ÁREAS DE CAMPEO DE QUEBRANTAHUESOS (Gypaetus barbatus) REPRODUCTORES EN EL PIRINEO CENTRAL (ARAGÓN-ESPAÑA)

Juan Antonio Gil^{1,2*}, Carlos Pérez² & Pascual López-López³

RESUMEN

España solo posee una población reproductora de Quebrantahuesos en los Pirineos, constituida por 136 unidades reproductoras (UR) en 2014, de las cuales el 63% se ubican en el Pirineo Central (Aragón). Entre 1988 y 2014 la población reproductora del Pirineo aragonés ha crecido a una tasa media anual del 4,45%. Simultáneamente se ha producido un aumento de la densidad de UR, pasando de 2,5 a 7,7 UR/1000 Km² (1988-2014). El 78% de los adultos de Aragón son territoriales, con áreas de campeo variables. En este artículo mostramos los resultados del análisis del tamaño del área de campeo de los adultos territoriales de Aragón mediante el método del Mínimo Polígono Convexo (MPC), así como el Kernel 95% y el Kernel 50%, basado en observaciones directas y radio-seguimiento terrestre de 12 ejemplares, 5 machos y 7 hembras, marcados durante el período 1989-2011. El tamaño promedio del dominio vital de todos los ejemplares de acuerdo con el MPC fue de 130,6 Km² (mediana = 48,7 Km). El tamaño del área de campeo media de acuerdo con el kernel 95% y el kernel 50% fue de 186,0 Km² (mediana = 71,0 Km) y de 25,8 Km² (mediana = 9,8 Km), respectivamente. Las hembras mostraron en promedio un MCP mayor (136 Km²) que los machos (122,9 Km²). Para analizar los desplazamientos que efectúan cada uno de los individuos, se calculó la distancia desde los nidos utilizados en cada año (24 nidos, pertenecientes

^{1.} Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ), Plaza San Pedro Nolasco 1, 4-F, 50.001, Zaragoza, España.

^{2.} Grupo Aragón de Anillamiento Científico de Aves (GAA), Estación Zaragoza-Delicias Módulo 5. C/ Rioja, 33, 50011 Zaragoza, España.

^{3.} Universidad de Valencia, Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva, C/ Catedrático José Beltrán, 2, E-46980 Paterna, Valencia.

E-mail: fcg@guebrantahuesos.org

a 12 UR) a cada uno de los registros. La media de desplazamiento obtenida de todos los individuos fue de 7,3 Km (mediana = 3,9 Km). En general, las hembras realizaron desplazamientos mayores (media = 9,4 Km; mediana = 5,3 Km) gue los machos (media = 3,9 Km; mediana = 2,2 Km). Los ejemplares de las zonas intrapirenaicas realizaron desplazamientos mayores y por tanto su dominio vital fue mavor que el del resto de áreas en las que se dividió la Cordillera pirenaica. A pesar de que actualmente existen técnicas de seguimiento más precisas, como la telemetría vía satélite, apenas existen trabajos que cuantifiquen el área de campeo de Quebrantahuesos territoriales en el Pirineo. En este sentido, consideramos que los resultados aguí mostrados pueden ser de interés para la gestión y conservación de la especie en nuestro país.

