testudo graeca*) y el águila real (*Aquila chrysaetos*).

El águila real depreda sobre tortugas terrestres en varios países entorno al mediterráneo y del este de Europa, como Grecia, Bulgaria, Rusia o la antigua Yugoslavia (Iverson, 1992); en los que las tortugas terrestres del género *Testudo* juegan un papel importante en la dieta de esta especie a escala local. De hecho, es frecuente encontrar restos de tortugas en los trabajos que abordan la dieta de estas rapaces (Delibes et al., 1975; Watson, 1997; Moleón et al., 2016; López-Jurado et al. 1979). Sin embargo, estos estudios no permiten saber mucho sobre los efectos que este comportamiento tiene para las poblaciones de tortuga debido a que únicamente analizaron su dieta. (Watson, 1997; Delibes et al., 1975). Por este motivo, el conocimiento de los efectos de la presión de depredación en las poblaciones de tortugas es prácticamente inexistente

La población de tortuga mora del sureste ocupa una superficie aproximada de 2.700 km<sup>2</sup> entre las provincias de Murcia y Almería con densidades entre 0,03 y 12,52 individuos por hectárea (Anadón et al., 2007, 2009). Los principales factores de amenaza que afectan a la población son la pérdida y fragmentación de hábitat, debido principalmente a la dinámica de cambios de usos del suelo dentro de su área de distribución, y por la recolección de tortugas de las poblaciones naturales para su tenencia como mascotas (Pérez et al., 2010).

Por su parte, la población de águila real en España cuenta con aproximadamente 2000 parejas según datos de 2008. Según estos censos, en Almería se detectaron 34 parejas (territorios ocupados) con una densidad: 0,38 parejas/100km<sup>2</sup>, y en Murcia, 41 parejas (territorios ocupados) de los cuales en 31 llegaron a incubar, con una productividad de 0,95 pollos/pareja/año (Del Moral, 2009). Los principales factores de amenaza que afectan a la población son principalmente la electrocución y el envenenamiento, pero también ha sufrido regresiones por diversas causas como cacería ilegal, pérdida de hábitats, aumento de actividades forestales, perturbación humana de sus zonas de nidificación, tráfico ilegal para su venta y envenenamiento por plaguicidas (Watson, 1997).

Entender cómo se desarrolla la interacción depredador-presa entre estas dos especies en el sureste ibérico es especialmente interesante para identificar qué papel desempeña cada especie para la conservación de la otra y para proponer estrategias de gestión adecuadas.

### **Cuadro 1. La depredación de tortugas por rapaces y la muerte de Esquilo.**

La conducta de manipulación del alimento está descrita en distintas aves, entre las que se encuentra la familia Accipitridae, con algunas especies del género *Aquila*. Estas aves realizan diversas manipulaciones del alimento con la finalidad de acceder a las partes ingeribles a través de unos patrones etológicos muy estereotipados.

En la muerte de Esquilo se describe este comportamiento realizado por las rapaces, en el que el famoso dramaturgo después de visitar el Oráculo de Delfos (el cual le vaticinó que moriría aplastado por una casa), decidió mudarse fuera de la ciudad, donde una tortuga cayó sobre su cabeza. Según el relato un quebrantahuesos (conocido entonces por lanzar a sus presas sobre las rocas), le arrojó una tortuga, posiblemente confundiendo su cabeza con una piedra y acabando así con la vida del dramaturgo.



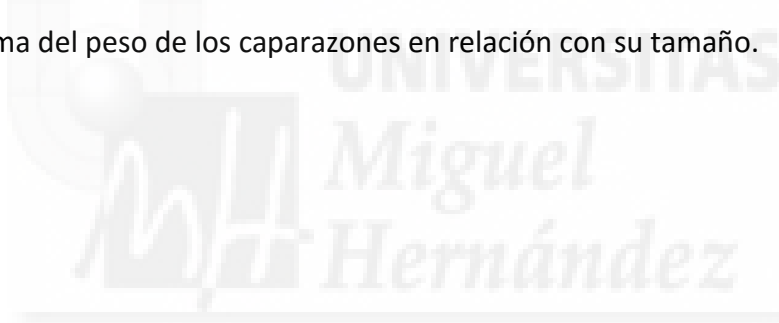
**Figura 1.** Representación del momento en el que la rapaz tira la tortuga a Esquilo.

Fuente : <http://barzaj-jan.blogspot.com.es/2015/10/mortis-certitude.html>

## 2. Antecedentes

Para llevar a cabo este trabajo de fin de grado, se parte de trabajos previos realizados por el grupo de Investigación del Área de Ecología en la población de tortuga mora del sureste ibérico, desde el año 1999.

- Utilizamos una base de datos del año 2014 con información de estimas biométricas de tortugas (2129 individuos) e información de la estructura poblacional de 44 poblaciones de tortugas del sureste ibérico representadas en 7 territorios del águila real.
- Contamos con restos de tortugas depredadas en nidos, rompederos y posaderos de águila real en las provincias de Murcia y Almería (recolectados durante 2014).
- Finalmente se dispone de una colección de 104 caparazones vacíos, útiles para la estima del peso de los caparazones en relación con su tamaño.





### 3. Objetivos

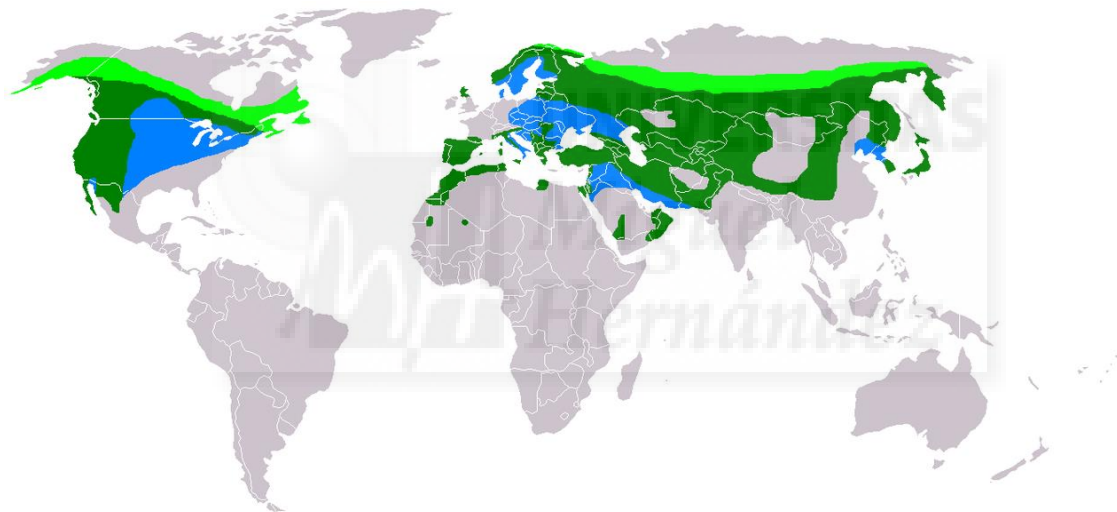
Este trabajo aborda por primera vez el estudio de la interacción depredador-presa entre el águila real (*Aquila chrysaetos*) y la tortuga mora (*Testudo graeca*) en el sureste ibérico (provincias de Murcia y Almería). Como ambas especies se encuentran amenazadas es particularmente interesante entender por un lado qué papel juegan las tortugas en la dieta del águila real; y por otro, si esta presión de depredación podría comprometer la viabilidad de poblaciones de tortuga a escala local. Consecuentemente, los objetivos específicos de este trabajo son:

- Cuantificar el aporte medio de biomasa por tortuga consumida en la dieta del águila real.
- Evaluar si las águilas depredan más sobre unas clases poblacionales que sobre otras, seleccionando tortugas en función de su tamaño y el sexo.
- Constatar si existen diferencias entre parejas de águilas reales en la depredación de tortugas.

