

COLONIZACIÓN Y ÉXITO REPRODUCTIVO DEL BUITRE LEONADO (*Gyps fulvus*) EN EL PARQUE NATURAL DE LAS BARDENAS REALES

Miriam BLANCO-SADA¹ | Ernesto PÉREZ-COLLAZOS²

RESUMEN.— El buitre leonado (*Gyps fulvus*) es una de las aves carroñeras de mayor tamaño. Esta especie pone un solo huevo, de color blanco, cuya incubación se lleva a cabo por ambos progenitores en un período estimado de entre 54 y 58 días. Se ha realizado el seguimiento del proceso de nidificación (enero-julio de 2017) en el Parque Natural de las Bardenas Reales, concretamente en las zonas de la Ralla, el Rallón y Sanchicorrota (Zona de Especial Protección de Aves El Plano – Blanca Alta). Se detectaron 38 nidos, una productividad del 60,5% y un éxito reproductivo del 62,2%. La actividad antropogénica de la zona, especialmente la presencia de turistas a pie y actividades militares, favoreció el abandono de 13 nidos. Los resultados obtenidos en 2017 se compararon con los conseguidos por la Comunidad de Bardenas, y mostraron una evolución positiva del éxito reproductivo entre 2008 (40%) y 2017 (62,2%). Por último, el estudio de la ocupación de las buitreras muestra una colonización progresiva, de las mismas con un notable aumento como consecuencia de las medidas de conservación llevadas a cabo en 2011 y 2013.

ABSTRACT.— Griffon vulture (*Gyps fulvus*) is one of the largest scavenger birds. One single egg is nested, incubation is carried out by both parents in an

Recepción del original: 30-10-2018

¹ Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. miriam.blanco1994@gmail.com

² Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 HUESCA. ernextop@unizar.es

estimated period of 54-58 days. The nesting process was carried out (January-July 2017) in the Bardenas Reales Natural Park, specifically in the areas of Ralla, Rallón and Sanchicorrota (Special Area of Bird Protection El Plano – Blanca Alta). 38 nests were detected, a productivity of 60.5% and a breeding success of 62.2%. The anthropogenic activity of the area, especially tourists and military activities, favored the abandonment of 13 nests. The results obtained in 2017 were compared with those obtained by the Community of Bardenas, showing a positive evolution of reproductive success between 2008 (40%) and 2017 (62.2%). Finally, the study of nest occupation showed a progressive colonization, with a notable increase as a consequence of the conservation measures carried out in 2011 and 2013.

KEY WORDS.— Anthropogenic pressures, bird conservation, breeding productivity, nesting, military pressures, Bardenas Reales Natural Park (Spain).

INTRODUCCIÓN

El buitre leonado *Gyps fulvus* (Hablizl, 1783) es un ave del orden accipitriforme (familia *Accipitridae*), que junto al buitre negro (*Aegypius monachus*), el alimoche (*Neophron percnopterus*) y el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), forman el grupo de las consideradas aves del Viejo Mundo (DONÁZAR, 1993).

El buitre leonado adulto es una de las rapaces de mayor tamaño, con una longitud de entre 95 y 110 centímetros, una envergadura comprendida entre los 230 y los 265 centímetros, y una masa corporal de entre 6 y 9 kilogramos (SEO BIRDLIFE, 2008; DONÁZAR, 1993). Se caracteriza por tener la cabeza y el cuello con un plumaje corto, blanco, junto con un pico de color claro, afilado, que le permite extraer trozos de alimento del interior de los cadáveres, y una lengua acanalada que conduce el alimento rápidamente hacia el esófago (DONÁZAR, 1993). La especie se distribuye desde Asia Central hasta la península ibérica (MARTÍ y DEL MORAL, 2004). Las poblaciones españolas se encuentran concentradas en el noreste (valle del Ebro, Sistema Central, sierras prepirenaicas) y en zonas reducidas de Andalucía (DEL MORAL, 2010).