INTRODUCCIÓN

El Quebrantahuesos (Gypaetus barbatus) es un ave necrófaga especializada en el consumo de huesos que se distribuye a lo largo de las regiones montañosas de Eurasia y África. Su dieta está compuesta por restos óseos de ungulados domésticos y salvajes (Hiraldo et al., 1979). La población europea se estima en 214 unidades reproductoras (UR: formación compuesta por ejemplares donde se ha constatado indicios de reproducción), distribuidas en cuatro poblaciones aisladas: Creta (7 pp), Córcega (5 pp), Pirineos (176 pp) y Alpes (26 pp). España solo posee una población reproductora en los Pirineos que ocupa un área aproximada de 21.000 Km² (Heredia & Razin, 1999) constituida por 136 UR (2014) y dividida entre Navarra (6 pp), Aragón (86 pp) y Cataluña (44 pp). Atendiendo a estos números, el 63% de la población se ubica en el Pirineo central (Aragón). Entre 1988 y 2014 la población reproductora de Quebrantahuesos del Pirineo aragonés creció a una tasa media anual del 4,5%. Simultáneamente se produio un aumento de la densidad de UR, pasando de 2.5 a 7.7 UR/1000 Km² (1988-2014). El 78% de los adultos de Aragón son territoriales (Gómez et al., 2012), con áreas de campeo variables, en las que sus miembros pueden realizar movimientos de largo alcance: 53 Km (Gil et al., 2005), 20 Km (Margalida & García, 2002) y 149 Km (Brown, 1988). Estudios previos sugieren que el área de campeo o dominio vital está directamente relacionada con el tamaño del ave (Donázar 1993), siendo además el tamaño del territorio mavor cuanto menor sea la tendencia de la especie a nidificar colonialmente. El Quebrantahuesos es un ave que dedica gran parte del día al vuelo en su estrategia de búsqueda de alimento escaso, disperso y de difícil detección, y por tanto debería presentar un dominio vital amplio (Brown, 1988; Gil et al., 2005). En este sentido, el objetivo de este trabajo es cuantificar el tamaño del área de campeo y proporcionar algunos parámetros descriptivos básicos sobre la ecología espacial en el Pirineo central.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio se sitúa en el ámbito de aplicación del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos en Aragón (11.063 Km²), concretamente en el Pirineo central (Huesca/Aragón/ España), comarcas de la Jacetania, Alto Gállego, Sobrarbe, Ribagorza, Hoya de Huesca, Somontano de Barbastro y Cinco Villas, todas ellas incluidas en zonas montañosas pertenecientes a la región biogeográfica Eurosiberiana (Figura 1). El Pirineo forma parte de las cordilleras que se levantaron durante la orogenia alpina hace 80-85 millones de años. Desde el punto de vista estructural la zona sur pirenaica está dividida en cuatro unidades: Pirineo Axial, Sierras Interiores, Depresión Media y Sierras Exteriores (Gil *et al.* 2010a, 2013). En este artículo hemos dividido el Pirineo en tres sectores: alto Pirineo (engloba Pirineo Axial y Sierras Interiores), zona intrapirenaica (Depresión longitudinal) y prepirineo (engloba Sierras Exteriores).

Captura y marcaje

Para la realización de este trabajo fueron marcados un total de 12 ejemplares (cinco machos y siete hembras) entre ocho y 20 años de edad, todos ellos individuos territoriales asentados en UR. Las aves fueron marcadas entre los años 1989 y 2011 gracias al programa de captura, marcaje y seguimiento que puso en marcha el Gobierno de Aragón (GA) y la Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ) y por el cual se han marcado un total de 153 Quebrantahuesos en el período 1987-2014. A cada individuo se le colocó un emisor de radio-sequimiento terrestre (emisores VHF de 88 gr) de la marca Biotrack (modelo TW52). El seguimiento de los individuos se llevó a cabo mediante el método de radio-sequimiento terrestre continuo cada 15 días (Russo et al., 2001) en puntos diferentes del ámbito de aplicación del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos en Aragón. Para ello se contó con la participación de dos técnicos de la FCQ que se situaron en lugares separados y prominentes de la geografía seleccionados previamente, con objeto de conseguir la mejor cobertura de la señal posible. Ocasionalmente, se realizan barridos desde puntos dominantes elegidos al azar. Además, se anotaron las observaciones visuales directas de los diferentes individuos cuando éstos fueron localizados mediante telescopio y/o prismáticos.

Áreas de campeo

Para el cálculo del tamaño del área de campeo de los adultos territoriales se ha utilizado el método del Mínimo Polígono Convexo (MPC) para la estima del dominio vital máximo, así como el cálculo del kernel 95% y del kernel 50%, que indican el tamaño del área de campeo y de los centros de actividad, respectivamente (Bird & Bildstein,

2007). Para el tratamiento de los datos se emplearon Sistemas de Información Geográfica (SIG) con el programa Arc View 3.2. (Environmental Systems Research Institute, ESRI, 1999). Para ello utilizamos la extensión "Animal Movement Analyst" y sus opciones de "Harmonic Mean Home Range" y "Minimum Convex Polygon Home Range".

Además, se cuantificaron los desplazamientos que efectuaron cada uno de los adultos territoriales (en km.) desde los nidos utilizados cada año (24 nidos, pertenecientes a 12 UR) a cada uno de los registros mediante la opción "Spider Distance Analysis". Los resultados del tamaño de las áreas de campeo y desplazamientos se muestran en promedio, mediana y rango intercuartílico (IQR) ya que ninguna de las variables se aiustó a una distribución normal. Atendiendo al bajo tamaño muestral, no se llevaron a cabo análisis estadísticos para comparar el tamaño de las áreas de campeo entre sexos y/o unidades geomorfológicas en las que se dividió el área de estudio.

