

- Trabajo de Fin de Máster -

Establecimiento y dinámica del territorio del Águila de Bonelli (*Aquila fasciata*) en la isla de Mallorca

Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Ciencias Biológicas

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución

Máster Universitario en Zoología

Miriam Conde de Dios



© Tomáš Bělka

Noviembre 2018

- Trabajo de Fin de Máster -

Establecimiento y dinámica del territorio del Águila de Bonelli (*Aquila fasciata*) en la isla de Mallorca



Universidad Complutense de Madrid

Facultad de Ciencias Biológicas

Departamento de Biodiversidad, Ecología y Evolución

Máster Universitario en Zoología

La autora:

Miriam Conde de Dios

El tutor:

La tutora:

José I. Aguirre de Miguel

Beatriz Martínez Miranzo

Noviembre 2018

ANEXO I: DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

D./Dña. **Miriam Conde de Dios** con NIF **05333306-C**, estudiante de Máster en la Facultad de **Ciencias Biológicas** de la Universidad Complutense de Madrid en el curso **2017-2018**, como autor/a del trabajo de fin de máster titulado **Establecimiento y dinámica del territorio del Águila de Bonelli (*Aquila fasciata*) en la isla de Mallorca**, y presentado para la obtención del título correspondiente, cuyo/s tutor/ es/son: **José I. Aguirre de Miguel y Beatriz Martínez Miranzo**

DECLARO QUE:

El trabajo de fin de máster que presento está elaborado por mí y es original. No copio, ni utilizo ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones de cualquier obra, artículo, memoria, o documento (en versión impresa o electrónica), sin mencionar de forma clara y estricta su origen, tanto en el cuerpo del texto como en la bibliografía. Así mismo declaro que los datos son veraces y que no he hecho uso de información no autorizada de cualquier fuente escrita de otra persona o de cualquier otra fuente. De igual manera, soy plenamente consciente de que el hecho de no respetar estos extremos es objeto de sanciones universitarias y/o de otro orden.

En Madrid, a de de 20

Fdo.:

Esta DECLARACIÓN debe ser insertada en primera página de todos los trabajos fin de máster conducentes a la obtención del Título.

*“La tecnología por sí sola no basta.
También tenemos que poner el corazón.”*

Jane Goodall

ÍNDICE

Resumen/Abstract	1
1 Introducción.....	2
2 Material y métodos	5
2.1 <i>Área de estudio</i>	<i>5</i>
2.2 <i>Marcaje y seguimiento.....</i>	<i>6</i>
2.3 <i>Análisis espacial.....</i>	<i>7</i>
2.4 <i>Análisis estadístico.....</i>	<i>9</i>
3 Resultados	9
4 Discusión	12
5 Conclusión	16
Agradecimientos	17
Bibliografía	18

Resumen

El Águila de Bonelli o *Aquila fasciata* (Viellot, 1822) es una ave rapaz que ha sufrido un fuerte declive poblacional durante los últimos años, llegando incluso a la extinción en la isla de Mallorca (Islas Baleares). Gracias al proyecto Life Bonelli, ha sido posible la reintroducción con éxito de esta especie en la isla. Cada ejemplar fue equipado con un GPS con el objetivo de conocer sus patrones de movimiento en la isla. Con las localizaciones obtenidas, se calcularon una serie de parámetros espaciales: el área de nidificación, el área de uso preferente, el área seleccionada activamente para la alimentación y posaderos, y el tamaño total del territorio. Se comprobó así que estos parámetros variaban entre individuos debido a las distintas características de cada uno y a su capacidad para elegir territorio y darle relevancia a unas propiedades del mismo o a otras. En cambio, estos parámetros no varían entre sexos, lo que parece deberse al impedimento que ofrece la propia isla por la falta de espacio. La variación temporal de los parámetros espaciales tampoco es significativa, por lo que serán necesarios más años de estudio para comprobar, a la larga, la existencia o no de este ajuste temporal. De esta forma, el Águila de Bonelli se adapta a la vida en la isla de Mallorca reduciendo su comportamiento dispersivo y acelerando el establecimiento de sus territorios.

Palabras clave: seguimiento satélite, rapaz, reintroducción, isla, territorio, parámetros espaciales, dispersión.

Abstract

Bonelli's Eagle or *Aquila fasciata* (Viellot, 1822) is a raptor that has suffered a sharp population decline over the past few years, reaching extinction on the island of Mallorca (Balearic Islands). Thanks to the Life Bonelli's project, it has been possible to reintroduce successfully this species in the island. Each specimen was equipped with a GPS in order to identify movement patterns within the island. With the locations obtained, several spatial parameters were calculated: nesting area, core area, actively selected areas for hunting or roosting (critical areas), and total home range. We found that these parameters differed among individuals due to the different characteristics of each one and their ability to choose differential traits among territories. On the other hand, these parameters do not vary between sexes. It seems to be due to the lack of space on the island. The temporal variation of the spatial parameters is not significant either, so it will be needed more years of study to assess temporal adjustment. In this way, Bonelli's Eagle adapts to life on the island of Mallorca reducing its dispersive behavior and accelerating the establishment of its home ranges.

Keywords: satellite tracking, raptor, reintroduction, island, home range, spatial parameters, dispersion.

1 Introducción

Las nuevas tecnologías permiten conocer aspectos del comportamiento animal que de otra forma quedarían fuera de nuestro alcance. La monitorización de individuos mediante el seguimiento satélite es desde hace muchos años una herramienta muy útil para conocer los patrones de movimiento de una especie (Odum & Kuenzler, 1955; Macdonald *et al.*, 1980) y actualmente se ha convertido en uno de los instrumentos más utilizados para obtener este tipo de información (Cadahía *et al.*, 2010).

Gracias a ello y a los avanzados modelos estadísticos, se ha podido establecer de forma mucho más precisa el territorio, que es la zona donde el animal lleva a cabo los comportamientos asociados a su supervivencia y reproducción (Burt, 1943). Por tanto, conocer el tamaño y la forma de estas áreas, así como el patrón de movimientos que realizan los individuos, nos da una información relevante que actualmente podemos encontrar en la gran mayoría de los estudios ecológicos y/o comportamentales (Aebischer, 1993; Börger *et al.*, 2008; Dray *et al.*, 2012; Boyce *et al.*, 2016; McGarigal *et al.*, 2016). De esta forma, el uso de técnicas de seguimiento satélite se ha vuelto muy común hoy en día como medida de seguimiento de especies en peligro (López-López *et al.*, 2004; Bosch *et al.*, 2010; Palomares *et al.*, 2011), ya que genera una información muy importante para la aplicación de medidas de conservación.

La reintroducción consiste en devolver especies de forma intencionada a parte de su región nativa, de la que ha desaparecido o ha sido eliminada con anterioridad (Armstrong & Seddon, 2008). Esto supone una de las medidas de conservación más utilizada en las últimas décadas para restaurar poblaciones de especies en peligro (Seddon *et al.*, 2014). Las aves rapaces se encuentran entre los grupos animales más amenazados del planeta, por lo que su reintroducción se ha convertido en una medida clave del éxito de su recuperación. Casos como el del Águila real, *Aquila chrysaetos* (Linnaeus, 1758), o el del Águila imperial, *Aquila adalberti* (Brehm, 1861), son notables en nuestro país (Pavón *et al.*, 2009; Muriel *et al.*, 2011), donde su papel como superdepredadores es crucial para la estabilidad de los ecosistemas (Ritchie & Johnson, 2009), de ahí que los esfuerzos para su conservación sean de gran importancia.