El ciclo reproductor es de casi un año. La hembra pone un solo huevo, de color blanco y con un peso comprendido entre los 227 y los 230 gramos (ELÓSEGI, 1989). La incubación del huevo se lleva a cabo por ambos progenitores, y aunque durante los primeros días la hembra asume

la mayor parte del trabajo, el macho progresivamente toma un papel más activo. Este período está estimado entre 54 y 58 días (FERNÁNDEZ, 1977; DONÁZAR, 1993). La climatología, junto con la depredación, conforman los factores naturales que determinan las variaciones en el éxito reproductor, ya que pueden afectar a la pérdida de huevos y de pollos (DONÁZAR, 1993).

El buitre leonado se encuentra estrechamente ligado a la actividad humana, ya que su principal fuente de alimento proviene de los cadáveres de ganado doméstico (DONÁZAR, 1993; MARGALIDA, 1997). Debido al alimento disponible y a la protección legal de la especie, la población de buitre leonado aumentó de forma considerable entre los años 1989 y 1999 (DEL MORAL y MARTÍ, 2001). Sin embargo, a partir del año 2000, con la aparición de la encefalopatía espongiforme bovina (BSE), las restricciones llevadas a cabo por la Unión Europea, que impedían el abandono de cadáveres en el campo, originaron una disminución del alimento que tuvo graves consecuencias para esta especie carroñera: se estancó el incremento poblacional, disminuyó el éxito reproductivo y aumentó la mortalidad en los juveniles (DONÁZAR y cols., 2009; ZUBEROGOITIA y cols., 2012). A partir del año 2003, un cambio en la legislación favoreció la recuperación de la especie mediante la deposición de cadáveres en muladares o en el campo para aquellos dedicados a la ganadería extensiva (MARGALIDA y cols., 2010). No obstante, en la actualidad el crecimiento poblacional del buitre leonado se encuentra estancado, además de ser una especie vulnerable a amenazas como el veneno, responsable de la muerte de numerosos individuos en las Bardenas Reales (DONÁZAR y cols., 2008), la colisión con tendidos eléctricos (DONÁZAR, 1993; FERRER y cols., 1991) y con aerogeneradores (ATIENZA y cols., 2011; DE LUCAS y cols., 2012), así como la falta de alimento (BERNY y cols., 2015). Los censos indican cerca de 24 609 a 25 541 parejas reproductoras, y 91 545 a 95 013 individuos (DEL MORAL, 2010).

Por todo lo anterior, resulta relevante estudiar el éxito reproductivo de la especie, con el fin de conocer el estado reproductivo y de conservación de la población de las Bardenas Reales de Navarra, así como su evolución en el tiempo, siendo este un enclave natural caracterizado por una actividad antrópica fuerte (alto grado de turismo, actividades militares cercanas

y una destacable tradición agrícola y ganadera). Otros estudios realizados previamente en los que se ha determinado gran diversidad y abundancia de aves, algunas de ellas protegidas, han impulsado la creación de una zona de especial protección de aves (ZEPA de El Plano – Blanca Alta), situada, a su vez, dentro del Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra. Por tanto, el objetivo planteado en este artículo (estudiar el éxito reproductivo de las parejas de buitre leonado asentadas en el Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra, basado en el nacimiento de pollos durante los meses de febrero a julio de 2017) es relevante en cuanto se refiere a la conservación de la especie en Navarra y comunidades colindantes como Aragón.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra, en el interior de una de las dos Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), El Plano – Blanca Alta. Esta área se divide en tres zonas: la Ralla (474 metros), el Rallón (493 metros) y Sanchicorrota (426 metros) (fig. 1). Dos de las tres zonas de estudio se dividieron en subzonas debido a la extensión de las mismas: Ralla C (centro), Ralla SE (sureste), Ralla SO (suroeste), Rallón S1 (sur 1) y Rallón S2 (sur 2). Las zonas de estudio se visitaron durante los meses de enero y febrero de 2017. Para ello se emplearon prismáticos Nikon Monarch 8 – 42X, marcando los nidos en fotografías realizadas *in situ*. Posteriormente, se procedió a la descripción de cada nido presente en cada una de las zonas estudiadas, indicando la altura y la orientación. La altura de los nidos se midió empleando un telémetro. Con el fin de corroborar y corregir dichas mediciones se utilizó el Sistema Territorial de Información de Navarra (SITNA), a partir de la localización de los nidos en diferentes ortofotos de Navarra a escala 1 : 5000, y con la ayuda del mapa topográfico de la Comunidad Foral. Se determinó la orientación de los nidos con la ayuda de una brújula digital.