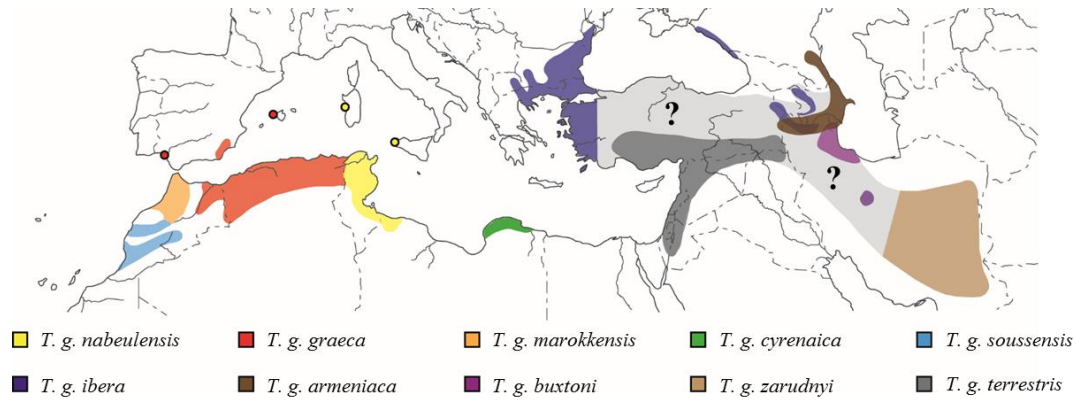
## 4. Material y Métodos

### 4.1 Sistema de estudio

El águila real (*Aquila chrysaetos*) presenta una distribución Holártica, ocupa amplias regiones de América del Norte, el Norte de África y Eurasia (Figura 2). Por su parte, la distribución de la tortuga mora (*Testudo graeca*) se extiende por el Paleártico (Figura 3), habita desde regiones templadas hasta áridas del Este de Europa, Asia y el Norte de África. Presenta además poblaciones pequeñas y aisladas en la Península Ibérica (Doñana y sureste peninsular) y en algunas islas del Mediterráneo (Mallorca, Cerdeña y Sicilia).



**Figura 2.** Área de distribución del águila real (*Aquila chrysaetos*) a nivel mundial. Se muestran las áreas estivales (verde claro), de invernada (azul) y sedentarias (verde oscuro). Imagen tomada con modificaciones de [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)



**Figura 3.** Área de distribución de la tortuga mora (*Testudo graeca*) a nivel mundial. Los colores representan las subespecies actualmente descritas. Imagen tomada con modificaciones de Graciá y Giménez (2015)

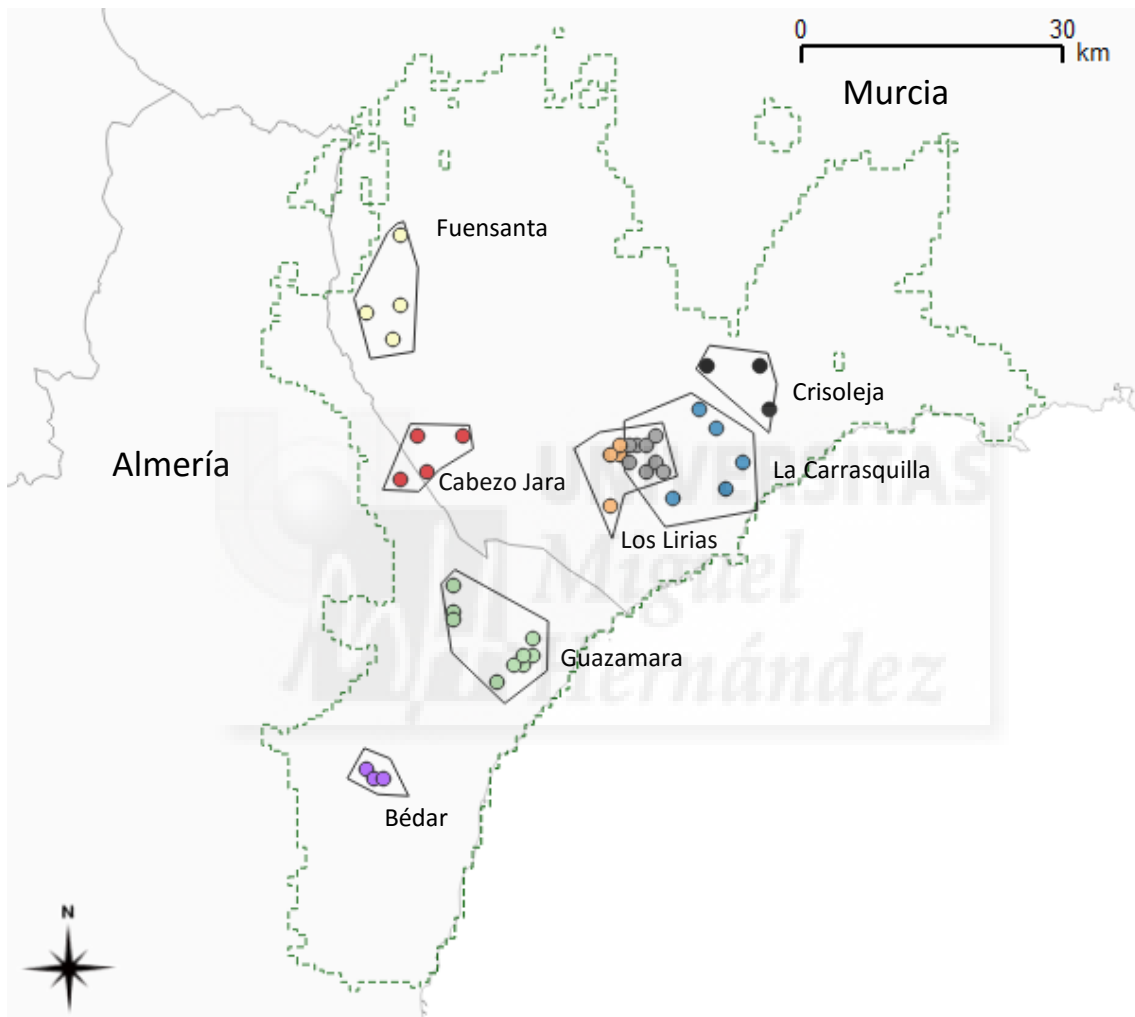
La depredación del águila real sobre la tortuga mora radica en una técnica en la que dicha rapaz es capaz de depredar sobre tortugas y una vez capturadas, las suelta desde el aire en sitios concretos (rompederos) para partir su caparazón y así poder acceder a la biomasa de la tortuga (Figura 4).



**Figura 4.** Águila real soltando una tortuga mora desde el aire para ingerir su biomasa.

Autor: Lukas Gluber

En este trabajo se estudian 7 parejas de águila real del sureste ibérico (provincias de Murcia y Almería), cuyos territorios incluyen 44 poblaciones de tortuga mora en los que se han realizado censos y muestreos previos que aportan información de biometría y distribución de sexo, clases de edad (Figura 5, Tabla 1).



**Figura 5.** Diseño de muestreo para la obtención de datos. Se muestrearon nidos, rompederos y posaderos en territorios de águila real para la recolección de restos de tortugas depredadas. La línea de puntos indica el área de distribución de la tortuga mora en las provincias de Murcia y Almería. Las poblaciones de tortuga de las cuales se tiene información previa se representan mediante colores, y se asignaron por proximidad a los territorios de águilas estudiados tal y como muestran los polígonos. Los lugares de recolección de los restos de tortugas depredadas no se muestran por razones de seguridad.

## Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico

**Tabla 1.** Distribución de sexos y clases de edad en las poblaciones de tortuga mora asignadas a los territorios de águila real. Se repiten y destacan en negrita las poblaciones que son asignadas a los territorios de Campo de Lirias y a La Carrasquilla.