Este es también el caso del Águila de Bonelli o *Aquila fasciata* (Viellot, 1822), una rapaz generalista y territorial de la familia *Accipitridae*, que a pesar de su tamaño mediano puede alcanzar una longitud de hasta 1,75 metros de envergadura (Ontiveros, 2016). De marcada

distribución paleártica, se extiende por el sur de Europa y norte de África, llegando a Próximo y Medio Oriente, India, sur de China e islas de Indonesia (Ontiveros, 2016). En la Península Ibérica podemos encontrar un porcentaje de hasta el 80% de la población europea (Real, 2004), donde su área de distribución se extiende por casi la totalidad del sur y este peninsular (Román *et al.*, 2005). Se encuentra catalogada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) en la categoría de *Preocupación Menor* tanto a nivel mundial (IUCN Red List, 2018) como a nivel europeo (BirdLife International, 2016). En España se incluye en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (RD 139/2011) donde aparece como *Vulnerable* (Blanco & González, 2006) debido al declive que se ha observado en su área de distribución (Arroyo *et al.*, 1990; Carrascal & Seoane, 2009a), llegando incluso a extinguirse en algunas zonas, como la isla mediterránea de Mallorca (Viada *et al.*, 2015).

Tras su extinción en Mallorca (Islas Baleares) en los años 70 (Viada *et al.*, 2015) se comenzó en 2011 un programa de reintroducción en el marco del proyecto Life Bonelli (LIFE12 NAT/ES/000701) con la liberación de ejemplares en la isla. En siete años (2011-2017), contando con la fase experimental previa al proyecto, se han liberado en Mallorca 41 ejemplares a los que hay que sumar los 11 que han nacido en la isla (Life Bonelli, 2017), por lo que la especie parece haberse asentado.

La colonización del Águila de Bonelli en Mallorca parecía poco probable en un inicio precisamente debido a su carácter insular. Al ser una especie filopátrica que tiende a regresar cerca de su lugar de nacimiento (Cadahía *et al.*, 2009), suponía todo un reto para la especie alejarse lo suficiente de tierra firme para encontrar la isla y, una vez allí, establecerse en ella. De hecho, ningún individuo de los observados en Mallorca los años previos al Life Bonelli llegó a establecerse allí (Life Bonelli, 2017). De ahí que el seguimiento, tanto de los individuos liberados como de los nacidos en la propia isla, se convierta en la herramienta más útil para comprender cómo se están adaptando a la vida insular, si se comportan de manera análoga a sus conespecíficos de la Península Ibérica, o si por el contrario modifican sus estrategias vitales para adaptarlas a la vida en una isla.

En este punto entra en juego la etapa de dispersión juvenil, ya que es uno de los momentos más delicados para la supervivencia del individuo (Real *et al.*, 2001). Esto engloba los movimientos que lleva a cabo un individuo desde que abandona el nido hasta que se establece en un lugar como reproductor (Cadahía *et al.*, 2010), y puede durar varios años, sobre todo en especies con madurez sexual retardada. Esto es algo muy importante en

especies en peligro, como es el caso del Águila de Bonelli, que no alcanza su madurez sexual hasta los 3-4 años de edad (Pavón *et al.*, 2009). Una vez que los individuos juveniles de esta especie salen del nido, presentan un comportamiento errático, de movimientos de entrada y salida del territorio parental, en busca de comida durante un periodo de dependencia de 3 o 4 meses (Pavón *et al.*, 2009). Tras este tiempo, se alejan largas distancias de esta zona en busca de un territorio propio donde reproducirse una vez alcanzada la madurez sexual (Balbontín, 2005; Cadahía *et al.*, 2009). Esta es la etapa crítica en la mortalidad de esta especie (Cadahía *et al.*, 2005) y por tanto es el periodo en el que más esfuerzos hay que dedicar al seguimiento del individuo para identificar sus patrones de comportamiento y mortalidad.

El objetivo principal de este trabajo es conocer los patrones de establecimiento del territorio del Águila de Bonelli en la isla de Mallorca. Se pretende analizar si el tamaño del territorio y los parámetros espaciales relacionados con el mismo varían entre individuos y entre sexos. Además, se analizará la variación temporal tanto del tamaño como de la ubicación de los territorios establecidos a lo largo de los años de estudio.

Se espera un tamaño de territorio diferente entre individuos debido a las distintas características que pueda poseer cada uno (tamaño, sexo, edad...) y a su capacidad para la elección del territorio y darle prioridad a unas propiedades del mismo (zonas de alimentación, ubicación del nido...) o a otras. Se espera que ocurra lo mismo entre sexos, sobre todo debido a la diferencia de tamaño entre los machos y las hembras, lo que supondría que al ser las hembras más grandes, tendrán un tamaño de territorio mayor. La variación temporal del tamaño territorial posiblemente tienda a una disminución del mismo con el paso de los años, ya que esta especie va ajustando su territorio al tener un mayor conocimiento del mismo y del uso que le dan.

Con todo ello se busca obtener información relevante de cara a la conservación de la especie a largo plazo y a la continuidad de la misma en la isla de Mallorca.

2 Material y métodos

2.1 Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en la isla de Mallorca (Figura 1), la más grande del archipiélago balear, situado en el Mar Mediterráneo y perteneciente a la comunidad autónoma española de Islas Baleares. Con una superficie de 3.640,11 km² es la isla más extensa de España, y sus costas tienen una longitud de 623 km.

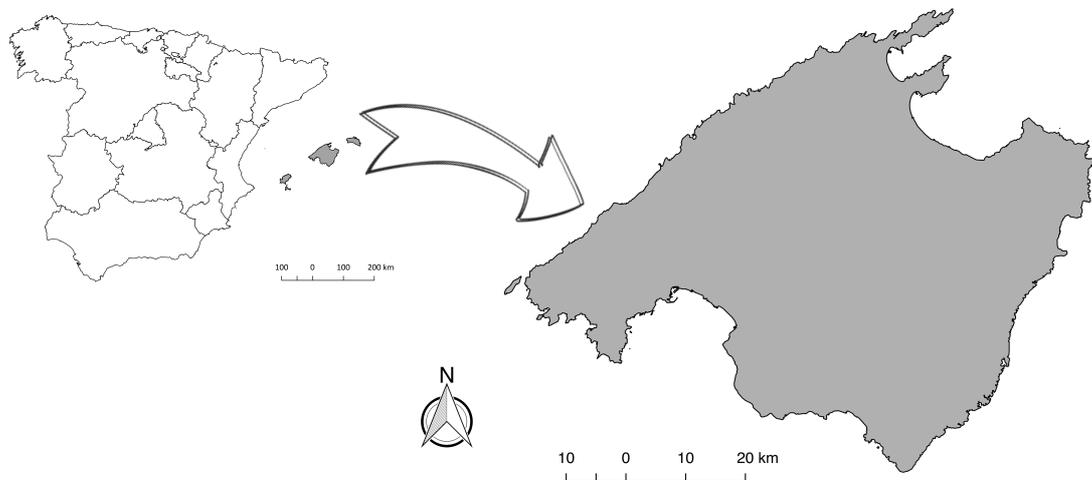


Figura 1. Islas Baleares, sombreadas en gris, enmarcadas en el ámbito geográfico de España (izquierda). Isla de Mallorca, la mayor del archipiélago balear y área de estudio (derecha)

Caracterizada por un clima eminentemente mediterráneo, coexisten en un espacio reducido las montañas con las llanuras, ambas confinadas por una costa variada donde se alternan los acantilados con los sistemas de dunas, las albuferas y los salobrales (Martínez *et al.*, 1992). Geográficamente destacan la Sierra de Tramontana al norte y la Sierra de Levante al sur, con alturas de más de 1.400 metros. Cobran así importancia para el Águila de Bonelli estas zonas, ya que los ejemplares territoriales tienden a ocupar sierras, colinas y llanuras para nidificar en zonas rocosas (Ontiveros *et al.*, 2004). Mallorca conserva pequeños reductos naturales por toda su extensión, con predominancia de encinares y pinares que resaltan entre las zonas más urbanizadas. Cabe destacar aquí el uso secundario de árboles como lugares de nidificación del Águila de Bonelli, llegando incluso en ocasiones a hacerlo sobre torretas de tendidos eléctricos (Blanco & González, 2006). El sur de la isla llama la atención por un elevado desarrollo de la agricultura, donde se pueden encontrar gran cantidad de presas potenciales

para esta rapaz (Life Bonelli, 2017), como pueden ser conejos (*Oryctolagus cuniculus*), palomas (*Columba palumbus*) o perdices (*Alectoris rufa*) (Caro *et al.*, 2011; Ontiveros, 2016). Pero también destacan, en este aspecto, las zonas costeras de la isla, donde gaviotas, como las patiamarillas (*Larus michahellis*), se convierten en el alimento principal de los ejemplares que crían en el litoral (Viada *et al.*, 2015).