Una vez detectados los nidos, se procedió a la visita, una vez por semana, durante los seis meses que permanecen los buitres en el nido (de

febrero a julio), con un telescopio terrestre, modelo Zeiss Victory Diascope 85T 20-75X, y los prismáticos utilizados para determinar la presencia de nidos, a una distancia superior a 300 metros del nido para evitar perturbaciones, empleando la metodología de FERNÁNDEZ y cols. (1998), OLEA y cols. (1999) y LÓPEZ-LÓPEZ y cols. (2004). Durante cada muestreo, se tomó nota de la presencia o de la ausencia del buitre adulto incubando, presencia de pollo (y su estado de desarrollo), tanto dentro como

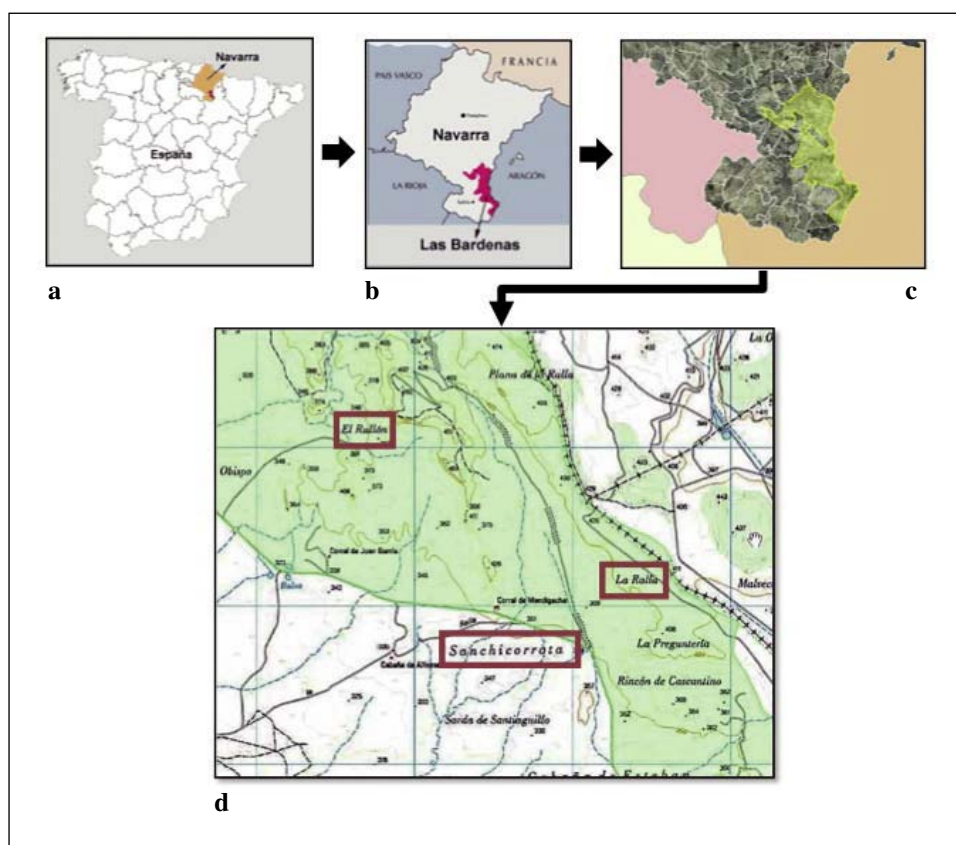


Fig. 1. Situación del área de estudio: *a*) mapa en el que se indica la ubicación geográfica de las Bardenas Reales de Navarra en España (fuente: Bardenas Reales de Navarra); *b*) mapa en el que se indica la ubicación geográfica de las Bardenas Reales de Navarra en la Comunidad Foral (fuente: Bardenas Reales de Navarra); *c*) ortofoto del año 2012. Escala 1 : 5000 en la que se aprecia la delimitación del Parque Natural de las Bardenas Reales (fuente: SITNA); *d*) mapa topográfico en el que se indican las tres zonas de estudio dentro de la delimitación de la ZEPA El Plano – Blanca Baja, escala 1 : 25 000.