Territorio	Población	Hembras	Machos	Subadultos	Inmaduros	NA
Campo de Lirias	Alto de las Quimeras	5	1	0	1	0
	Bas Norte	4	19	4	8	0
	Bas Sur	47	38	16	13	3
	Casa del Agua	3	7	0	1	0
	Casa Arcos	11	22	3	10	0
	<b>Chuecos Abajo</b>	24	23	3	4	0
	<b>Chuecos Arriba</b>	25	22	3	10	0
	Collado del Alcaibar	4	7	1	0	1
	<b>Ermita Villareal</b>	14	25	5	4	0
	<b>Madroñales</b>	46	28	9	11	0
Bédar	Centinares Alto	1	1	2	5	0
	Centinares Bajo	12	12	5	16	0
	Piña	4	4	1	2	0
	Villaltas	72	32	34	17	0
Crisoleja	Adanes	50	55	4	3	0
	Crisoleja	2	8	3	3	0
	Malcamino	3	4	3	0	0
Fuensanta	Luchena	7	11	1	6	0
	Selvarejo	0	1	0	1	0
	Tejera	4	5	0	1	2
	Xiquena	1	6	0	7	0
Guazamara	Bosque	1	1	0	0	0
	Cañadas Sotomayor	6	2	1	6	0

## Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico

---

	Los Balcones	1	1	1	0	0
	Malacate	3	2	3	0	0
	Palas	18	22	13	23	0
	Pané	3	6	0	1	0
	Sierrecica	62	67	31	50	6
	Sotomayor	24	25	3	5	2
	Ventorrillo	18	12	22	9	0
La Carrasquilla	Alto de la Cuesta	30	33	11	3	0
	Alto de las Quimeras	30	33	11	3	0
	Casa Arcos	11	22	2	3	0
	<b>Chuecos Arriba</b>	25	22	3	10	0
	<b>Chuecos Abajo</b>	24	23	3	4	0
	Collado del Alcaibar	4	7	1	0	1
	Cuesta del Grajo	4	6	4	2	0
	<b>Ermita Villareal</b>	14	25	5	4	1
	La Galera	104	89	21	9	0
	<b>Madroñales</b>	46	28	9	1	1
	Montería	8	12	0	1	0
	Zerrichera	8	5	2	0	0
Cabezo de la Jara	Abejuela	1	2	2	0	0
	Albergue Jara	0	3	0	1	0
	Cabezo Jara	0	0	0	4	0
	Culebras	24	20	2	10	0
	Cura Jara	2	2	1	0	0

---

## 4.2 Análisis de los restos de tortuga

Los restos de caparazones recogidos en campo de nidos, rompederos y posaderos de águila real (Anexo: Tabla 1) fueron analizados en el laboratorio (Figura 6 y 7) para recomponer el mayor número posible de caparazones y así determinar el número mínimo de tortugas consumidas en cada territorio. En aquellos casos en los que fue posible se determinó el sexo, mediante la observación de caracteres sexuales secundarios. Las hembras alcanzan en general mayor tamaño corporal que los machos y tienen las escamas más alargadas y puntiagudas llegando casi a tocar el espaldar. Además, los machos adultos se diferencian fácilmente de las hembras por la forma de las escamas anales, que tienen menor longitud que en las hembras, y frecuentemente presentan un aspecto desgastado en el borde más próximo a la cola. Las suturas entre las placas femorales y anales son aproximadamente rectas en los machos, mientras que en las hembras forman un ángulo dirigido hacia la parte anterior del cuerpo. Finalmente, el peto de los machos es más cóncavo y la placa supracaudal convexa está curvada hacia dentro, mientras que en las hembras tanto el peto como la supracaudal son planos (Angel, 1946; Díaz-Paniagua et al., 2009) (Figura 9).



**Figura 6.** Restos de tortugas depredadas por el águila real en un posadero.



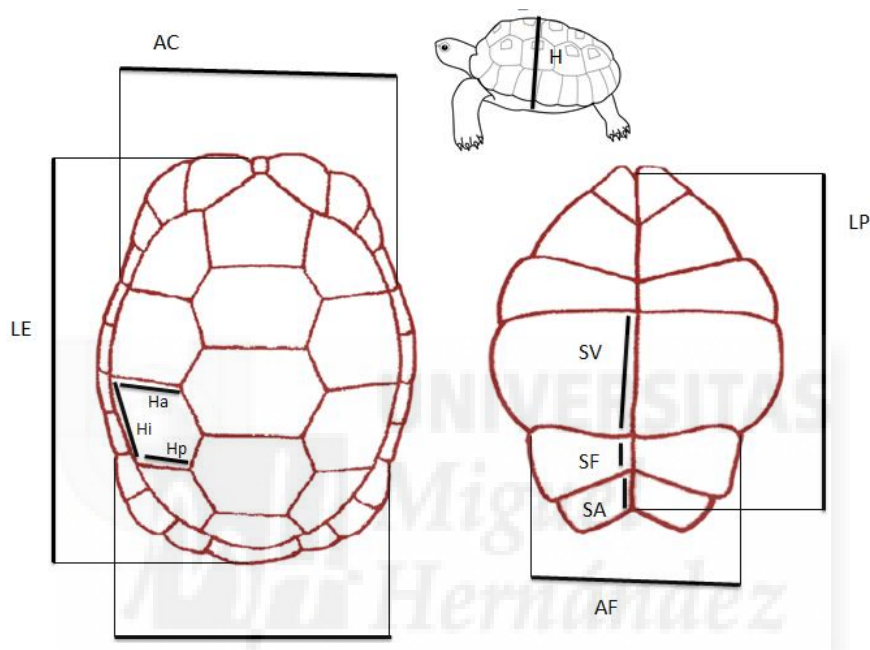
**Figura 7.** Restos de tortugas depredadas analizados en laboratorio

También se estimó la edad mediante el conteo de anillos en las placas (asumiendo que cada anillo depositado equivale a un año; (Anadón et al., 2009). Las placas córneas del caparazón crecen por aportes anuales de queratina que dan lugar a anillos evidentes (Braza et al., 1981), cuya validez ha sido demostrada en esta especie por Castanet y Cheylan (1979).

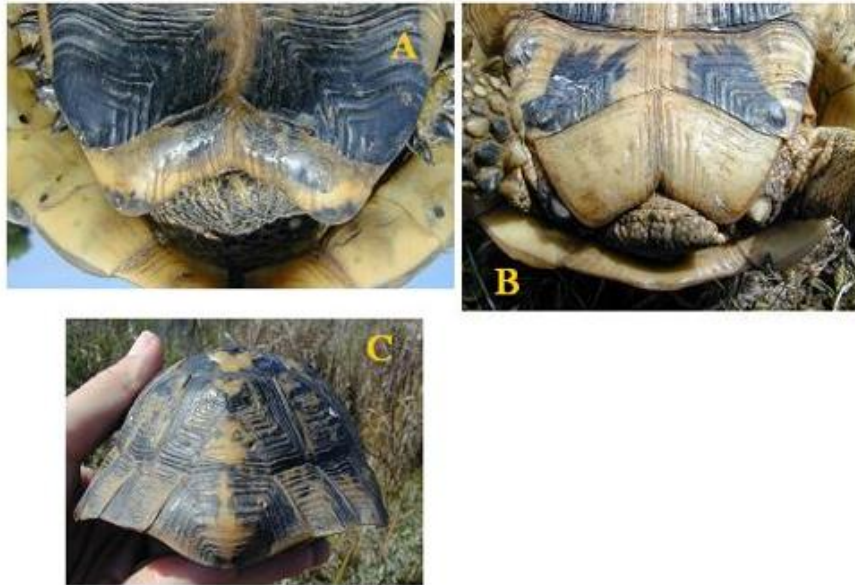
Los restos fueron individualmente clasificados como machos adultos, hembras adultas, subadultos (tortugas que no han alcanzado la madurez sexual pero que presentan el caparazón osificado) o inmaduros (tortugas pequeñas y con caparazón córneo, por lo general menores a cuatro años). Además, se tomaron aquellas medidas biométricas posibles utilizando un calibre digital (Figura 8). Para evitar duplicidades en la toma de datos sólo se consideraron aquellos restos que inequívocamente pertenecían a tortugas distintas.



Para posteriores análisis se escogió la anchura femoral (AF) como medida biométrica, por ser una de las mejores medidas relacionada con el tamaño. (Abad, 2007) y por ser una de las que con más frecuencia se consiguió medir de los restos de tortugas depredadas. Concretamente, en el 20,26% se consiguió medir directamente, y en el 44,5% se consiguió inferir a partir de otras medidas biométricas (Anexo: Tabla 4).