RESULTADOS

En total se obtuvieron 449 registros de los individuos marcados. Por sectores, en el prepirineo se obtuvieron 174 registros, de cuatro aves pertenecientes a tres URs y con siete nidos ocupados; en las zonas intrapirenaicas se obtuvieron 83 registros de tres ejemplares de tres UR y con cinco nidos ocupados; y en el alto Pirineo se obtuvieron 192 registros, de cinco ejemplares de cinco URs y 12 nidos ocupados (Tabla 1).

Áreas de campeo

El tamaño promedio del dominio vital de todos los ejemplares de acuerdo con el MPC fue de 130,6 Km 2 (mediana = 48,7 Km 2 ; IQR = 20,0 - 148,7 Km 2). El tamaño del área de campeo media de acuerdo con el kernel 95% y el kernel 50% fue de 186,0 Km² $(\text{mediana} = 71,0 \text{ Km}^2; \text{IQR} = 32,1 - 214,7 \text{ Km}^2) \text{ y de } 25,8 \text{ Km}^2 \text{ (mediana} = 9,8 \text{ Km}^2; \text{IQR} = 10,0 \text{ Km}^2; \text{IQR} = 1$ $4,3 - 28,4 \text{ Km}^2$), respectivamente (Tabla 2) (N = 12 en todos los casos) (Tabla 2). Los territorios localizados en el prepirineo son los que más se aproximan a la media general, con una superficie media de acuerdo con el MCP de 189,3 Km² (mediana = 148,7 Km²; $IQR = 101,6 - 277,0 \text{ Km}^2$; N = 4). Los ejemplares de las zonas intrapirenaicas mostraron mayor movilidad y por tanto un área de campeo más extensa que el resto, con una media de 204,4 Km² (mediana = 27,8 Km²; $IQR = 3,5 - 581,9 \text{ Km}^2$; N = 3). De hecho, dos ejemplares de esta unidad geomorfológica utilizaban dos Puntos de Alimentación Suplementaria (PAS) situados a una distancia considerable de sus territorios. El ejemplar GB9 utilizó habitualmente el PAS de la Garcipollera (comarca de la Jacetania), situado a 26 Km de su territorio y esporádicamente el PAS de Escuaín (comarca de Sobrarbe) situado a 33 km. El individuo GB12 utilizó frecuentemente un PAS de la Garcipollera situado a 30 Km. de su territorio y esporádicamente un PAS de Nueno (comarca Hoya de Huesca) situado a 29 Km. Por último, las UR instaladas en el alto Pirineo son las que

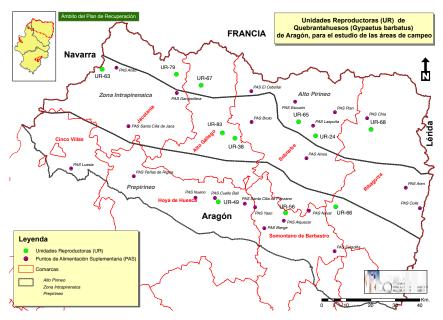


Figura 1. Área de estudio.

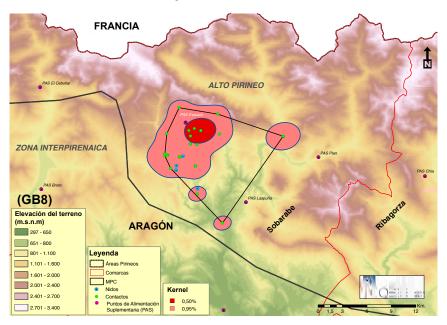


Figura 2. Área de campeo del ejemplar GB8.

Tabla 1. Sexo, edad y estado de los ejemplares territoriales, nº de nidos y unidades geomorfológicas que ocupan. Los individuos marcados con un asterisco forman parte de la misma UR.