fuera del nido. Se tuvieron en cuenta las perturbaciones, la presencia de otras aves necrófagas como el alimoche, la actividad agropecuaria (tractores, quema de rastrojos, entre otros), la actividad militar (vuelo de aviones o lanzamiento de explosivos), la presencia de turismo a pie y la afluencia de vehículos. Se empleó la escala de la tabla 1 para determinar la intensidad de las perturbaciones. Los datos climáticos se obtuvieron de la Estación Meteorológica Automática situada en la Loma Negra, perteneciente al Gobierno de Navarra.

Tabla 1. Escala de medición de intensidad de la perturbación, siendo 1 una frecuencia baja, y 10, muy elevada.

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-------------------------------|---|---|-------|-------|------------|-----------------------------|---------------------------|-------|-------|--------|-------|
| <i>Actividad militar</i> | – | Bombas (lejanas) / maniobras aéreas (lejanas) | | | | Aviones en zonas cercanas | Bombas + maniobras aéreas | | | | |
| <i>Actividad turística</i> | – | 1-10 | 11-20 | 21-30 | 31-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 | 71-80 | 81-99 | > 100 |
| <i>Presencia de vehículos</i> | – | 1-3 | 4-6 | 7-9 | 10-12 | 13-15 | 16-18 | 19-21 | 22-24 | 25-27 | > 28 |
| <i>Actividad agrícola</i> | – | Maquinaria trabajando lejos | | | | Maquinaria trabajando cerca | | | | | |
| <i>Presencia de alimoche</i> | – | Búsqueda del lugar de nidificación (lejano) | | | Incu-bando | Competencia interespecífica | | | | Ataque | |

La productividad se calculó mediante el cociente del número de pollos volados y el número de parejas detectadas (ARROYO y cols., 1990; DEL MORAL y MARTÍ, 2001; LÓPEZ-LÓPEZ y cols., 2004; DEL MORAL, 2010). Debido a su elevada movilidad, existe una gran dificultad para determinar si las parejas avistadas en los posaderos corresponden a buitres adultos ya avistados en otros lugares. Por ello, únicamente se tuvieron en cuenta aquellas parejas avistadas en diferentes nidos en un período corto de tiempo, lo que permite asegurar que se trata de parejas diferentes.

El éxito reproductivo se estimó a partir del cociente del número de pollos volados entre el número de parejas que han llevado a cabo la puesta en el último año (ARROYO y cols., 1990; DEL MORAL y MARTÍ, 2001; LÓPEZ-LÓPEZ y cols., 2004; DEL MORAL, 2010).

Las fórmulas citadas para llevar a cabo estos cálculos son:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{n.º de pollos volados}}{\text{n.º de parejas detectadas}} \times 100$$

$$\text{Éxito reproductivo} = \frac{\text{n.º de pollos volados}}{\text{n.º de parejas con puesta}} \times 100$$

Los datos obtenidos, correspondientes al año 2017, se compararon con los obtenidos por la Comunidad de Bardenas Reales, entre los años 2008 y 2016. Para realizar este análisis comparativo fue necesario calcular el éxito reproductivo de cada una de las zonas y subzonas de estudio para los diferentes años. Para las subzonas, se realizó una comparación por pares de años de los valores mediante estadística paramétrica (t-Student) o no paramétrica (U de Mann-Whitney) dependiendo de la normalidad de los datos. Los análisis se realizaron en el programa PAST (Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis) (HAMMER y cols., 2001).

La base de datos de la Comunidad de las Bardenas Reales se empleó para realizar el análisis de la ocupación de las buitreras en los últimos diez años. Esta base de datos permitió determinar las zonas en donde el buitre leonado ha nidificado durante estos años con mayor o menor frecuencia, y compararlos entre ellos.

RESULTADOS

Muestreos de las buitreras

Durante el período de nidificación se detectaron 38 nidos: 25 en la zona de la Ralla (7 en la Ralla C, 12 en la Ralla SO y 6 en la Ralla SE), 12 en el Rallón (10 en el Rallón S1 y 2 en el Rallón S2) y 1 en el cabezo de Sanchicorrota.