**Figura 8.** Medidas biométricas tomadas en el espaldar y el peto de los caparazones de tortuga. En el espaldar: AC: Anchura de la mitad superior del tercio del caparazón, LE: Longitud espaldar, AM: Anchura de la segunda mitad del tercio del caparazón, H: Altura, Ha: Altura anterior, Hp: Altura posterior, Hi: Altura inferior. En el peto: SV: Sutura ventral, SF: Sutura femoral, SA: Sutura anal, LP: Longitud del peto, AF: Anchura femoral.



**Figura 9.** Placas anales y femorales de una tortuga macho (A) y de una hembra (B). La placa supracaudal de los machos está curvada hacia dentro (C). Fuente: Díaz-Paniagua y Andreu, 1996

#### 4.3 Estima del aporte medio de las tortugas a la dieta del águila real

Para el cálculo del aporte medio de las tortugas depredadas se infirió por un lado el peso de las tortugas; y por el otro, el peso de sus caparazones. La biomasa disponible de cada tortuga (aporte para las águilas), se calculó mediante la diferencia entre ambas estimas.

Para la inferencia del peso de las tortugas se utilizó la base de datos con información biométrica de poblaciones de tortuga, calculando la regresión lineal de la raíz del peso (g) y de la medida AF (mm). La ecuación de la recta obtenida, en la que  $P \text{ tortugas vivas}^{\frac{1}{2}} = a(AF) + b$  sirvió para despejar el peso de las tortugas depredadas a partir de las medidas de AF obtenidas en los restos de caparazón.

Para la estima del peso del caparazón, se pesaron 104 caparazones de la colección de caparazones enteros de tortugas de diferente tamaño; y del mismo modo, se obtuvo la relación  $P \text{ caparazón}^{\frac{1}{2}} = c(AF) + d$  que sirvió para despejar el peso del caparazón a partir de las medidas de AF obtenidas en los restos depredados.

### 4.4 Métodos para la determinación de preferencia de presa

Se ha evaluado la preferencia de presas para analizar si existe selección entre las diferentes clases (machos, hembras y subadultos) y tamaños.

En primer lugar, se ha realizado un chi-cuadrado a nivel global para evaluar si hay diferencias significativas entre hembras/machos/subadultos entre todas las poblaciones de tortugas muestreadas y el conjunto de las tortugas depredadas. En el caso de las hembras, se han seleccionado aquellos individuos con AF mayor que 60 mm para establecer un valor mínimo (por debajo de éste se consideraron subadultos). Este mismo test además se ha realizado para analizar las diferencias para cada territorio (cuando el número total de tortugas depredadas era mayor a 30). Cuando las diferencias eran detectadas, se han analizado por pares (hembras/machos, hembras/subadultos, machos/subadultos y adultos/subadultos) para comprender mejor el sentido de la selección de presas. Cuando algunas de las clases tenían un número menor a 5 individuos, se ha utilizado el test de chi-cuadrado con la corrección para muestras pequeñas (Hope, 1968)

Por otro lado, el análisis para evaluar si existe selección del tamaño se ha realizado a nivel global con la suma de todas las tortugas depredadas debido a que el número de individuos con medidas para cada territorio era bajo. Se ha comprobado la normalidad de los datos a través del Shapiro-test (Anexo: Tabla 2). Finalmente, al no ser normales se usa un test no paramétrico denominado Kruskal-Wallis (Tabla 6) para comparar las medias entre los individuos muestreados en las poblaciones y los individuos depredados (para hembras, machos y subadultos).

Todos los análisis descritos anteriormente, se han realizado en el programa R Project (R Core Team, 2016)



## 5. Resultados

### 5.1 Derivados de laboratorio

Tras la reconstrucción de los restos de caparazón recogidos en campo se identificaron un mínimo de 227 tortugas depredadas por águila real en el sureste ibérico. Salvo en el caso del Cabezo de la Jara, todos los territorios mostraron evidencias de consumo de tortugas por parte de las águilas. El número de tortugas depredadas (Tabla 2) varió notablemente entre territorios siendo sus restos más abundantes en La Carrasquilla (N=117) y más escasos en los territorios de Bédar y Guazamara (N=2). La mayoría de caparazones reconstruidos pudieron ser clasificados como hembras adultas (N = 155), machos adultos (N=44) y subadultos (N=17). No se encontraron restos de individuos inmaduros.

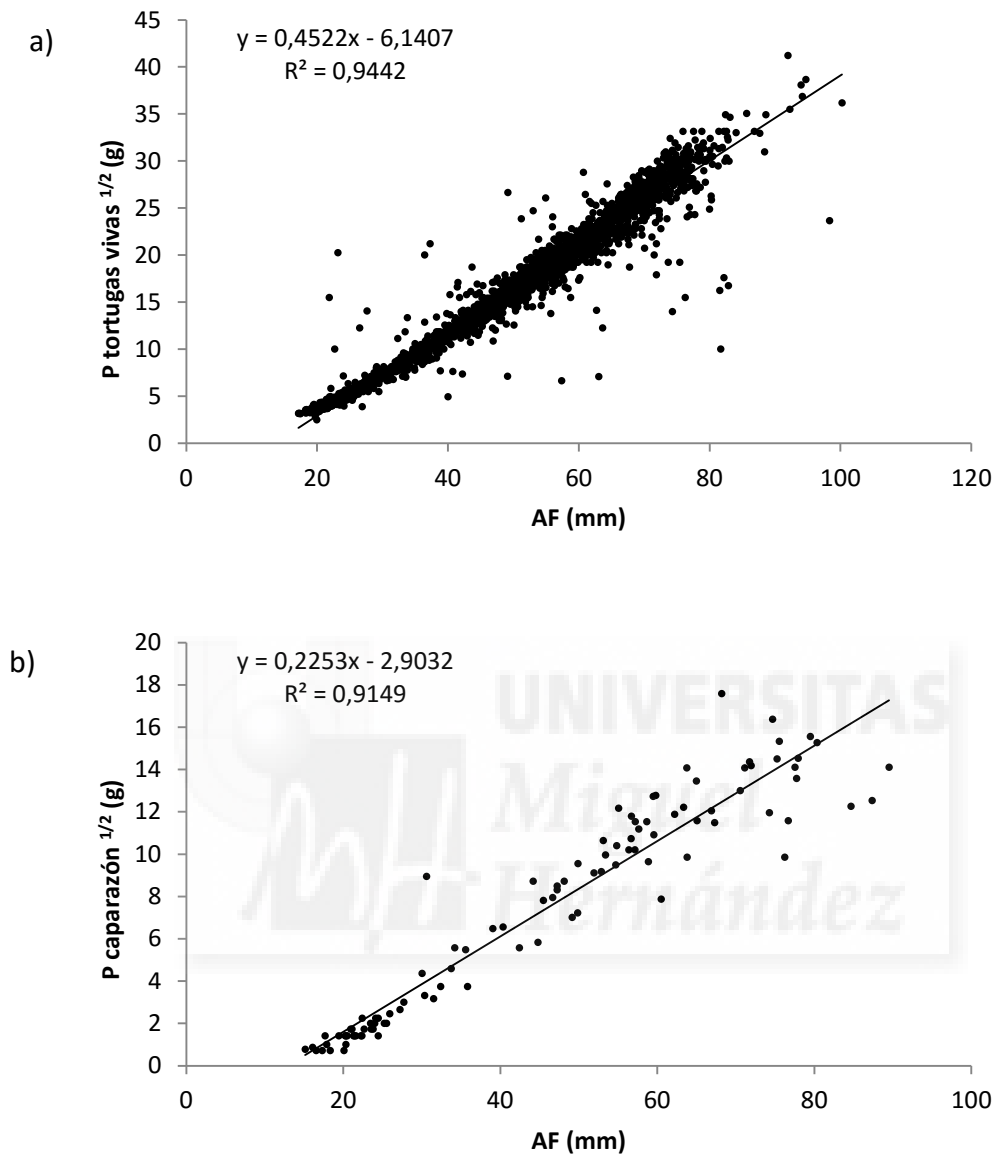
**Tabla 2.** Tortugas depredadas en los siete territorios de águila real estudiados en las provincias de Murcia y Almería. Algunos restos de caparazones no pudieron ser asignados a ninguna clase poblacional y aparecen clasificados como datos faltantes (NA).