El núcleo urbano más destacable se corresponde con la capital de la isla, Palma de Mallorca, pero podemos encontrar zonas humanizadas a lo largo y ancho de toda la región. A pesar del fuerte desarrollo turístico que ha sufrido la isla, cuenta con múltiples áreas protegidas recogidas en la Ley 5/2005 del 26 de mayo para la conservación de los espacios de relevancia ambiental (LECO). Suponen aproximadamente el 25% de su superficie terrestre, lo que favorece la conservación de muchos grupos de fauna, entre ellos las aves como el Águila de Bonelli (López-López *et al.* 2007).

2.2 Marcaje y seguimiento

Se marcaron en la isla de Mallorca 13 ejemplares de Águila de Bonelli (6 machos y 7 hembras) entre los años 2013 y 2017 mediante emisores GPS para su control y seguimiento. A todos los individuos se les colocó una anilla metálica oficial y una anilla de PVC de lectura a distancia para favorecer su identificación sin necesidad de volver a capturar al animal (Pinilla, 2000) y proporcionar un seguimiento adicional fuera del que ofrecen los transmisores.

Diez de los individuos fueron o liberados en la isla provenientes de centros de recuperación situados en la Península Ibérica o traslocados desde otras comunidades autónomas. La traslocación consiste en retirar ejemplares del nido y liberarlos posteriormente en otro lugar para establecer, aumentar, o como es nuestro caso, reintroducir una población (Griffith *et al.*, 1989). Tres de los individuos fueron criados con éxito por una de las parejas establecidas, y su marcaje se realizó en el nido. Se han utilizado dos técnicas diferentes de liberación: el “hacking” para pollos que aún no vuelan, y la aclimatación en voladeros para los ejemplares que ya vuelan (Life Bonelli, 2017). El método “hacking”, también llamado crianza campestre, consiste en la liberación de ejemplares cuando ya son capaces de alimentarse por sí mismos con la comida que se les aporta, siendo aún incapaces de volar (Lebrija *et al.*, 2012).

Los transmisores se programaron de diferentes maneras debido a los modelos de los aparatos, al año de colocación o incluso a averías en algunos casos. Para homogeneizar el

intervalo de tiempo y mantener un estándar entre las localizaciones de cada dispositivo, se utilizó el mayor rango encontrado entre ubicaciones, que fue de dos horas. De esta forma conseguimos el intervalo mínimo entre localizaciones que nos permite mantener el mayor número de datos posibles. Los datos obtenidos en las horas más tempranas del día y las más cercanas al anochecer se excluyeron de los análisis para evitar posibles réplicas debido a la inactividad de los individuos durante esos momentos del día (Ontiveros, 2016). Por tanto, los datos utilizados se encuentran entre las 7:00h y las 21:00h en horario de verano (desde el 1 de marzo hasta el 29 de septiembre) y entre las 8:00h y las 20:00h en horario de invierno (desde el 1 de octubre hasta el 28 de febrero). Se obtuvieron un total de 32.153 localizaciones de los 13 individuos marcados (Tabla 1).

Tabla 1. Número de localizaciones obtenidas por años y totales para cada individuo tras el filtrado de los datos, separados por parejas (1-6) y sexos (♀, ♂). Nótese que, en la pareja 2, la hembra 2a murió electrocutada y fue reemplazada por la hembra 2b en la temporada del año 2016.

Pareja	Sexo	2013	2014	2015	2016	2017	TOTAL
1	♀	910	-	-	-	-	910
	♂	1510	1816	1798	362	-	5486
2	♀ <i>a</i>	-	-	887	-	-	887
	♀ <i>b</i>	-	-	-	1606	1521	3127
	♂	-	1018	1693	-	312	3023
3	♀	-	-	280	514	-	794
	♂	-	-	214	1307	68	1589
4	♀	-	-	-	2187	2391	4578
	♂	-	-	-	1420	1474	2894
5	♀	-	-	-	593	556	1149
	♂	-	-	-	1756	2449	4205
6	♀	-	-	-	-	2118	2118
	♂	-	-	-	-	1393	1393

2.3 Análisis espacial

Los parámetros espaciales relacionados con el uso del espacio de los individuos se han estimado utilizando el paquete adehabitatHR (Calenge, 2006) en RStudio 1.1.456. mediante la función de densidad de kernel (Worton, 1989). Posteriormente, estos parámetros se representaron gráficamente con el programa Qgis 1.18.13. (Figura 2), y mediante la función \$area de la calculadora de campos se obtuvo el tamaño, en km², de las áreas de interés para nuestro estudio: el área de nidificación (K5), el área de uso preferente o donde se concentran

el mayor número de localizaciones dentro del territorio a lo largo del año (K50), el área seleccionada activamente para la alimentación y posaderos (K75) y el área total del territorio (K95).