La tabla II muestra la relación de nidos abandonados y sus características (altura, orientación y ubicación en el cortado), en función de las condiciones meteorológicas y antropogénicas. Los días 6 de abril y 17 de mayo se produjo el máximo abandono de nidos (tres nidos cada día).

Tabla II. Nidos abandonados, características y perturbaciones en las tres zonas estudiadas del Parque Nacional de Bardenas Reales de Navarra.

| | Nido | Día | Ubicación | Orientación | Altura (m) | Actividad militar | Turismo | Vehículos | Actividad agrícola | Alimoche | Clima |
|---------------|------|-------|-------------|-------------|------------|-------------------|---------|-----------|--------------------|----------|---------------------------|
| Railla C | 1 | 08/01 | Erosionable | O | 70 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Cierzo (32) |
| | 9 | 27/04 | Resguardo | SO | 62 | 0 | 3 | 1 | 0 | 6 | Cierzo (43) |
| Railla SO | 1 | 28/02 | Erosionable | SO | 70 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | Cierzo (28) |
| | 3 | 06/04 | Erosionable | SO | 62 | 5 | 4 | 2 | 0 | 5 | Cierzo (46) |
| | 26 | 06/04 | Expuesto | O | 57 | 5 | 4 | 2 | 0 | 5 | Cierzo (46) |
| | 11 | 17/05 | Cavidad | SE | 62 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | Cierzo (24) |
| | 21 | 17/05 | Resguardo | O | 58 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | Cierzo (24) |
| Railla SE | 19 | 10/03 | Cavidad | O | 55 | 5 | 8 | 5 | 0 | 0 | — |
| | 8 | 17/05 | Cavidad | O | 60 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | Cierzo (24) |
| | 6 | 15/06 | Resguardo | O | 57 | 0 | 4 | 1 | 0 | 6 | Aumento de la temperatura |
| Sanchicorrota | 3 | 14/04 | Resguardo | SO | 72 | 0 | 10 | 8 | 0 | 5 | — |
| Raillón SI | 18 | 23/03 | Erosionable | SO | 43 | 0 | 6 | 4 | 0 | 0 | Bajada de la temperatura |
| | 14 | 29/03 | Resguardo | SO | 83 | 8 | 8 | 6 | 0 | 4 | — |
| | 15 | 06/04 | Expuesto | SO | 86 | 5 | 4 | 2 | 0 | 5 | Cierzo (46) |
| | 11 | 14/04 | Expuesto | SO | 88 | 0 | 10 | 8 | 0 | 5 | — |

Cálculo de productividad y éxito reproductivo

Se detectaron 23 nidos en los que los juveniles volaron. La productividad fue del 60,5% y el éxito reproductivo del 62,2%. Los valores analizados por zonas fueron mayores en el Rallón (P = 66,7%; ER = 66,7%) que en la Ralla (P = 60%; ER = 62,5%). En Sanchicorrota los resultados son del 0%, debido a la ausencia de pollos volados. Respecto a las subzonas, destaca el Rallón S2, con una productividad y un éxito reproductivo del 100%, junto con la Ralla C, con valores inferiores al anterior pero elevados en comparación con el resto (P = 71,4% y ER = 83,3%). La Ralla SE presenta los valores más bajos, siendo ambos del 50% (tabla III).

Tabla III. Productividad (P) y éxito reproductivo (ER) en las zonas y subzonas estudiadas del Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra.

| | <i>P (%)</i> | <i>ER (%)</i> |
|----------------------|--------------|---------------|
| <i>Ralla C</i> | 71,4 | 83,3 |
| <i>Ralla SO</i> | 58,3 | 58,3 |
| <i>Ralla SE</i> | 50 | 50 |
| <i>Total Ralla</i> | 60 | 62,5 |
| <i>Sanchicorrota</i> | 0 | 0 |
| <i>Rallón S1</i> | 60 | 60 |
| <i>Rallón S2</i> | 100 | 100 |
| <i>Total Rallón</i> | 66,7 | 66,7 |
| Total | 60,5 | 62,2 |
| España (2008) | 62 | 67 |

Comparativa del éxito reproductivo

El éxito reproductivo del buitre leonado desde 2008 hasta 2017 muestra un incremento generalizado en su valor total, siendo máximo en 2014 (90,5%; fig. 2). En cuanto a las zonas, tanto la Ralla como el Rallón presentan valores máximos del 100% en diferentes años (la Ralla, 2011; el Rallón, 2012 y 2016). El Rallón presenta una evolución muy positiva, pasando de un éxito reproductivo del 0% en 2008 y 2009 a más del 60% en los últimos seis años de este estudio.