Territorio	Hembras	Machos	Subadultos	NA	Total
Campo de Lirias	29	6	2	4	41
Bédar	1	1	0	0	2
Crisoleja	6	3	0	0	9
Fuensanta	39	12	3	2	56
Guazamara	0	1	0	1	2
La Carrasquilla	80	21	12	4	117
Cabezo de la Jara	0	0	0	0	0
Total	155	44	17	11	227

## 5.2 Estima del aporte medio de las tortugas a la dieta del águila real

La regresión lineal (Figura 10) entre el peso de tortugas vivas y su medida biométrica de AF (útil para la estima del peso de las tortugas depredadas) resultó en:  $P \text{ tortugas vivas}^{\frac{1}{2}} = 0.4522(AF) - 6.1407$  ( $R^2=0.9442$ ). Por su parte, la regresión lineal (Figura 10) para estimar el peso de los caparazones a partir de AF se obtuvo a partir de la siguiente ecuación:  $P \text{ caparazón}^{\frac{1}{2}} = 0,2253(AF) - 2,9032$  ( $R^2 = 0,9149$ ).





**Figura 10.** Representación de las regresiones lineales para el cálculo de la biomasa consumible. a) Regresión lineal entre la raíz cuadrada del peso de tortugas y la medida biométrica AF (anchura femoral). b) Regresión lineal de la raíz del peso de los caparazones y la medida biométrica AF (anchura femoral).

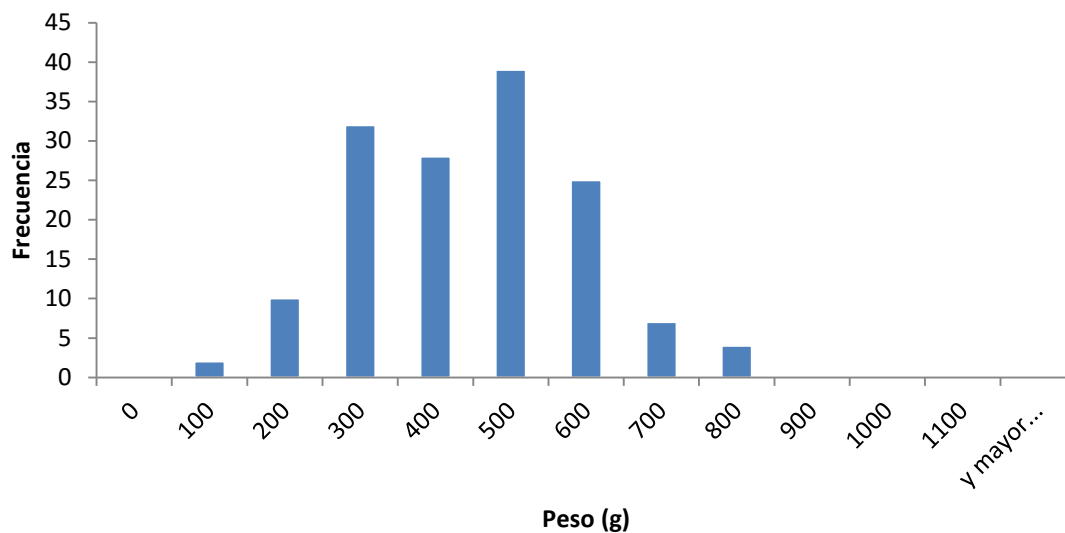
El tamaño de AF promedio en individuos depredados fue de 63,77 mm, con un rango de entre 36,35 mm y 84,91 mm (AF promedios de 66,99 mm en hembras, 59,89 mm en machos; 46,52 mm en subadultos y 63,37 mm en individuos no identificados (NA); Tabla 3). La estima promedio de biomasa disponible para las águilas fue de 397,79 g con un rango de entre 78,09 g y 777,15 g (pesos promedio de 444,75 g en hembras, 334,56 g en machos, 168,65 g en subadultos y 387,27 g en individuos no identificados (NA); (Tabla 3; Figura 11).





**Tabla 3.** Media y desviación estándar de la anchura femoral (en milímetros) de las tortugas depredadas en cada territorio (clasificadas en función de su sexo). Se incluye la media y desviación estándar de la biomasa disponible (en gramos) inferida para las tortugas depredadas en cada territorio (clasificadas en función de su sexo).

Territorio	Hembras			Machos			Subadultos			NA		
	N	AF	P	N	AF	P	N	AF	P	N	AF	P
Campo de Lirias	16	66,22± 8,31	438,46± 131,18	5	61,87± 4,15	388,04± 60,98	0	0	388,04 ± 60,98	1	66,53	427,31
Bédar	1	53,30	400,77	1	64,87	239,7	0	0	0	0	0	0
Crisoleja	2	62,11 ±3,41	363,05 ± 50,75	3	60,94± 3,76	345,27± 55,28	0	0	0	0	0	0
Fuensanta	20	68,49± 5,86	463,48± 47,11	9	55,37± 2,91	266,60± 37,07	2	44,59± 2,76	146,64 ± 26,01	1	74,31	562,61
Guazamara	0	0	0	1	52,84	234,20	0	0	0	0	0	0
La Carrasquilla	60	66,91± 8,37	443,64± 133,45	14	62,84± 7,60	381,51± 110,81	9	46,95± 4,61	173,55± 46,86	2	56,32 ± 2,16	279,58± 28,29
Cabezo de la Jara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figura 11** . Distribución de las frecuencias de los pesos de las tortugas depredadas

### 5.3 Preferencia de presa

Las águilas seleccionan tortugas en función del sexo y del tamaño en los distintos territorios (Tabla 5 y 6).

En el conjunto de las tortugas depredadas y muestreadas de todos los territorios de águilas reales (Tabla 4) hay diferencias significativas entre hembras y machos, entre machos y subadultos, y además, entre adultos y subadultos por lo que hay selección de presas por parte de las águilas hacia las hembras, mientras que los machos no son seleccionados (Tabla 5).

En todos los territorios analizados aparecen diferencias entre machos y hembras, indicando una selección de presas hacia las hembras (Tabla 5, Anexo: Figura 1). En el territorio de La Carrasquilla hay además diferencias entre machos y subadultos, siendo el porcentaje de machos depredados mucho menor que el porcentaje de machos disponibles en las poblaciones de tortugas.

## Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico

Respecto a la selección de presa en función del tamaño, las parejas de águila real seleccionan los machos y los subadultos más grandes de las poblaciones (Tabla 6). Este efecto no aparece en las hembras.

**Tabla 4.** Datos utilizados en los análisis de chi cuadrado de tortugas depredadas y muestreadas en los territorios de águila real estudiados. Sólo se consideraron aquellos territorios con más de 30 individuos en los depredados.

Territorio	Tortugas muestreadas/ Tortugas depredadas	Adultos		Subadultos
		Hembras	Machos	
Campo de Lirias	Tortugas muestreadas	242	184	29
	Tortugas depredadas	29	6	2
Fuensanta	Tortugas muestreadas	12	23	1
	Tortugas depredadas	39	12	3
La Carrasquilla	Tortugas muestreadas	283	273	61
	Tortugas depredadas	79	21	13
Total	Tortugas muestreadas	537	480	91
	Tortugas depredadas	147	39	18

## Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico

**Tabla 5.** Resultado del chi-cuadrado de tortugas clasificadas por clases poblacionales en las poblaciones e individuos depredados en los territorios y a nivel global de los territorios. En cada territorio se incluye el valor del estadístico y el p-valor.

Territorio	Total	H/M	H/S	M/S	A/S
Campo de Lirias	$\chi^2=9,1/0,011$	$\chi^2=8,02/0,005$	$\chi^2=0,55/0,56$	$\chi^2=0,83/0,599$	$\chi^2=0,83/0,59$
Fuensanta	$\chi^2=15,78/0,0009$	$\chi^2=13,61/0,002$	$\chi^2=0,004/1$	$\chi^2=2,51/0,28$	$\chi^2=0,39/0,66$
La Carrasquilla	$\chi^2=26,99/0,00049$	$\chi^2=25,9/3,5 \times 10^{-7}$	$\chi^2=0,44/0,51$	$\chi^2=6,47/0,011$	$\chi^2=0,12/0,72$
Total	$\chi^2=43,89/8,11 \times 10^{-10}$	$\chi^2=43/5,3 \times 10^{-11}$	$\chi^2=1,12/0,28$	$\chi^2=7,75/0,005$	$\chi^2=26/3 \times 10^{-7}$

**Tabla 6.** Test de Kruskal-Wallis para individuos sexados por clases poblacionales. Se incluye el valor del estadístico y del p-valor.