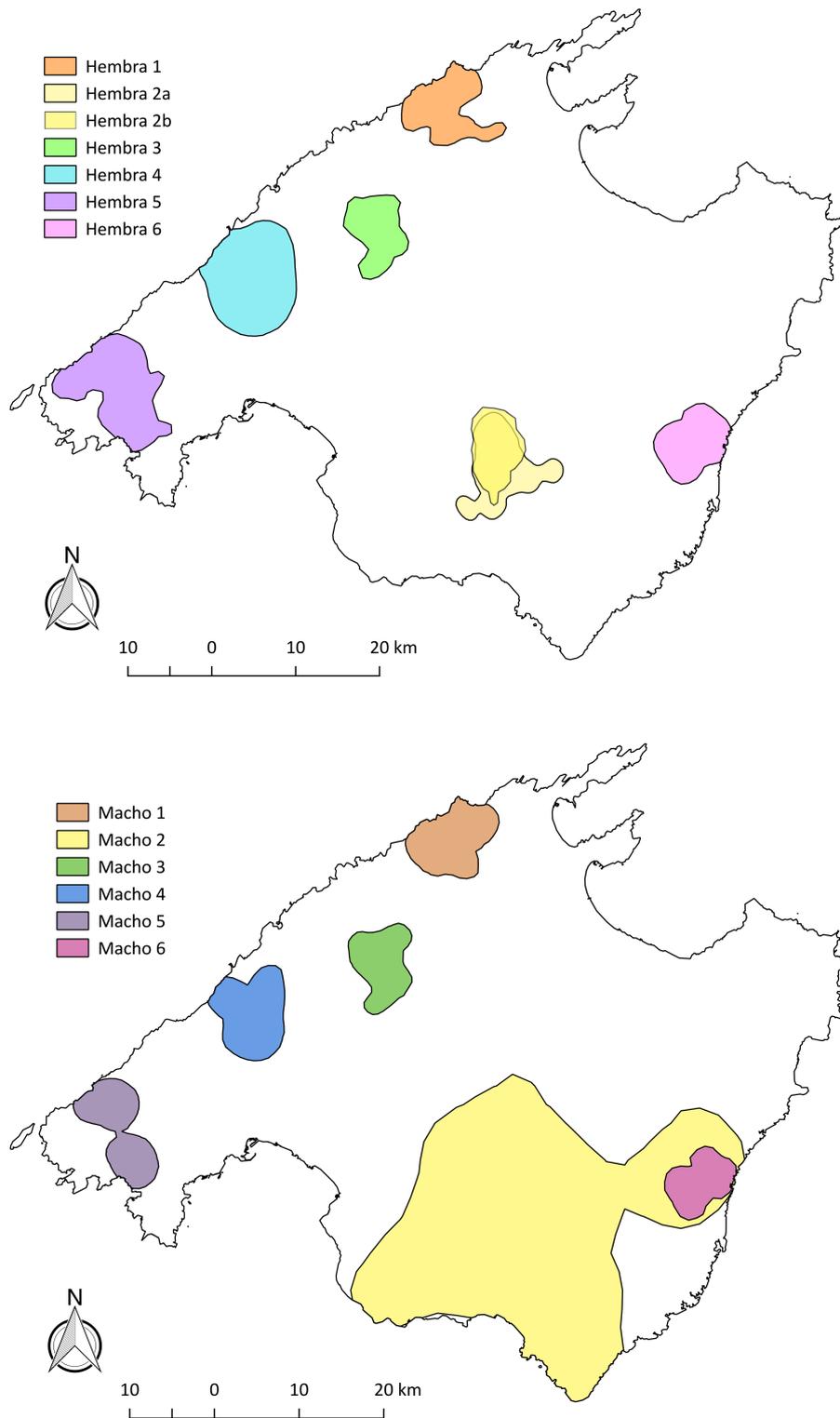


Figura 2. Situación del área total del territorio (K95) de las hembras (arriba) y de los machos (abajo) estudiados en la isla de Mallorca.

Además de obtener estos parámetros para los 13 individuos, se ha estimado por años el área total del territorio para aquellos que tuvieron más de un año de seguimiento (macho de la pareja 1, hembra *b* de la pareja 2, y machos y hembras de las parejas 3, 4 y 5), y así estudiar la variación temporal del área utilizada.

El macho de la pareja 2 fue excluido de los análisis estadísticos debido a su acentuado comportamiento dispersante, impidiendo un ajuste correcto de la estima del territorio y, por tanto, un cálculo de los parámetros espaciales.

2.4 Análisis estadístico

Para observar si cada área obtenida difiere entre individuos, se realizó un test de la *t* de Student para cada uno de los parámetros estimados (K_5 , K_{50} , K_{75} y K_{95}), lo que nos permite comprobar el grado de similitud de los tamaños de los territorios de los ejemplares, así como sus áreas de nidificación, el área de uso preferente o el área seleccionada activamente para la alimentación y posaderos.

Se utilizó un análisis de la varianza (ANOVA) para comprobar las diferencias de los mismos parámetros espaciales entre machos y hembras.

La variación temporal se analizó mediante el test de la *t* de Student, que nos permite buscar diferencias entre los territorios de cada individuo para los diferentes años.

Los análisis estadísticos se efectuaron mediante el paquete R Commander del programa RStudio 1.1.456, donde todos los resultados obtenidos serán significativos para un valor de *p* menor a 0,05. Se comprobó la normalidad de las variables espaciales mediante el test de Shapiro-Wilk.

3 Resultados

Se han obtenido valores de áreas (km²) para los parámetros espaciales propuestos (K_{95} , K_{75} , K_{50} y K_5) entre las diferentes parejas y sexos (Tabla 2).

Tabla 2. Tamaño (km²) de los parámetros espaciales utilizados, diferenciando entre parejas (1-6) y sexos (♀, ♂) dentro de cada una de estas, y tamaño medio (km²) e intervalo (mínimo - máximo) de cada parámetro estudiado.

Pareja	Sexo	K5	K50	K75	K95
1	♀	1,05	9,86	15,09	77,05
	♂	0,87	7,72	23,13	68,88
2	♀ <i>a</i>	0,49	13,92	30,57	78,18
	♀ <i>b</i>	1,41	7,97	21,74	50,93
3	♀	0,62	6,73	19,13	51,28
	♂	0,93	9,80	20,85	54,47
4	♀	0,63	19,9	46,12	121,39
	♂	0,47	9,35	32,42	74,06
5	♀	1,24	11,57	29,66	106,58
	♂	0,95	11,22	25,24	65,22
6	♀	0,21	6,78	20,26	58,59
	♂	0,36	3,97	20,56	46,56
medias totales		0,77	9,90	25,40	71,10
(intervalo)		(0,21 - 1,41)	(3,97 - 19,9)	(15,09 - 46,12)	(46,56 - 121,39)

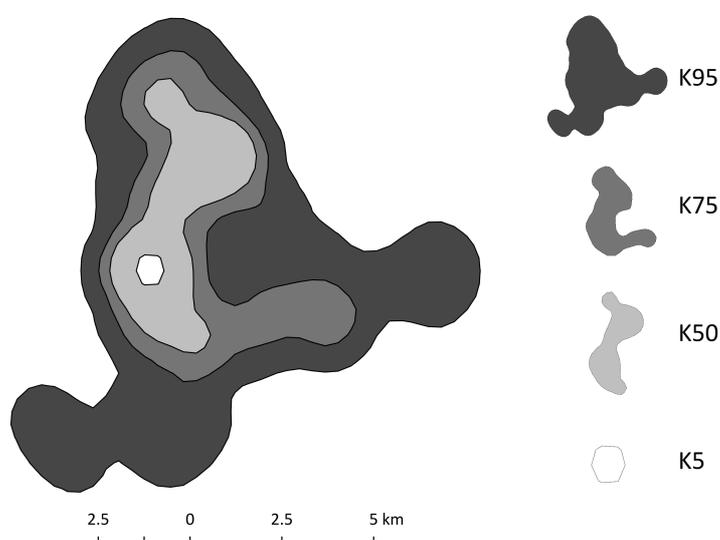


Figura 3. Representación ejemplo (hembra *a* de la pareja 2) de los diferentes parámetros espaciales estudiados (K95, K75, K50 y K5)

Se han encontrado diferencias significativas en todos los parámetros espaciales estudiados en todos los individuos: K95 ($t_{11} = 10,766$; $p < 0,05$), K75 ($t_{11} = 10,597$; $p < 0,05$), K50 ($t_{11} = 8,3747$; $p < 0,05$) y K5 ($t_{11} = 7,2909$; $p < 0,05$).

En cambio no encontramos diferencias significativas entre sexos para los mismos parámetros espaciales: K95 ($F_1 = 1,464$; $p = 0,254$), K75 ($F_1 = 0,105$; $p = 0,753$), K50 ($F_1 = 1,146$; $p = 0,310$) y K5 ($F_1 = 0,168$; $p = 0,691$).

Para la variación temporal se obtuvieron los tamaños de territorios (K95) para cada año estudiado (Tabla 3) y no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los 8 individuos estudiados en este caso: macho 1 ($t_1 = 3,1497$; $p = 0,1950$); hembra 2b ($t_1 = 3,264$; $p = 0,1893$); hembra 3 (Figura 4) ($t_1 = 2,7999$; $p = 0,2184$) y macho 3 (Figura 4) ($t_1 = 3,1043$; $p = 0,1984$); hembra 4 ($t_1 = 10,4240$; $p = 0,0608$) y macho 4 ($t_1 = 7,2357$; $p = 0,0874$); hembra 5 ($t_1 = 3,1846$; $p = 0,1937$) y macho 5 ($t_1 = 8,0905$; $p = 0,0782$).