En cuanto a las subzonas, el sector con mayor éxito reproductivo es la Ralla SO, con valores superiores al 50% y un éxito reproductivo del 100%

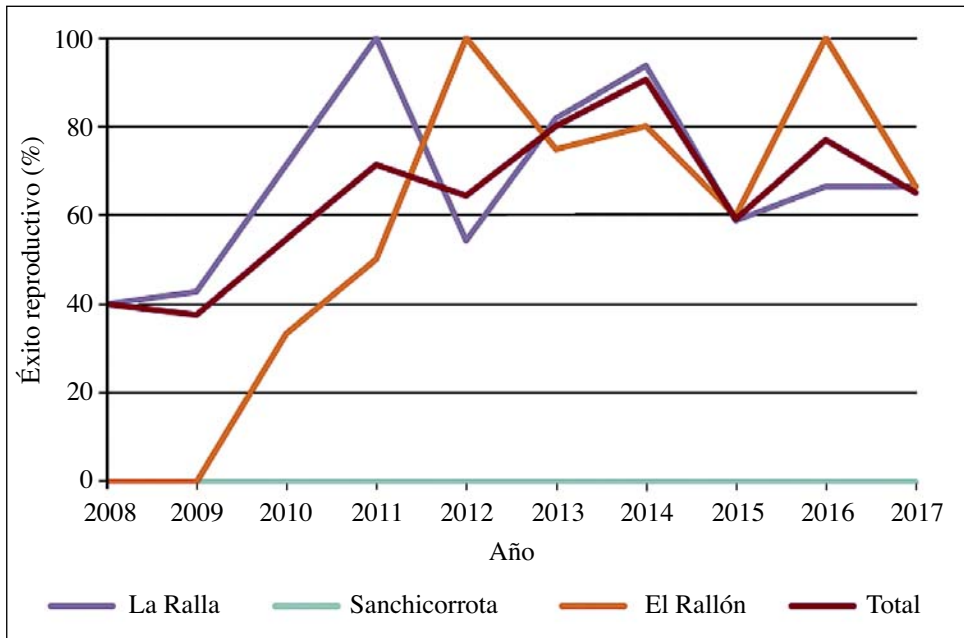


Fig. 2. Éxito reproductivo durante el período 2008-2017 en las zonas y subzonas estudiadas del Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra.

en varios años (2008, 2010, 2011 y 2013). Le sigue por la Ralla C, con valores superiores al 50% en todos los años, excepto en 2008, y consiguiendo dos años valores del 100% (2011 y 2014). Por último, la Ralla SE, con un éxito reproductivo bajo (0%) en los años 2008-2012, presentó valores superiores al 60% en años recientes. En la subzona Rallón S1 se encontró el mayor éxito reproductivo de esta zona. En el caso de Sanchicorrota, el éxito reproductivo es del 0% en todos los años estudiados (fig. 2).

Los análisis estadísticos mostraron que las medias de éxito reproductivo son estadísticamente similares en todas las subzonas, con excepción de los años 2009 y 2016 ($p < 0,05$).