Sexo	Tamaño medio depredadas	Tamaño medio población	Estadístico	p-valor
Hembras	66,99	67,51	2,2336	0,1359
Machos	59,89	54,67	15,5996	$7,827 \times 10^{-5}$
Subadultos	46,51	42,11	3,9035	0,04819

## 6. Discusión

Entender las interacciones entre presas y depredadores es clave en los estudios para la conservación de especies amenazadas. En este trabajo se ha estudiado por primera vez la relación de depredación entre el águila real y la tortuga mora en el sureste ibérico, con el objetivo de estimar el aporte medio de la biomasa de las tortugas a la dieta del águila real, averiguar si existe selección de presas en función de las clases poblacionales y si existe diferencias en el consumo entre las parejas estudiadas.

Hasta la fecha, los estudios disponibles evaluaron los diferentes depredadores de las tortugas como el Zorro (*Vulpes vulpes*), Garduña (*Martes foina*), tejón (*Meles meles*), gato silvestre (*Felis sylvestrus*), gineta (*Genetta genetta*), comadreja (*Mustela nivalis*), erizos (*Atelerix algirus*) y perros (*Canis domesticus*). (p.ej.: García et al., 2003). Otros estudios describen la composición en la dieta de diferentes presas para el águila real tanto a nivel nacional (p.ej.: Moleón et al, 2016), como internacional (p. ej: Watson, 1997; Delibes et al, 1975; Bailey y Highfield, 1996; Barje et al., 2005). En ningún caso se estudió si las águilas seleccionaban las tortugas depredadas.

Los resultados de este estudio apuntan que el águila real utiliza a la tortuga mora como presa alternativa ya que en seis de los siete territorios muestreados se encontraron restos de tortugas depredadas con un total de 227 individuos. En un estudio reciente (Moleón et al, 2016) en el que se incluyen los territorios y los datos estudiados en este trabajo junto con territorios de Sierra Morena, Cordilleras Béticas y Región de Murcia con un total de 56 territorios, de manera que se constató que el 45,9 % de la dieta de las águilas es conejo y el 17,8% es perdiz (Moleón et al, 2016) .En el estudio anterior las tortugas supusieron únicamente el 1% pero cabe destacar que la mayor parte del estudio abarca territorios de águilas que no tienen acceso a tortugas lo que podría explicar un porcentaje tan bajo. Nuestros resultados sugieren además que las águilas muestran preferencia por hembras adultas, eligiendo en segundo lugar machos adultos y subadultos grandes.

En consecuencia, el aporte promedio de cada tortuga a la dieta del águila real fue de aproximadamente 400 gramos. Su aporte es por tanto aproximadamente la mitad que un conejo sin contar otras partes como el caparazón en la tortuga, y la piel y huesos en el caso del conejo (Delibes y Hiraldo, 1981). En el caso de la perdiz, la tortuga aporta aproximadamente el doble de biomasa a la dieta del águila real (Lucio, 1998). El papel de las tortugas podría ser importante para las águilas en territorios o años con escasez de conejo (Ferrerías et al 2011). Alternativamente, en estas circunstancias el águila real puede depredar sobre otras especies como mamíferos (liebre, zorro, gato montés, ardilla roja, cabra montés), ofidios (lagarto ocelado, culebra de herradura, tortuga mora), córvidos (corneja, urraca), aves (ánade real, gavilán, cernícalo vulgar) e incluso carroña (jabalí, cabra montés), lo que confirma el papel del águila como un superdepredador en los ecosistemas mediterráneos (Moleón et al, 2016).

Por su parte, las poblaciones de tortuga mora sufren de la erosión de individuos adultos, especialmente de hembras. Estas clases de edad son las que mayor aporte dan en términos de viabilidad poblacional (Mateo, 2011). Los efectos de la depredación de las águilas sobre los adultos podrían ser similares a los reportados por Znari et al. (2005), en el que analizan los efectos de la recolección de tortugas en Marruecos para su venta en mercados. Al igual que las águilas los recolectores de tortugas seleccionan tamaños de talla grandes, conduciendo a una disminución del tamaño medio la población y en la abundancia, produciendo diferencias existentes en la población y en el patrón de crecimiento (la edad media estimada en la madurez varió de 5.8 a la 7.6 años para los machos y 7.7 a 10.5 años para las hembras, Znari et al. (2005). En función de la abundancia de tortugas y de la presión de depredación ejercida por cada pareja de águilas en las poblaciones de tortugas, podrían producirse extinciones a escala local, tal y como fue evidenciado por la modelación de una población de tortugas de la que se extraían tortugas para su tenencia como mascotas (Pérez, 2012).

Las dos especies estudiadas en este trabajo se encuentran amenazadas, por lo que su interacción plantea un reto en términos de conservación, debido a que coexisten en el mismo territorio y presentan una relación de interacción de depredador-presa. De su estudio, se deduce que para su conservación se requieren medidas para proteger el hábitat según la legislación vigente, así se evitarían muchos de los impactos por los que se encuentran amenazadas como fragmentación del hábitat, electrocución por tendidos etc; a la vez que conservar las poblaciones de conejo por ser la presa principal del águila.



## 7. Conclusiones y proyecciones futuras

A la luz de los resultados expuestos en este estudio se concluye que la tortuga mora tiene cierta relevancia en la dieta del águila real. En concreto:

Seis de las siete parejas de águilas estudiadas consumieron tortugas en el año de estudio. Además, las águilas seleccionaron hembras adultas, y en segundo lugar machos subadultos de talla grande. No se encontraron diferencias en la selección de estas clases poblacionales entre parejas, y el aporte promedio de cada tortuga a la dieta del águila estuvo en torno a los 400 gramos.

A su vez, este estudio deja abiertas algunas cuestiones como:

- Si las águilas tienen preferencia por la depredación de tortugas en poblaciones con densidades altas.
- Si la presión por depredación selecciona tallas grandes de machos y en consecuencia, diferencias en la estructura de la población y en el patrón de crecimiento, por lo que puede tener efectos fenotípicos en las poblaciones.
- Si en los años con escasez de conejo (ej.: en momentos de sequía) la depredación sobre tortugas se acentúa o no se ve afectada.

En definitiva, es necesario evaluar si verdaderamente la depredación de tortugas compromete la viabilidad de las poblaciones.



## 8. Agradecimientos

A mis tutores, Andrés, Eva y Roberto, por toda la dedicación y ayuda que me han mostrado durante la realización de este trabajo. Sois unos grandes profesionales y unas grandes personas. Gracias por enseñarme tantas cosas y por invertir vuestro tiempo en ayudarme.

Todos los investigadores del Área de Ecología, por ser tan buenas personas, por ayudarme en lo que he necesitado, por animarme y por su simpatía que se agradece mientras estás realizando las prácticas y el trabajo. He estado muy contenta y me he sentido una más del grupo.

A todos los profesores que he tenido durante los 4 años, por los conocimientos que me han enseñado, los valores y la sabiduría que han mostrado.

Mis compañeros de clase que me han hecho pasar muy buenos momentos tanto dentro de la universidad como fuera y por ser grandes personas.

A mi familia por ser un pilar fundamental durante todo este tiempo. Gracias por ayudarme en todo, por valorar mi esfuerzo y dedicación en todo lo que hago, por apoyarme y dedicar vuestro tiempo para que pueda cumplir mis metas. Estoy muy orgullosa de vosotros.

A mi abuela, por ser tan buena conmigo y por enseñarme tanta sabiduría y valores. Todo lo que hago va por ti, porque se que estarás muy orgullosa de que consiga todo lo que me proponga y me haga ser mejor persona.

Gracias a todos, porque sin vosotros no sería posible llegar hasta aquí.