Individuo	Sexo	Edad (2014)	Estado	Nº nidos	Unidades
GB 1	8	16 años	Vivo	2	Prepirineo
GB2*	8	17 años	Muerto (2005)	1	Prepirineo
GB3	9	17 años	Viva	1	Alto Pirineo
GB4	9	>9 años	Viva	1	Alto Pirineo
GB5*	8	10 años	Muerto (2007)	1	Prepirineo
GB6	9	20 años	Viva	3	Prepirineo
GB7	8	14 años	Vivo	4	Alto Pirineo
GB8	9	13 años	Viva	4	Alto Pirineo
GB9	2	13 años	Viva	1	Zona intrapirenaica
GB10	8	19 años	Vivo	3	Zona intrapirenaica
GB11	9	15 años	Viva	2	Alto Pirineo
GB12	9	>10 años	Viva	1	Zona intrapirenaica

Tabla 2. Áreas de campeo de Quebrantahuesos adultos seguidos mediante radio-telemetría en el Pirineo central de acuerdo con el Mínimo Polígono Convexo (MPC), kernel 95% y kernel 50%. Todas las superficies están expresadas en Km2.

Nº Anilla	Sexo	MPC	kernel 95%	kernel 50%	Unidades
GB 1	8	69,5	123,3	27,7	Prepirineo
GB2*	8	390,3	266,9	29,1	Prepirineo
GB3	2	24,0	32,9	3,2	Alto Pirineo
GB4	2	15,6	53,0	10,2	Alto Pirineo
GB5*	3	133,7	162,5	21,8	Prepirineo
GB6	2	163,7	285,5	42,0	Prepirineo
GB7	3	17,4	50,5	8,6	Alto Pirineo
GB8	2	116,7	89,0	9,3	Alto Pirineo
GB9	2	27,8	31,3	3,1	Zona intrapirenaica
GB10	8	3,5	15,4	4,1	Zona intrapirenaica
GB11	2	22,6	25,8	4,4	Alto Pirineo
GB12	2	581,9	1095,5	145,6	Zona intrapirenaica

^{*} Estos dos individuos forman parte de la misma UR.

Tabla 3. Áreas de campeo (Km2) por sexos de Quebrantahuesos adultos territoriales sequidos mediante radio-telemetría en el Pirineo central. Los datos indican media, mediana y rango intercuartílico (entre paréntesis). Abreviaturas: MPC = Mínimo Polígono Convexo.

	МРС	kernel 95%	kernel 50%
machos $(N = 5)$	122,9; 69,5	123,7; 123,3	18,3; 21,8
	(17,4 – 133,7)	(50,5 – 162,5)	(8,6 – 27,7)
hembras $(N = 7)$	136,0; 27,8	230,4; 53,0	31,1; 9,3
	(22,6 – 163,7)	(31,3 – 285,5)	(3,2 – 42,0)

Tabla 4. Distancias (Km) desde el nido de la UR utilizado cada año a cada uno de los registros de los Quebrantahuesos territoriales seguidos mediante radio-telemetría en el Pirineo central.

Individuo	Sexo	Media	Mediana	Desviación estándar	Unidades
GB 1	8	7,7	6,0	6,7	Prepirineo
GB2*	8	3,5	2,2	4,1	Prepirineo
GB3	\$	6,7	7,6	2,0	Alto Pirineo
GB4	9	7,0	9,4	3,8	Alto Pirineo
GB5*	8	2,8	2,2	4,0	Prepirineo
GB6	9	3,5	2,2	4,0	Prepirineo
GB7	8	2,1	1,1	2,2	Alto Pirineo
GB8	9	4,6	3,8	2,2	Alto Pirineo
GB9	9	22,9	25,8	7,9	Zona intrapirenaica
GB10	8	3,7	1,4	5,7	Zona intrapirenaica
GB11	9	1,3	1,3	1,0	Alto Pirineo
GB12	9	25,3	30,1	10,4	Zona intrapirenaica

^{*} Estos dos individuos forman parte de la misma UR.

mostraron un dominio vital de menor superficie, con una media de 39,3 Km² (mediana = 22,6 Km²; IQR = 17,4 - 24,0 Km²; N = 5). Por sexos, el las hembras mostraron áreas de campeo ligeramente mayores en promedio que los machos (Tabla 3).

Desplazamientos desde el nido

De los 12 ejemplares estudiados y los 449 registros georeferenciados la media de desplazamiento calculada desde el nido utilizado cada año a cada uno de los registros de ese año fue de 7,3 Km (mediana = 3,9 Km; IQR = 1,4 - 7,6 Km) (Tabla 4). En general, las hembras realizaron desplazamientos mayores (media = 9,4 Km; mediana = 5,3 Km; IQR = 1.8 - 10.6 Km; N = 267) que los machos (media = 3.9 Km; mediana = 2.2 Km;

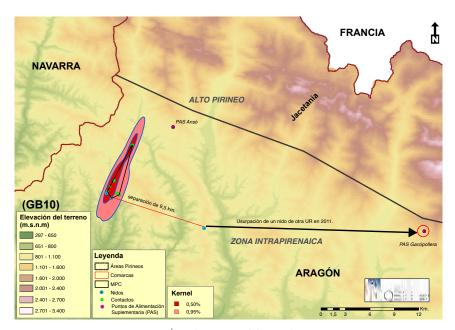


Figura 3. Área de campeo del ejemplar GB10.