Tabla 3. Tamaños de los territorios (km²) por años de los 8 individuos que tienen al menos dos años de seguimiento, diferenciando entre parejas (1-6) y sexos (♀, ♂).

Pareja	Sexo	2013	2014	2015	2016	2017
1	♂	129,45	67,06	61,41	53,29	-
2	♀b	-	-	-	77,37	41,08
3	♀	-	-	69,69	33,01	-
	♂	-	-	83,03	42,57	-
4	♀	-	-	-	93,73	77,32
	♂	-	-	-	78,98	59,8
5	♀	-	-	-	151,9	79,3
	♂	-	-	-	79,86	62,29

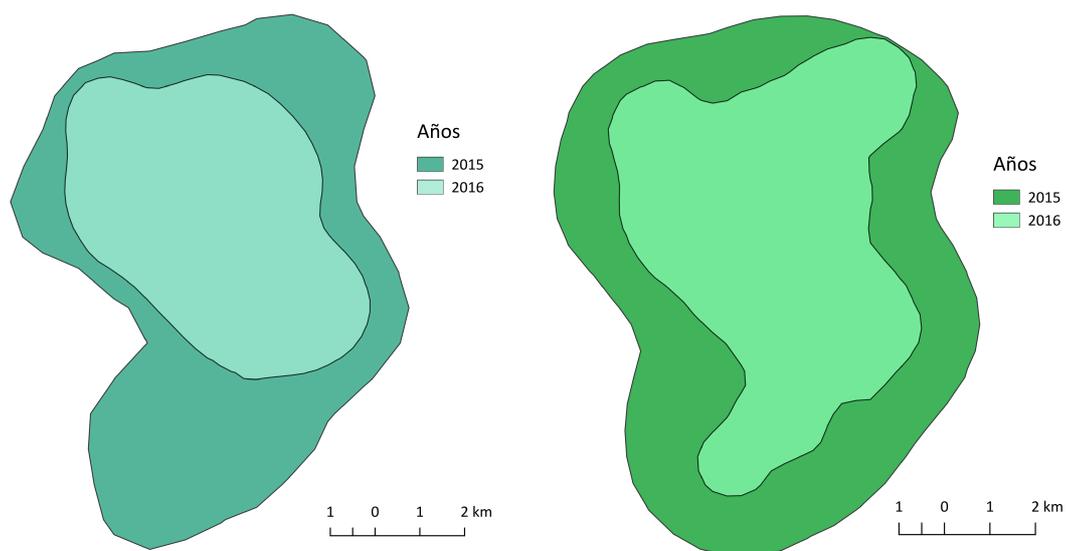


Figura 4. Representación del tamaño y forma del territorio (K95) entre dos años diferentes (2015 y 2016) de la hembra (izquierda) y el macho (derecha) de la pareja 3.

4 Discusión

A pesar de que las diferencias entre los parámetros espaciales (K5, K50, K75 y K95) de los individuos del Águila de Bonelli estudiados en Mallorca han resultado estadísticamente significativas, no ocurre lo mismo si diferenciamos entre sexos. Esto nos hace pensar que el efecto insular está influyendo de alguna forma en el comportamiento de machos o hembras. De igual modo, tampoco es significativa la diferencia del tamaño del territorio (K95) para un mismo individuo de un año a otro, lo que parece indicar una falta de ajuste del mismo a corto plazo, algo que contrasta con lo observado en regiones continentales.

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados obtenidos es el efecto que la propia isla de Mallorca ejerce en la distribución y establecimiento de los individuos. El espacio ante el que se encuentran los ejemplares liberados está limitado por la gran barrera que supone el mar Mediterráneo, por lo que tanto las distancias de dispersión juvenil (Cadahía *et al.*, 2007), así como los movimientos de exploración por parte de los adultos (Viada *et al.*, 2015) se van a ver reducidas. Debemos tener en cuenta que se están adaptando a un territorio nuevo y desconocido, por lo que es de esperar que muestren comportamientos diferentes a los reconocidos hasta ahora.

Es interesante que, debido a esta limitación, los individuos nacidos en la isla han adelantado su maduración sexual, reproduciéndose mucho antes de lo esperado (Pavón *et al.*, 2009). Es el caso, por ejemplo, de la pareja 5. La hembra, nacida en la isla en 2015, ha criado con éxito en 2017 junto a un macho nacido y liberado por hacking también en 2015, teniendo establecido su territorio con sólo dos años de edad. Del mismo modo, la hembra de la pareja 6, nacida en 2016, ya tiene pareja y un territorio establecido. A pesar de que la pareja 1 sea la única con una estabilidad marcada a lo largo de varios años en cuanto a territorio y crías con éxito, el resto de individuos (excepto el macho de la pareja 2) muestran un patrón de movimientos que ya nos indica la elección de una determinada zona como su territorio o posible territorio futuro. Así, estas zonas se han establecido rápidamente, permitiéndonos trabajar con unos parámetros espaciales más estables de lo esperado en un principio.

El hecho de que entre los territorios de los diferentes individuos encontremos diferencias significativas puede deberse en gran medida a las características del lugar dónde deciden establecerse (Carrete *et al.*, 2002; Hernández-Matías *et al.*, 2010). La variedad en el relieve y el clima de la isla tienen una importancia elevada para la especie (López-López *et al.*,

2006; Carrascal & Seoane, 2009b), donde la prioridad en la elección del territorio va a ser la situación del nido y de las presas (Ontiveros & Pleguezuelos, 2000; Caro *et al.*, 2011). Es de esperar que la especie adaptará su área de campeo a esas necesidades básicas: la alimentación y la reproducción, buscando no solapar con otros individuos de la misma especie y otras especies para evitar competencia (Ritchie & Johnson, 2009).

La actividad humana en la isla también juega un papel importante en la distribución del Águila de Bonelli, ya que evitan su contacto en la medida de lo posible (Román *et al.*, 2005). La presión humana ha sido siempre un factor determinante en la supervivencia de la especie (Ontiveros, 2016), y posiblemente sea la causa de que la distribución de los territorios se aleja de las zonas más urbanizadas y turísticas de la isla. La preferencia por cantiles y roquedos para anidar se mantiene presente, y les ha permitido ocupar casi por completo la Sierra de Tramontana, donde encontramos a la mayoría de las parejas actuales. El resto han tenido que buscar otros lugares para anidar y así evitar solapar con sus congéneres. Entra así en juego la selección alternativa de nidos, como la ocupación secundaria de árboles, que se ha visto ya en algunas de nuestras parejas (como la 2 y la 6). La distribución espacial del nido probablemente se vea afectada tanto por la topografía local como por la disponibilidad de árboles adecuados para anidar y que, además, se encuentren lejos de las perturbaciones (Kassinis, 2010). Esto va a ser relevante de cara al establecimiento de futuras parejas en Mallorca, ya que con la falta de espacio se verán obligadas a buscar nuevas alternativas para ubicar sus territorios, algo decisivo en la capacidad de carga de la isla.

Si buscamos diferencias entre sexos, encontramos que al ser las hembras de mayor tamaño que los machos, el área que utilizan también tiende a ser algo mayor, y tal cual se refleja en los datos en bruto obtenidos. Pero la variación esperada no es significativa entre ambos sexos en el caso de Mallorca. Esto contrasta con lo encontrado en la bibliografía sobre la especie en la Península Ibérica, donde sí se encontraron diferencias significativas (Martínez-Miranzo *et al.*, 2016b). Al tratar con individuos emparejados, parece que el uso que le den al territorio el macho y la hembra que forman una pareja sea similar. Pero la principal diferencia radica en el hecho de encontrarnos en una isla, por lo que no es de extrañar que el uso que le dan al territorio sea diferente con respecto a lo observado con anterioridad en individuos de la Península Ibérica. Esto puede favorecer, en nuestro caso, que ambos sexos limiten su territorio de la misma forma, manteniendo un tamaño estable de los parámetros espaciales estudiados. De ahí que en este caso las diferencias entre ambos sean tan pequeñas que no sean significativamente diferentes. Aún así, es necesario un estudio más detallado sobre la variación

interanual que existe en el uso del territorio, sobre todo por parte de las hembras, ya que en muchos casos tienden a reducir sus parámetros espaciales durante la época de reproducción y en otros a ampliarlo (Pérez-García *et al.*, 2013). Sería interesante analizar esto con más profundidad en el futuro para los individuos mallorquines, y comprobar a largo plazo si efectivamente la significación entre sexos varía o no.