## 9. Bibliografía

- Abad, V. (2007). Variaciones del Índice corporal en una población de tortuga mora (*Testudo graeca*) del Sureste Ibérico.
- Anadón JD, Ballestar R. 2007. Distribución y abundancia de la tortuga mora *Testudo graeca* en el sureste ibérico. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.
- Anadón JD, Giménez A, Ballestar, R, Perez I. 2009. Evaluation of Local Ecological Knowledge as a method for collecting extensive animal abundance data. *Conservation Biology* 23: 617-625.
- Angel, F. (1946). Reptiles et Amphibiens. Faune de France, vol. 45. Pierre André Imprimerie. Librairie de la Faculté des Sciences. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Office Central de Faunistique. Paris
- Angulo, E. 2003. Factores que afectan a la distribución y abundancia del conejo en Andalucía. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España
- Arroyo, B; Ferreiro, E; y Garza, V. (1990). El Águila Real (*Aquila chrysaetos*) en España. Censo, distribución, reproducción y conservación. ICONA, Serie Técnica Madrid.
- Bailey, J. R., Highfield, A. C. (1996). Observations on Ecological changes threatening a population of *Testudo graeca graeca* in the Souss Valley, Southern Morocco. *Chelonian Conservation*, 2: 36-42.
- Ballestar, R., Anadón, J. D., Giménez, A., Abad, V., Larrosa, M., Pardo, B. (2007). Depredación de tortuga por mamíferos carnívoros en tres poblaciones de distinta densidad de tortuga mora (*Testudo graeca graeca*) en el Sureste Ibérico. Pp. 210-215. En: Gosá, A., Egaña-Callejo, A., Rubio, X. (Eds.). Estado actual de la Herpetología Ibérica : Lehen Herpetologia Kongressua Euskal Herrian, IX Congresso Luso-Espanhol, XIII Congreso Español de Herpetología. Munibe. Suplemento, nº 25. 303 pp

- Barje, F. , Slimani, T., El Mouden, H., Lagarde, F., Bonnet, X. (2005). Shrewd shrikes and spiny shrubs: a calamity for hatchling Moorish tortoise. *Amphibia-Reptilia*, 26: 113-115.
- Braza, F., Delibes, M. & Castroviejo, J. (1981): Estudio biométrico de la tortuga mora (*Testudo graeca*) en la Reserva Biológica de Doñana, huelva. Doñana, Acta Vertebr., 8: 15-41.
- Begon, M., Harper, J.R. y Townsend, C.R. 1999. Ecología. Individuos, poblaciones y comunidades. Ed. Omega. Barcelona. 1172 pp.
- Bertolero, A., Cheylan, M., Hailey, A., Livoreil, B., Willemsen, R. (2011). *Testudo hermanni* (Gmelin 1789) - Hermann's tortoise. En: Rhodin, A. G. J., Pritchard, P. C. H., van Dijk, P. P., Saumure, R. A., Buhlmann, K. A., Iverson, J. B., Mittermeier, R. A. (Eds.). Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises: A Compilation Project of the IUCN/SSC Tortoise and Freshwater Turtle Specialist Group. Chelonian Research Monographs, No. 5: 059.1-059.20
- Castanet, J. & Cheylan, M.(1979): Les marques de croissance des os et des écailles comme indicateur de l'âge chez *Testudo hermanni* et *T.graeca*. Can. J. Zool, 57: 1649-1665.
- Delibes, M-, Calderón, J e Hiraldo, F.(1975). Selección de presa y alimentación en España del Águila Real (*Aquila chrysaetos*). Ardeola. 21:285-303.
- Delibes, M., Hiraldo, F. 1981. El conejo como presa en el ecosistema mediterráneo ibérico. Es: Myers, K., MacInnes, C. D. (Eds.) Actas de la Conferencia Mundial de lagomorfo I, pp. 614-622, Universidad de Guelph, Ontario, Canadá.
- Delibes-Mateos, M., Gálvez-Bravo, L. (2009) . European rabbit population trends and associated factors: a review of the situation in the Iberian Peninsula. Mediterranean scrubland. Ecosistemas. 18(3):000-000

- Del Moral, J. C.(2009). El águila real en España. Población reproductora en 2008 y método de censo. SEO/BirdLife. Madrid. p. 30-50
- Díaz-Paniagua. C, Andreu, A. C. (1996). Clutch frequency, egg and clutch characteristics, and nesting activity of spur-thighed tortoises, *Testudo graeca*, in southwestern Spain. *Canadian Journal of Zoology*, 74: 560-564.
- Díaz-Paniagua, C., Andreu, A. C. (2009). Tortuga mora – *Testudo graeca*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Ferreras, Pablo; Travaini, Alejandro; Zapata, S. Cristina; Delibes, Miguel. Short-term responses of mammalian carnivores to a sudden collapse of rabbits in Mediterranean Spain. *Basic and Applied Ecology*, 12(2): 116-124, 2011.
- Hope, A. C. A. (1968) A simplified Monte Carlo significance test procedure. *J. Roy, Statist. Soc. B* 30, 582–598
- García, C. ,Gorostiza, A., Ballestar, R., Yelo, N. , Anadón, J. D., Pérez, I., Sánchez-Zapata, J. A., Botella, F., Giménez, A. (2003). Predation of the spur-thighed tortoise *Testudo graeca* by carnivorous fauna in Southeastern Spain. 2nd International Congress on chelonian conservation. Senegal.
- Graciá E., Giménez A., 2015. La tortuga mora (*Testudo graeca*) en la península ibérica y en las islas Baleares. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 26(2)
- Iverson JB. 1992. A revised checklist with distribution maps of the turtles of the world. Privately printed ed. Richmond, IN.
- Kurtén, Björn (1968). *Pleistocene Mammals of Europe*. Transaction Publishers

- López-Jurado, L.F.; Talavera Torralba, P.A., Ibáñez González, J.M., Mac Ivor, J. A., García Alcázar, A. (1979). *Las tortugas terrestres Testudo graeca y Testudo hermanni en España*. Naturalia Hispánica n. 17, ICONA, Madrid.
- Lucio, A. J. Sáenz de Buruaga, M., Garrido, JI. Yanes, M., Herranz, J., Puente de la J., Suarez, F., Nadal, J., Gortazar, ch., La Perdiz Roja. 1998. FEDENCA- Grupo V, 237 pp.
- M. Znari, D.J. Germano, J.-C. Macé Growth and population structure of the Moorish Tortoise (*Testudo graeca graeca*) in Westcentral Morocco: possible effects of over-collecting for the tourist trade. *Journal of Arid Environments* Volume 62, Issue 1, July 2005, Pages 55–74.
- Mateo J.A. (ed.). 2011. *La Conservación de las Tortugas de Tierra en España*. Conselleria de Medi Ambient i Mobilitat, Govern de les Illes Balears, Palma.
- Moleón, M; Bautista, J; Gil, J.M (2016). Dieta del águila real en el sur de España. *Revista Quercus. Observación, Estudio y Defensa de la Naturaleza*, pp. 16-23.
- Pérez I, Giménez A & Pedreño A. 2010. *Dimensión social de la conservación de la fauna: la tortuga mora*. 125 Pp. Editum. Ediciones de la Universidad de Murcia, Murcia.
- Pérez, I., Tenza, A., Anadón, J.D., Martínez-Fernández, J., Pedreño, A. & Giménez, A. 2012. Exurban sprawl increases the extinction probability of an endangered tortoise due to well-intentioned collections. *Ecological Modelling*, 245: 19-30
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

- Sacramento Moreno A,F, Juan F. BeltránB, Irene CotillaC, Beatriz Kuffner D, Rafael Laffite A, Gloria JordánE, José Ayala A, Carmen Quintero A, Antonio Jiménez A, Francisca CastroC, Sonia Cabezas A and Rafael Villafuerte. (2006). Long-term decline of the European wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) in south-western Spain. Department of Applied Biology, Estación Biológica de Doñana CSIC
- Valverde, J. A. (1984) [1967]. *Estructura de una comunidad mediterránea de vertebrados terrestres*. Monografías de Ciencia Moderna, 76. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p. 218
- Watson, J. (1997). The Golden Eagle. ISBN: 0856610992. Pages 200-255