Foto 1. Macizo del Monte. Perdido, perteneciente a las zonas intrapirenaicas.





Foto 2. Adulto reproductor GB8.



Foto 3. Marcaje de un adulto de Quebrantahuesos por el equipo de la FCQ.

IQR = 0.8 - 4.7 Km; N = 182). Proyectando la distancia media obtenida con todos los individuos sobre una circunferencia de su mismo radio (r = 7,3 Km) el área circunscrita sería de aproximadamente 167 Km², valor similar al obtenido como tamaño del área de campeo en base al kernel del 95%. Cabe destacar que para el cómputo de los desplazamientos desde el nido se descartaron desplazamientos excepcionales como el realizado por el ejemplar GB6 un mes de enero, que se alejó hasta 66,2 Km desde su punto de nidificación para visitar el PAS de la Garcipollera, teniendo a apenas 10 Km el PAS de Naval (comarca del Somontano de Barbastro), que lo visitaría siete días más tarde.

Según las unidades geomorfológicas donde se ubican los territorios, las distancias que recorren desde su punto de nidificación fueron diferentes. Los ejemplares del alto Pirineo mostraron una distancia de desplazamiento de 4.2 Km en promedio (mediana = 3.9 Km; IQR = 1.4 - 6.7 Km), muy similar a los individuos con territorios enel prepirineo (media = 4.1 Km; mediana = 2.2 Km; IQR = 0.6 - 4.7 Km). Por su parte, los ejemplares de las zonas intrapirenaicas realizaron desplazamientos de mucho mayor alcance, con un promedio de 20,7 Km (mediana = 25,9 Km; IQR = 6,8 - 30,1 Km); y por tanto su dominio vital fue mayor que el del resto de áreas en las que se dividió la Cordillera pirenaica (Tabla 4). Todos los ejemplares, exceptuando los individuos GB7 y GB10, utilizaron de manera regular alguno de los 22 PAS pertenecientes a la Red de Comederos de Aves Necrófagas de Aragón del área de estudio.

El número de nidos por UR osciló entre 1 y 4. La distancia media entre nidos de la misma UR fue de 2,4 Km (mediana = 1,0 Km; IQR = 0,2 - 3,1 Km; N = 26). La distancia media de cada UR a todos los PAS del área de estudio fue de 50,3 Km (mediana = 46,9 Km; IQR = 30,4 – 66,0 Km; N=242). La distancia media desde la URs al PAS más próximo fue de 7,1 Km (mediana = 6,2 Km; IQR = 4,1 - 10,4 Km; N = 11).

DISCUSIÓN

La media de los desplazamientos de los ejemplares territoriales analizados en este trabajo fue inferior a la obtenida en otros trabajos: 13-16 Km (Brown, 1977), 29 Km (Margalida et al., 2012) y 45 Km (Brown, 1990). Es destacable que la distancia media de los desplazamientos de los ejemplares territoriales estudiados (7,3 Km) fue muy similar a la distancia media de cada UR a los PAS más próximos (7,1 Km). Cuando la localización del alimento se vuelve predecible, las aves carroñeras tienden en general a acortar el tiempo de búsqueda limitando así la magnitud de sus desplazamientos en función de la distancia que les separa de sus fuentes de alimento (Donázar, 1993; López-López et al., 2014a). La cercanía de fuentes predecibles de alimento a las zonas de cría, podría por tanto favorecer una reducción del tiempo de búsqueda de alimento, así como de la magnitud de los desplazamientos, prefiriendo los quebrantahuesos de este modo obtener el alimento en los comederos, frente a la búsqueda de recursos tróficos impredecibles (Gil et al., 2010b; Zuberogoitia et al., 2013; López-López et al., 2013; Monsarrat et al., 2013), minimizando así el gasto de energía (Ruxton, & Houston, 2004). Estudios previos han demostrado que los PAS atraen no solo a la fracción reproductora, sino también a la población pre-adulta (Gil et al., 2010a, 2013, 2014; López-López et al., 2014b), aunque cabe destacar que se observó gran variación individual en el comportamiento a la hora de explotar los recursos tróficos disponibles. Las capacidades cognitivas debidas por ejemplo al efectos de la memoria podrían explicar buena parte de la variación observada (Hills, 2006; Borger et al., 2008). Por mencionar algunos ejemplos, los ejemplares GB9 y GB12 realizaron largos desplazamientos desde su territorio de cría hasta un PAS, mientras que los individuos GB7 y GB10 apenas utilizan los PAS que tenían disponibles.