Los resultados obtenidos también nos revelan cómo, con el paso del tiempo, el tamaño y la ubicación del territorio se mantienen relativamente estables. Los ejemplares reproductores analizados en este caso (macho de la pareja 1, hembra *b* de la pareja 2, macho y hembra de la pareja 3, y macho y hembra de la pareja 5) parecen estar ligados al área de nidificación de un año a otro. Los no reproductores (macho y hembra de la pareja 4) se mantienen igualmente en una zona concreta donde, posiblemente, establezcan su futuro territorio.

A pesar de ello, se han observado movimientos de algunos de los individuos ubicados en la sierra de Tramontana hacia el sur de la isla, como por ejemplo, los que conforman las parejas 1 y 4. Los ejemplares de esta especie con menor disponibilidad de alimento en su territorio parecen desplazarse temporalmente algunos kilómetros en busca de alimento (Pavón *et al.*, 2009). El sur de la isla contempla una amplia zona dedicada a la agricultura donde parecen haber encontrado gran cantidad de presas para alimentarse (Life Bonelli, 2017). Esto puede ser importante de cara a la etapa de dispersión juvenil, ya que estos individuos suelen asentarse un tiempo en zonas donde abunda el alimento antes de establecer su territorio (Real & Mañosa, 2001).

A pesar de que la observación de los datos para la variación temporal nos sugiera que existe una ligera disminución en el tamaño del territorio a lo largo del tiempo, este cambio no es significativo. Aunque en otros trabajos se ha destacado que el águila de Bonelli va ajustando su territorio con la experiencia y conocimiento sobre el mismo, incluso llegando a producirse modificaciones significativas (Martínez-Miranzo *et al.*, 2016a), no es el caso de los individuos liberados en Mallorca. Esto parece deberse a una elección rápida del territorio por la falta de posibilidades que tienen los individuos para dispersarse, sobre todo los más jóvenes (Viada *et al.*, 2015). El hecho de que lleven pocos años establecidos nos impide, en cierta medida, enunciar resultados concluyentes en este aspecto. La cantidad de datos y de individuos que tienen más de un año de seguimiento puede no ser suficiente. Exceptuando al macho de la pareja 1, del resto de ejemplares sólo tenemos dos años de datos consecutivos que nos

permiten hacer este análisis. De ahí que sean necesarios más años de seguimiento continuo para comprobar, a la larga, ese ajuste territorial del que hablamos, ya que a corto plazo no parece existir.

Ya hemos comentado como influye la isla en los movimientos de nuestros ejemplares, por lo que no es sorprendente que el comportamiento de la especie se vea alterado en ciertos aspectos. El hecho de no tener competencia con el Águila real, extinta varios años antes que nuestra especie de estudio (Ontiveros, 2016), ha permitido que esta última se asiente rápido y tome su lugar como superdepredador. Actualmente, su único competidor en la isla de Mallorca es el Águila calzada o *Hieraaetus pennatus* (Gmelin, 1788). Aunque es una especie estival en la mayor parte de la Península Ibérica, la población de Baleares se mantiene como residente en las islas, al igual que las poblaciones del levante peninsular (Sunyer, & Viñuela, 1994; García, 2016).

De forma general, el Águila calzada ubica sus nidos en árboles, pero en las Islas Baleares se ha visto cierta preferencia por roquedos para anidar (García, 2016). Esta especie ya se encontraba ocupando prácticamente la totalidad de la isla cuando comenzó la liberación de ejemplares de Águila de Bonelli (Viada & de Pablo 2009), por lo que es de esperar que pueda existir cierta confrontación entre ambas especies en cuanto a la zona de nidificación, núcleo del territorio. Por otra parte, el acercamiento del Águila calzada a las zonas urbanas (García, 2016) contrasta con el comportamiento del Águila de Bonelli, que tiende a evitarlas como ya hemos comentado (Román *et al.*, 2005), por lo que la primera podrá ocupar zonas que nuestra especie de estudio no buscará en un principio. El Águila calzada, de menor envergadura que nuestra especie de estudio, no llega a la categoría de superdepredador, y su dieta principal se compone de aves paseriformes (García, 2006), por lo que, en principio, no parece posible un conflicto entre ambas especies en cuanto a su dieta se refiere. De nuevo nos encontramos ante un factor más que puede influir en el comportamiento del Águila de Bonelli en nuestra región de estudio, por lo que sería interesante estudiarlo en mayor profundidad.

En el futuro, se podrían buscar diferencias entre los territorios de la isla de Mallorca y los de otras regiones de la Península Ibérica, como los estudiados en Castellón, Valencia o Aragón (López-López *et al.*, 2004; Pérez-García *et al.*, 2013; Martínez-Miranzo *et al.* 2016b). Es de esperar que los territorios de Mallorca serán significativamente diferentes a los encontrados en la Península Ibérica, debido a la falta de espacio para mantener un territorio amplio sin solapar con sus congéneres. Esto se puede comparar, del mismo modo, con lo

observado en otras islas del Mediterráneo, como Chipre o Sardinia (Kassinis, 2010; Raganella-Pelliccioni, 2018), para así confirmar si la adaptación en las islas varía con respecto a las regiones continentales.

Además, si el ajuste temporal del que hablamos en este estudio gana significación con el paso de los años, podría revelar una disminución en el tamaño de los territorios formados que no va a deberse únicamente al uso más eficiente y conocimiento del espacio disponible, si no al posible solapamiento entre parejas debido, de nuevo, a la falta de espacio. Si añadimos a nuestro estudio el control de los últimos individuos marcados, se podrá comprobar, entre otras cosas, cómo se van acoplando a los potenciales territorios disponibles aún en la isla. De ahí que los resultados obtenidos no sean un verdadero reflejo de lo que podemos llegar a observar cuando tengamos más estabilidad de individuos reproductores en la isla durante más años de monitoreo.

El uso de sistemas de seguimiento por satélite es una herramienta muy útil que debe seguir utilizándose en el caso del Águila de Bonelli en la isla de Mallorca para comprobar si la población va a ser sostenible a largo plazo. Todo lo analizado en este trabajo podría complementarse con más años de datos y con el seguimiento de nuevos individuos liberados o nacidos en la propia isla, para así favorecer la aplicación de futuras medidas de conservación que permitan preservar la especie.

5 Conclusión

El Águila de Bonelli parece adaptarse a la vida en la isla de Mallorca acelerando el establecimiento de los territorios y reduciendo, tanto en el tiempo como en el espacio, su comportamiento dispersivo con respecto a sus vecinas peninsulares. La formación de territorios se aleja claramente de las zonas más humanizadas, manteniendo la preferencia de estas aves por roquedos donde puedan nidificar. De este modo, ocupan en gran medida las sierras y los cantiles de la isla, pero también de forma secundaria árboles de otras zonas de la isla, evitando así el solapamiento de territorios con otros individuos de su misma especie o de otras como el Águila calzada. Posiblemente el Águila de Bonelli tienda a distribuirse por la totalidad de la isla gracias a su facilidad para adaptarse a la topografía local (Kassinis, 2010), y a

la amplia gama de presas de las que es capaz de alimentarse (Carrete *et al.*, 2002), características relevantes para la supervivencia de la especie.

Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer al gobierno de Mallorca, al proyecto Life Bonelli y en especial a Carlota Viada por la cesión de los datos para la realización de este trabajo. He quedado fascinada con todo el trabajo del proyecto, y encantada con poder aportar mi granito de arena.

Gracias a mis tutores. A Bea, por guiarme tras sus pasos y enseñarme un trocito de lo que tanto le ha dado su querida perdicera. Eres un ejemplo a seguir y ojalá sigamos trabajando juntas en el futuro. A Chechu, por introducirme en el maravilloso mundo de las aves y enseñármelo con tanto cariño. Por la confianza como tutor, avalador, profesor y compañero.

A David, Irene, Alex, Miri, Busti, Alvar... en definitiva, a todos los que formamos este grupo tan bonito, por el apoyo y los mini consejos constantes durante el duro trayecto que a supuesto el master.

A la jefaza, Eva, mami anilladora, por confiar hasta el final. Por el apoyo incondicional y por saber sacar lo mejor de mi en los peores momentos.

A Patri, por nuestros cafés, nuestras charlas y, en definitiva, nuestros momentos. Por ser mi compi trueno y por completar juntas una aventura más.

A Borja, por las risas, las coordinadas, los madrugones y las partidas de descanso.

Y por último, a mi mamichuli, por estar ahí siempre, por enseñarme a no rendirme y por luchar tanto para que pudiera llegar hasta aquí. Y a mi hermano no podía olvidármelo, porque es gracias a él que podré decir al fin que soy zóologa.

Bibliografía

- Aebischer, N. J., Robertson, P. A., & Kenward, R. E. (1993). Compositional analysis of habitat use from animal radio-tracking data. *Ecology*, 74(5), 1313-1325.
- Armstrong, D. P. & Seddon, P. J. (2008). Directions in reintroduction biology. *Trends in ecology & evolution*, 23(1), 20-25.
- Arroyo, B., Ferreiro, E., & Garza, V. (1990). El águila perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en España: Censo, reproducción y conservación. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza.
- Balbontín, J., Penteriani, V. & Ferrer, M. (2003). Variations in the age of mates as an early warning signal of changes in population trends? The case of Bonelli's eagle in Andalusia. *Biological Conservation*, 109: 417-423.
- Balbontín, J. (2005). Identifying suitable habitat for dispersal in Bonelli's eagle: An important issue in halting its decline in Europe. *Biological Conservation*, 126(1), 74-83.
- BirdLife International. (2016). Species factsheet: *Aquila fasciata*. Downloaded from <http://www.birdlife.org> on 10/09/2018.
- Blanco, J. C. & González J. L. (2006). Libro rojo de los vertebrados de España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Börger, L., Franconi, N., de Michele, G., Gantz, A., Meschi, F., Manica, A., Lovari, S. & Coulson, T. (2006). Effects of sampling regime on the mean and variance of home range size estimates. *Journal of Animal Ecology*, 75(6), 1393-1405.
- Börger, L., Dalziel, B. D., & Fryxell, J. M. (2008). Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. *Ecology letters*, 11(6), 637-650.
- Bosch, R., Real, J., Tinto, A., Zozaya, E. L., & Castell, C. (2010). Home-ranges and patterns of spatial use in territorial Bonelli's Eagles *Aquila fasciata*. *Ibis*, 152(1), 105-117.
- Boyce, M. S., Johnson, C. J., Merrill, E. H., Nielsen, S. E., Solberg, E. J., & Van Moorter, B. (2016). Can habitat selection predict abundance?. *Journal of Animal Ecology*, 85(1), 11-20.
- Burt, W. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346-352.
- Cadahía, L., Urios, V., & Negro, J. J. (2005). Survival and movements of satellite-tracked Bonelli's Eagles *Hieraaetus fasciatus* during their first winter. *Ibis*, 147(2), 415-419.
- Cadahía, L., Urios, V., & Negro, J. J. (2007). Bonelli's Eagle *Hieraaetus fasciatus* juvenile dispersal: hourly and daily movements tracked by GPS. *Bird Study*, 54(2), 271-274.
- Cadahía, L., López-López, P., Urios, V., Soutullo, Á. & Negro, J.J. (2009). Natal dispersal and recruitment of two Bonelli's Eagle *Aquila fasciata*: a four-year satellite tracking study. *Acta Ornithologica*, vol. 44 (2): 193-198.
- Cadahía, L., López-López, P., Urios, V., & Negro, J. J. (2010). Satellite telemetry reveals individual variation in juvenile Bonelli's eagle dispersal areas. *European Journal of Wildlife Research*, 56(6), 923-930.

- Calenge, C. (2006). The package adehabitat for the R software: a tool for the analysis of space and habitat use by animals. *Ecological modelling*, 197, 516–519.
- Calenge, C. (2015). Home range estimation in R: the adehabitatHR package. Office national de la classe et de la faune sauvage Saint Benoist. 78610 Auffargis, France.
- Caro, J., Ontiveros, D., & Pleguezuelos, J. M. (2011). The feeding ecology of Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) floaters in southern Spain: implications for conservation. *European Journal of Wildlife Research*, 57(4), 729–736.
- Carrascal, L. M., & Seoane, J. (2009a). Linking density, productivity and trends of an endangered species: The Bonelli's eagle in Spain. *Acta Oecologica*, 35(3), 341-348.
- Carrascal, L. M., & Seoane, J. (2009b). Factors affecting large-scale distribution of the Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in Spain. *Ecological Research*, 24(3), 565-573.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Martínez, J. E., Sánchez, M. Á., & Calvo, J. F. (2002). Factors influencing the decline of a Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* population in southeastern Spain: demography, habitat or competition?. *Biodiversity & Conservation*, 11(6), 975-985.
- Dray, S., Pélissier, R., Couteron, P., Fortin, M. J., Legendre, P., Peres-Neto, P. R., Bellier, E., Bivand, R., Blanchet, F. G., de Cáceres, M., Dufour, A. B., Heegaard, E., Jombart, T., Munoz, F., Oksanen, J., Thioulouse, J., & Wagner, H. H. (2012). Community ecology in the age of multivariate multiscale spatial analysis. *Ecological Monographs*, 82(3), 257-275.
- García, I. S. (2006). Dieta del aguililla calzada en el sur de Ávila: importancia de los paseriformes. *Ardeola*, 53(1), 39-54.
- García, I. S. (2016). Aguililla Calzada - *Hieraetus pennatus*. En: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Salvador, A., Morales, M. B. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org>
- Griffith, B., Scott, J. M., Carpenter, J. W., & Reed, C. (1989). Translocation as a species conservation tool: status and strategy. *Science*, 245(4917), 477-480.
- Harris, S., Cresswell, W. J., Forde, P. G., Trehwella, W. J., Woollard, T., & Wray, S. (1990). Home-range analysis using radio-tracking data—a review of problems and techniques particularly as applied to the study of mammals. *Mammal review*, 20(2-3), 97-123.
- Hernández-Matías, A., Real, J., Pradel, R., Ravayrol, A., Vincent-Martin, N., Bosca, F., & Cheylan, G. (2010). Determinants of Territorial Recruitment in Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*) Populations. *The Auk*, 127(1), 173–184.
- International Union for Conservation of Nature. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. www.iucnredlist.org
- Kassinis, N. (2010). Demographics of the Bonelli's eagle *Aquila fasciata* population in Cyprus. *Bird Census News*, 23(1-2), 21-27.
- Lebrija, J. J. I., Izquierdo, P., & Álvarez, E. (2012). Cría en cautividad y reforzamiento de Águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*) en la Comunidad de Madrid. *Chronica naturae*, (2), 73-82.