## 10. Anexo

**Tabla 1.** Territorios del águila real y número de restos de tortuga encontrados en nidos y posaderos

Territorio	Nido	Posadero	NA
Campo de Lirias	38	3	0
Bédar	0	2	0
Crisoleja	7	2	0
Fuensanta	25	31	0
Guazamara	0	2	0
La Carrasquilla	83	22	12
Cabezo de la Jara	0	0	0

**Tabla 2.** Test de Normalidad a partir del análisis con Shapiro-test.

Sexo	Estadístico	p-valor	Varianza
Hembras	0,95951	$8,25 \times 10^{-15}$	-
Hembras depredadas	0,94758	0,0005374	89,47116
Hembras muestreadas	0,95882	$8,124 \times 10^{-13}$	66,06238
Machos	0,97015	$1,253 \times 10^{-10}$	-
Machos depredados	0,96854	0,4409	54,71712
Machos muestreados	0,9708	$3,831 \times 10^{-10}$	30,52474
Subadultos	0,98953	0,1022	-
Subadultos depredados	0,92181	0,334	30,25165
Subadultos muestreados	0,99104	0,21	68,04816

## Depredación del águila real sobre la tortuga mora en el sureste ibérico

**Tabla 3.** Territorios del águila real con el número de tortugas muestreadas y depredadas clasificadas por sexo.

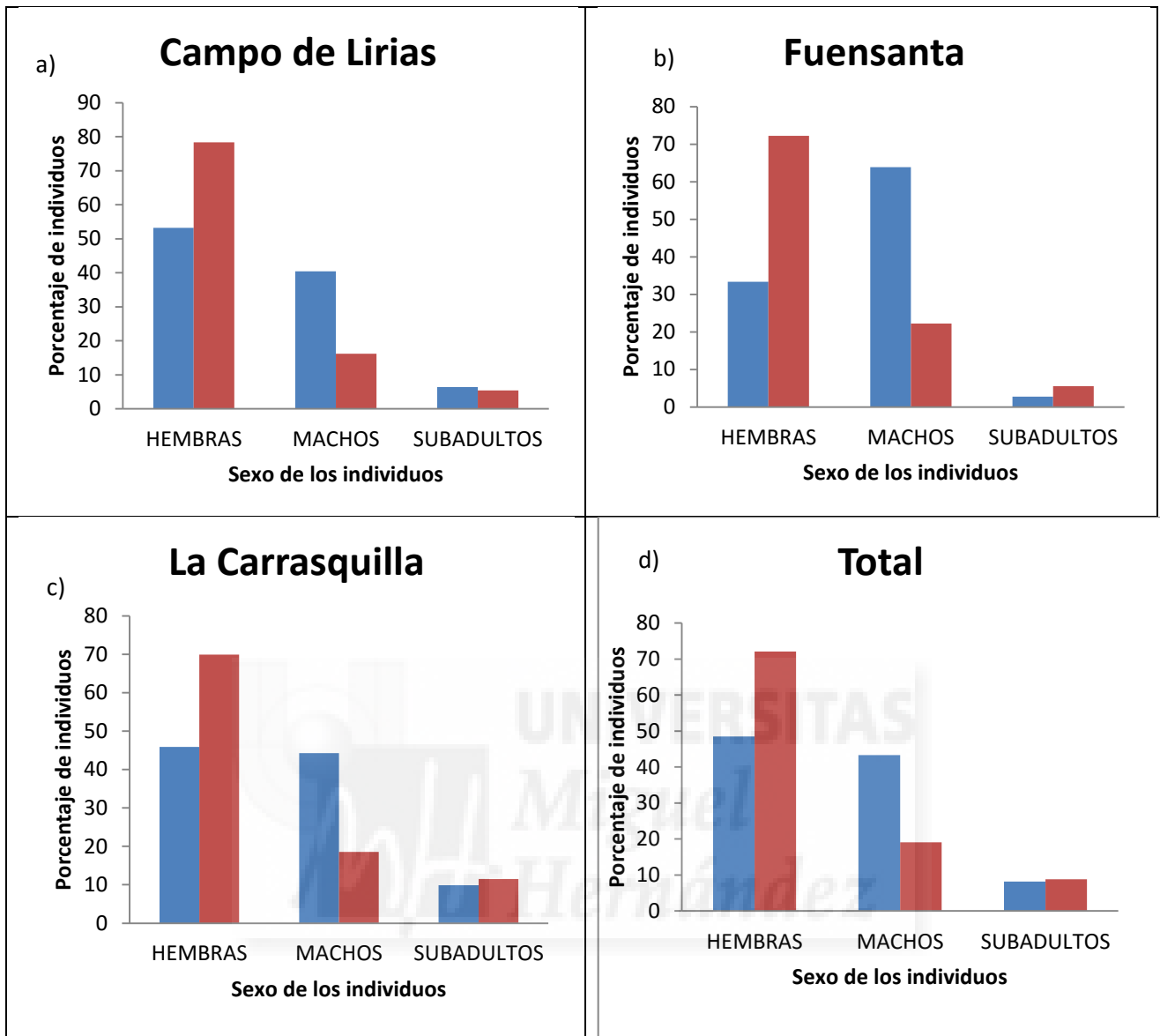
Territorio	Tortugas muestreadas/Tortuga depredadas			
		Hembras	Machos	Subadultos
Campo de Lirias	Tortugas muestreadas	242	184	29
	Tortugas depredadas	29	6	2
Crisoleja	Tortugas muestreadas	55	67	10
	Tortugas depredadas	6	3	0
Guazamara	Tortugas muestreadas	136	138	74
	Tortugas depredadas	0	1	0
Bédar	Tortugas muestreadas	89	49	42
	Tortugas depredadas	1	1	0
Fuensanta	Tortugas muestreadas	12	23	1
	Tortugas depredadas	39	12	3
La Carrasquilla	Tortugas muestreadas	283	273	61
	Tortugas depredadas	79	21	13
Cabezo de la Jara	Tortugas muestreadas	27	27	5
	Tortugas depredadas	0	0	0



**Tabla 4.** Resultados del análisis en Rproject de las medidas biométricas

Medida biométrica	Intercepto	Ordenada en el origen	R <sup>2</sup>
LE	2.460306	0.465993	0.9634
LP	3.326172	0.529760	0.9595
H	1.957893	0.871069	0.9431
AM	-0.706770	0.659100	0.9389
HPANT	0.28691	1.68452	0.9348
HPPOS	3.59288	1.81203	0.9252
AP	3.21732	2.20111	0.9157
SV	7.881724	1.329567	0.9127
AC	-0.807486	0.726068	0.8937
SF	11.10222	2.93370	0.8211
SA	17.70147	3.04062	0.7484

Para el cálculo de biomasa consumible se ha utilizado la matriz obtenida con los datos analizados (medidas biométricas) en laboratorio de las tortugas depredadas, y a partir de esta se realiza un análisis estadístico en Rproject (R Core Team (2016)) para calcular las medidas que tienen un R<sup>2</sup> mayor y así inferir AF en función de dicho orden. Se ha escogido AF como descriptivo del tamaño según (Abad, V. 2007). De esta manera, se obtienen valores (Anexo: Tabla 4) de la pendiente, ordenada en el origen y R<sup>2</sup> de cada medida biométrica para obtener los valores de AF estimado. Con lo cual, a partir de los individuos que presentan medidas biométricas, se infiere AF en función de la medida que tiene mayor R<sup>2</sup>, para posteriormente dichos valores sustituirlos en las distintas ecuaciones de la recta y así obtener el peso estimado del aporte de biomasa consumible por parte de las tortugas al águila real.



**Figura 1.** Distribución de los sexos en función de las poblaciones de tortuga (azul) y las tortugas depredadas (rojo). La gráfica a) corresponde a la distribución de sexos en el territorio de Campo de Lirias. La gráfica b) corresponde a la distribución de sexos en el territorio de Fuensanta, La gráfica c) corresponde a la distribución de sexos en el territorio de La Carrasquilla y La gráfica d) corresponde a la distribución de sexos en el sumatorio de los territorios citados anteriormente.