El área de campeo obtenida en nuestro estudio fue inferior a lo estimado en otros trabajos (Tabla 5) y superior a lo obtenido por Gil *et al.* (2005). Varios factores podrían estar contribuyendo a explicar este resultado. Por un lado, el menor tamaño de las áreas de campeo observado podría ser debido al efecto de la predictibilidad de recursos tróficos en los PAS. Otro factor que podría estar influyendo en la superficie del dominio vital de los territorios es la alta densidad de UR del Pirineo aragonés, siendo una de las mayores densidades conocidas a lo largo del área de distribución de la especie (Tabla 6). Las hembras estudiadas mostraron en general áreas de campeo más grandes y realizan mayores desplazamientos que los machos, aunque la variabilidad observada fue muy amplia, con un importante nivel de solapamiento. El reparto de las tareas durante la reproducción entre machos y hembras suele ser equitativo (Margalida y Bertran, 2005), lo que podría explicar que no se observen diferencias significativas en el tamaño de las áreas de campeo entre sexos en otras áreas de estudio (Krüger et al., 2014) ni entre ejemplares no territoriales (Gil et al., 2014; Margalida et al., 2013).

Tabla 5. Áreas de campeo de Quebrantahuesos adultos pertenecientes a diferentes poblaciones.

Población	Área de campeo	Referencias
Pirineo francés	300 Km ²	Terrase (1960)
Prepirineo	200 Km ²	Hiraldo et al. (1979)
Pirineo catalán	600 Km ²	Margalida & Bertran (1997)
Etiopia	140-200 Km ²	Brown (1977)
Sudáfrica	625 Km ²	Brown <i>et al.</i> (1982)
Sudáfrica*	286 Km ²	Krüger <i>et al.</i> (2014)
Macedonia	500 Km ²	Grubac (1990)
Prepirineo aragonés	119 Km ²	Gil et al. (2005)
Caucaso*	240 Km ²	Gavashelishvili (2005)
Pirineo aragonés	196 Km ²	Este estudio

^{*}Calculadas mediante telemetría vía satélite

Tabla 6. Densidad (nº de UR/Km2) de diferentes poblaciones de Quebrantahuesos en el mundo.

Población	Densidad (UR/Km ²)	Referencia
Sudáfrica	1 UR/173	Brown (1992)
Etiopía	1 UR/625	Ferguson-Lees & Christie (2001)
Nepal	1 UR/600	Ferguson-Lees & Christie (2001)
Creta	1 UR/2065	Xirouchakis & Nikolakakis (2002)
Córcega	1 UR/240	Terrase (2004)
Pirineo francés	1 UR/333	Terrase (2004)
Pirineo español	1 UR/226	Margalida <i>et al.</i> (2008)
Pirineo aragonés	1 UR/128	*Datos propios (2014)

Por último, cabe resaltar que hasta la fecha la información obtenida sobre las áreas de campeo de Quebrantahuesos ha sido bastante escasa y en muchos casos basada en estimaciones visuales. El empleo de métodos de seguimiento terrestre mediante radio-tracking, como el utilizado en este trabajo, nos ha permitido mejorar las estimas disponibles en la literatura actualmente. No obstante, la aplicación de los actuales métodos de seguimiento mediante telemetría satelital ayudará a cuantificar el tamaño de las áreas de campeo de forma mucho más precisa, complementando así los resultados obtenidos hasta la fecha

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo se ha elaborado dentro de los trabajos que realiza la Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ), en el desarrollo del Plan de Recuperación del Quebrantahuesos en Aragón (Decreto 45/2003). Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas y entidades que han colaborado en el desarrollo de estos trabajos y especialmente Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, Dirección General de Conservación del Medio Natural (Servicio de Biodiversidad), Servicio Provincial Medio Ambiente Huesca, Agentes de Protección de la Naturaleza (APN), Guardia Civil (GREIM), Grupo Aragón de Anillamiento Científico de Aves, Centro de Migración de Aves (CMA)/SEO/Birdlife, EBD-CSIC, Laboratorio de Citogenética y Genética Molecular de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Zaragoza, Biotrack, Fundación Biodiversidad, LandRover, Trango, Excopesa, naturalistas, ornitólogos y a todos los colaboradores, socios y el personal de la FCQ, especialmente a: Oscar Díez, Gerardo Báguena, Gonzalo Chéliz, Juan Carlos Ascaso y Elena Palacios. P. López-López es investigador post-doctoral del programa "Juan de la Cierva" del Ministerio de Economía y Competitividad.