- Life Bonelli. (2017). LIFE Bonelli: primer paso hacia la recuperación de una rapaz olvidada. *Quercus*, (381), 20-27.
- López-López, P., García-Ripollés, C., García-López, F., Aguilar, J. M., & Verdejo, J. (2004). Patrón de distribución del águila real *Aquila chrysaetos* y del águila-azor perdicera *Hieraetus fasciatus* en la provincia de Castellón. *Ardeola*, 51(2), 275-283.
- López-López, P., García-Ripollés, C., Aguilar, J. M., García-López, F., & Verdejo, J. (2006). Modelling breeding habitat preferences of Bonelli's eagle (*Hieraetus fasciatus*) in relation to topography, disturbance, climate and land use at different spatial scales. *Journal of Ornithology*, 147(1), 97-106.
- López-López, P., García-Ripollés, C., Soutullo, Á., Cadahía, L., & Urios, V. (2007). Are important bird areas and special protected areas enough for conservation?: the case of Bonelli's eagle in a Mediterranean area. *Biodiversity and Conservation*, 16(13), 3755-3780.
- Macdonald, D. W., Ball, F. G., & Hough, N. G. (1980). The evaluation of home range size and configuration using radio tracking data. In *A handbook on biotelemetry and radio tracking* (pp. 405-424).
- Martínez-Miranzo, B., Banda, E. I., & Aguirre, J. I. (2016a). Multiscale analysis of habitat selection by Bonelli's eagle (*Aquila fasciata*) in NE Spain. *European journal of wildlife research*, 62(6), 673-679.
- Martínez-Miranzo, B., Banda, E., Gardiazábal, A., Ferreiro, E., & Aguirre, J. I. (2016b). Differential spatial use and spatial fidelity by breeders in Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata*). *Journal of ornithology*, 157(4), 971-979.
- Martínez, S. R., Costa, M., Guarínós, P. S., Pérez, R., García, L. L., & Rosselló, J. A. (1992). Datos sobre el paisaje vegetal de Mallorca e Ibiza (Islas Baleares, España): VII Excursión Internacional de Fitosociología (AEFA). *Itinera geobotanica*, (6), 5-98.
- McGarigal, K., Wan, H. Y., Zeller, K. A., Timm, B. C., & Cushman, S. A. (2016). Multi-scale habitat selection modeling: a review and outlook. *Landscape Ecology*, 31(6), 1161-1175.
- Montgomery, R. A., Redilla, K. M., Ortiz-Calo, W., Smith, T., Keller, B., & Millspaugh, J. J. (2018). Evaluating the individuality of animal-habitat relationships. *Ecology and Evolution*, 1-9.
- Muriel, R., Ferrer, M., Casado, E., Madero, A., & Calabuig, C. P. (2011). Settlement and Successful Breeding of Reintroduced Spanish Imperial Eagles *Aquila adalberti* in the Province of Cadiz (Spain). *Ardeola*, 58(2), 323-333.
- Odum, E. P., & Kuenzler, E. J. 1955. Measurement of territory and home range size in birds. *The Auk*, 72(2), 128-137.
- Ontiveros, D., & Pleguezuelos, J. M. (2000). Influence of prey densities in the distribution and breeding success of Bonelli's eagle (*Hieraetus fasciatus*): management implications. *Biological Conservation*, 93(1), 19-25.
- Ontiveros, D., Real, J., Balbontín, J., Carrete, M., Ferreiro, E., Ferrer, M., Mañosa, S., Pleguezuelos, J.M. & Sánchez-Zapata, J.A. (2004). Biología de la Conservación del Águila Perdicera *Hieraetus fasciatus* en España: investigación científica y gestión. *Ardeola*, vol. 51 (2): 461-470.

- Ontiveros, D. (2016). Águila perdicera *Hieraetus fasciatus*. In: Carrascal LM, Salvador A (eds.) Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/aves/aqufas.html>
- Palomares, F., Soto, C., López-Bao, J. V., Rodríguez, A., Godoy, J. A., Roldán, E. R., Gomendio, M., Göritz, F. & Jewgenow, K. (2011). Estudio de las poblaciones de carnívoros del Parque Nacional de Doñana usando métodos no invasivos. Proyectos de investigación en parques nacionales: 2007-2010.
- Pavón, D., López-López, P., Limiñana, R., & Urios, V. (2009). Dispersión juvenil y reclutamiento a la fracción adulta de juveniles de Águila-azor perdicera (*Aquila fasciata*) y Águila real (*Aquila chrysaetos*) en España.
- Pérez-García, J. M., Margalida, A., Afonso, I., Ferreiro, E., Gardiazábal, A., Botella, F., & Sánchez-Zapata, J. A. (2013). Interannual home range variation, territoriality and overlap in breeding Bonelli's eagles (*Aquila fasciata*) tracked by GPS satellite telemetry. *Journal of ornithology*, 154(1), 63-71.
- Pinilla, J. (2000). Manual para el anillamiento científico de aves. SEO/BirdLife y DGCN-MIMAM. Madrid.
- QGIS Development Team. (2018). QGIS Geographic Information System. Version 1.18.13. Open Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.org>
- Raganella-Pelliccioni E., Nardelli R., Serra L, Spina F. (2018). The reintroduction of Bonelli's Eagle (*Aquila fasciata* Vieillot 1822) in Sardinia: feasibility plan. Action A1, LIFE PROJECT "AQUILA a-LIFE", March 2018.
- Real, J., Grande, J. M., Mañosa, S., & Sánchez-Zapata, J. A. (2001). Causes of death in different areas for Bonelli's Eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain. *Bird study*, 48(2), 221-228.
- Real, J., & Mañosa, S. (2001). Dispersal of juvenile and immature bonelli's eagles in Northeastern Spain. *The Raptor Research Foundation, Inc*, 35(1), 9-14.
- Real, J. (2004). Águila-Azor Perdicera, *Hieraetus fasciatus*. En: A. Madroño, C. González y J.C. Atienza (Eds.) Libro Rojo de las Aves de España. Pàgs.: 154-157. Dirección General para la Biodiversidad y SEO/BirdLife. Madrid.
- Ritchie, E. G., & Johnson, C. N. (2009). Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecology letters*, 12(9), 982-998.
- Román, A., Real, R. Márcia, A. & Vargas, M. (2005). Modelling the distribution of Bonelli's eagle in Spain: implications for conservation planning. *Diversity and distributions*, vol. 11, nº 6: 477-486.
- RStudio Team. (2018). RStudio: Integrated Development for R. Version 1.1.456. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>
- Seddon, P. J., Griffiths, C. J., Soorae, P. S., & Armstrong, D. P. (2014). Reversing defaunation: Restoring species in a changing world. *Science*, 345(6195), 406-412.
- Sunyer, C., & Viñuela, J. (1994). Invernada de rapaces (O. Falconiformes) en España peninsular e Islas Baleares. *Biología y conservación de las rapaces mediterráneas*, 361-370.
- Viada, C., & De Pablo, F. (2009). Cens d'Àguila Calçada *Hieraetus pennatus* a Balears al 2009 i estat de conservació. *Anuari Ornitològic de les Balears: revista d'observació estudi i conservació dels aucells*, (24), 1-15.

- Viada, C., Parpal, L., Morro, B., & Serra, J.M. (2015). El águila de Bonelli (*Aquila fasciata*) en Mallorca: su extinción y su reintroducción. In *Llibre verd de protecció d'espècies a les Balears* (pp. 283-294). Societat d'Història Natural de les Balears.
- Worton, B. J. (1989). Kernel methods for estimating the utilization distribution in home-range studies. *Ecology*, 70(1), 164-168.