BIBLIOGRAFÍA

- BIRD, D. & BILDSTEIN, K. (Eds.) 2007. *Raptor Research and Management Techniques*. Raptor Research Foundation.
- Borger, L., Dalziel, B. D. & Fryxell, J. M. 2008. Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research. *Ecol Lett*, 11: 637–650.
- Brown, C. C. 1992. Distribution and status of the Bearded Vulture (*Gyapetus barbatus*) in southern Africa. *Ostrich*, 63: 1-9.
- Brown, C. J. 1988. A study of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in souththern Africa. Ph. D. Thesis. University of Natal, Pietermaritzburg.
- Brown, C. J. 1990. An evaluation of supplementary feeding for Bearded Vultures and other avian scavengers in the Natal Drakensberg *Lammergeyer*, 41: 30-36.
- Brown, L. H. 1977. Status, population, structure and breeding dates of the African Lammergeier (*Gypaetus barbatus meridionalis*). *Raptor Research*, 11: 49-58.
- Brown, L. H., Urban, E.K. & Newman, K. 1982. The birds of Africa. Volume I. London. Academic Press.
- Donazar, J. A. 1993. Los buitres ibéricos: biología y conservación. J. M. Reyero Editor. Madrid, España.
- Ferguson-Lees, J. & Christie, D. 2001. *Guía de identificación. Rapaces del mundo.* Ediciones Omega. Madrid
- GAVASHELISHVILI, I. 2005. *Vultures Georgia and the Caucasus*. Georgia. GCCW & Buneba Print Publishing.
- GIL, J. A., ASCASO, J. C., CHÉLIZ, G. y LÓPEZ-LÓPEZ, P. 2013. Usurpación de nidos de Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) e interacciones inter específicas por la ocupación del nido en el Pirineo central (Aragón). *Rocin Vol. VII. Anuario Ornitológico de Aragón 2008-2011*, 23-33.
- GIL, J. A., BÁGUENA, G., SÁNCHEZ-CASTILLA, ANTOR, R., ALCANTARA, M. & LÓPEZ-LÓPEZ, P. 2014. Home ranges and movements of non-breeding Bearded Vultures tracked by satellite telemetry in the Pyrenees. *Ardeola*, 61(2): 379-387.
- GIL, J. A., Díez, O., Báguena, G., Lorente, L., Pérez, C., Losada, J. A. & Alcantara, M. 2010a. *Juvenile dispersal* of the Bearded Vulture (Gypaetus barbatus) in the Pyrenees (Spain-France). Fundación para la Conservación del Quebrantahuesos (FCQ). Zaragoza.
- GIL, J. A., LAGARES, J. L. y ALCANTARA, M. 2010b. Seguimiento radio-telemétrico de Buitre leonado (*Gyps fulvus*) en el Sistema Ibérico Oriental (Aragón-España). *Revista Teruel*, 92 (I) 2008-2009: 139-164.
- GIL, J. A.; Longares, L. A., Chéliz, G. Lorente, L. Báguena, G. y Díez, O. 2005. Radio-seguimiento de un Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) reproductor en el Parque Natural de la Sierra y los Cañones de Guara (Aragón, España). *Lucas Mallada*, 12: 75-88.
- Gómez, A., Martínez, J. M. & Alcántara, M. 2012. Popupalation size of the endangered Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Aragón (Spain) an approximation to the Pyrenean population. *Ardeola*, 59(1), 2012, 43-55.
- Grubac, B. 1990. Bradan Gypaetus barbatus. Sarajevo.
- HILLS, T. T. 2006. Animal foraging and the evolution of goal-directed cognition. *Cognitive Sci.*, 30: 3-41.

- Heredia, R. & Razin, M. 1999. Ecology and Conservation of the Bearded Vultures: The case of Spanish and French Pyrenees. En A. Sakoulis, M. Probonas y S. Xirouchakis (Eds.): Procedings of the 4th Bearded Vulture Workshop 21-24 Novembre 1998. Natural History Museum of Crete.
- Hiraldo, F., Delibes, M., & Calderón, J. 1979. El Quebrantahuesos Gypætus barbatus L. Sistemática, taxonomía, biología, distribución y protección. Madrid. Ministerio de Agricultura. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Monografías nº 22.
- Krüger, S., Reid T., Amar, A. 2014. Differential Range Use between Age Classes of Southern African Bearded Vultures Gypaetus barbatus. PLoS ONE, 9(12): e114920.
- López-López, P., Benavent-Corai, J., García-Ripollés, C., Urios, V. 2013. Scavengers on the Move: Behavioural Changes in Foraging Search Patterns during the Annual Cycle. PLoS ONE, 8(1): e54352. doi:10.1371/journal.pone.0054352.
- López-López, P., García-Ripollés, C., Urios, V. 2014a. Food predictability determines space use of endangered vultures: implications for management of supplementary feeding. Ecological Applications, 24: 939-949.
- López-López, P., Gil, J. A., Alcántara, M. 2014b. Post-fledging dependence period and onset of natal dispersal in Bearded Vultures (Gypaetus barbatus): new insights from GPS satellite telemetry. Journal of Raptor Research, 48: 173-181
- Margalida, A. & Bertran, J. 1997. Dieta y selección de alimento de una pareja de Quebrantahuesos (Gypaetus barbatus) en los Pirineos durante la crianza. Ardeola, 44: 191-197.
- Margalida, A. & Bertran, J. 2005. El cuidado biparental en el Quebrantahuesos. Pp. 73-84. En: Margalida, A., Heredia, R. (Eds.). Biología de la conservación del Quebrantahuesos Gypaetus barbatus en España. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Madrid.
- Margalida, A., Carrete, M., Hegglin, D., Serrano, D. & Arenas, R. 2013. Uneven Large-Scale Movement Patterns in Wild and Reintroduced Pre-Adult Bearded Vultures: Conservation Implications. PLoS ONE, 8(6): e65857. doi:10.1371/journal.pone.0065857.
- Margalida, A., Donázar, J. A., Bustamante, J., Hernández, F. & Romero-Pujante, M. 2008. Application of a predictive model to detect long-term changes in nest-site selection in the Bearded Vultures: conservation in relation to territory shrinkage. Ibis, 150: 242-249.
- Margalida, A. & García, D. 2002. Pla de recuperació del trencalós a Catalunya: biología i conservació. Documents dels Quaderns de medi ambient. Generalitat de Catalunya. Deparatament de Medi Ambient.
- Margalida, A., García, D. & Bertran, J. 2012. Els voltors a Catalunya: biologia, conservacio i sintesi bibliográfica. El Pont de Suert: Grup d'Estudi I Protreccio del Trencalos.
- Monsarrat, S., Benhamou, S., Sarrazin, F., Bessa-Gomes, C. & Bouten, W. 2013. How Predictability of Feeding Patches Affects Home Range and Foraging Habitat Selection in Avian Social Scavengers? PLoS ONE, 8(1): e53077. doi:10.1371/journal.pone.0053077
- Russo, D., Jones, G. & Miglozzi, A. 2001. Habitat selection by the Mediterranean Horseshoe Bat, Rhinolophus euryale (Chiroptera: Rhinolophidiae) in a rural area of southern Italy and implications for conservation. *Biological Conservation*, 107: 71-81.
- Ruxton, G. D. & Houston, D. C. 2004. Obligate vertebrate scavengers must be large soaring fliers. J. Theor. Biol., 228: 431-436.

- Terrasse, J. F. 2004. El Quebrantahuesos. Barcelona: Ediciones Omega.
- Terrasse, J. F.; Terrasse, M., & Boudoint, Y. 1960. Observations sur la reproduction du Vautour fauve, du Percnoptere et du Gypaete barbu dans les Basses-Pyrenees. *Alauda*, 28: 241-257.
- XIROUCHAKIS, S. & NIKOLAKAKIS, M. 2002. Conservation implication of the temporal and spatial ditribution of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Crete. *Bird Conserv. Int.*, 12: 269-280.
- Zuberogoitia, I., González-Oreja, J. A., Martínez, J. E., Zabala, J., Gómez, I., López-López, P. 2013. Foraging movements of Eurasian griffon vultures (Gyps fulvus): implications for supplementary feeding management. *Eur. J. Wildlife Res.*, 59: 421-429.