Estudio de la ocupación de las buitreras

En la figura 3 se observa la evolución de los nidos de buitre estudiados desde 2008 hasta 2017. Los resultados muestran una evolución positiva,

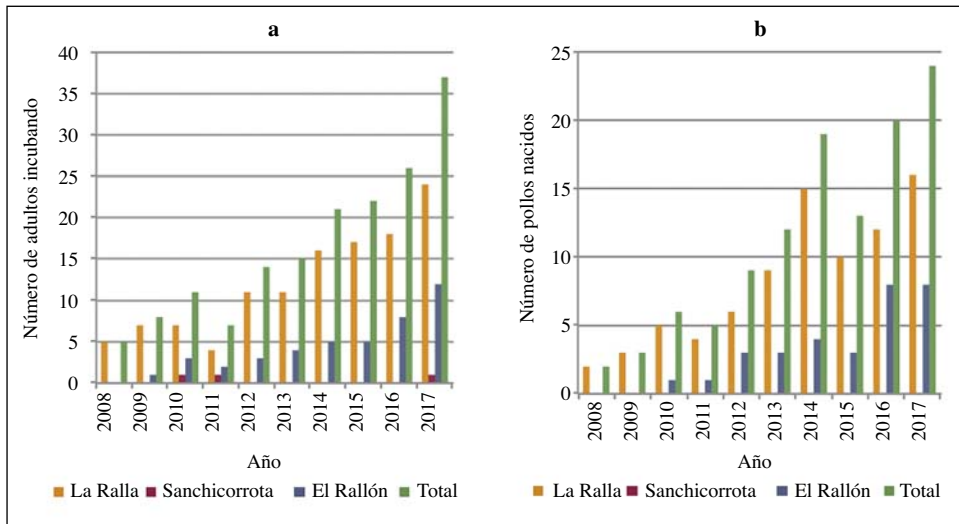


Fig. 3. a) Evolución del número de adultos incubando a lo largo de los años; b) evolución del número de nacimientos de pollos a lo largo de los años, en las zonas y subzonas estudiadas del Parque Nacional de las Bardenas Reales de Navarra.

pues se alcanza un valor máximo de 37 nidos ocupados en 2017 (fig. 3). Se aprecia un crecimiento elevado entre los años 2011, 2012, 2013 y 2014, con un aumento de siete y seis nidos. Los valores mínimos se producen en el año 2008, ya que únicamente se construyen cinco nidos entre las tres zonas. A excepción del año 2011, en todos los años se produce un incremento del número de nidos (fig. 3).

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Análisis de los factores de presión de los nidos

Actividad antropogénica

El estudio realizado por DONÁZAR y CORTÉS-AVIZANDA (2014) en las Bardenas Reales de Navarra calcula una distancia de huida de 200 metros frente a personas caminando y casi nula frente a vehículos motorizados vacíos o en los que no es perceptible la presencia humana (permanecen dentro del vehículo sin realizar perturbaciones acústicas), para el buitre leonado. Desde 2011 en las Bardenas Reales de Navarra, durante la época de cría, para favorecer el éxito de las especies rupícolas, se restringió el acceso

a varios caminos y senderos debido a su cercanía con los lugares de nidificación, pudiendo generar molestias en las aves, cuando más crítico es el abandono del nido (DONÁZAR y CORTÉS-AVIZANDA, 2014). Sin embargo, los resultados muestran que durante la época de cría se produjo un alto uso de estos senderos, además de una intensa actividad militar (tabla II). Cabe destacar que las zonas de la Ralla y el Rallón son dos de los lugares más transitados por los turistas a pie dentro del entorno del Parque Natural (FUNDACIÓN INTERUNIVERSITARIA FERNANDO GONZÁLEZ BERNÁLDEZ y EUROPARC-España, 2015).

Climatología

En las Bardenas Reales, como en todo el valle del Ebro, son frecuentes los vientos fríos y fuertes con velocidades superiores a 20 km/h y dirección noroeste denominados *cierzo* (ELÓSEGUI y URSÚA, 1990; COMUNIDAD DE LAS BARDENAS REALES DE NAVARRA, 2017). Este fenómeno afecta fuertemente a los nidos orientados al sur y puede provocar un enfriamiento repentino del pollo. Por otra parte, en esta zona también es frecuente la existencia de vientos cálidos con dirección sureste, denominados *bochorno* que pueden producir un sobrecalentamiento en épocas en las que el pollo es más vulnerable (ELÓSEGUI y URSÚA, 1990; COMUNIDAD DE LAS BARDENAS REALES DE NAVARRA, 2017). Por ello, aquellos nidos con orientaciones expuestas al viento pueden tener temperaturas estresantes para el desarrollo del polluelo.

Características naturales de los nidos (ubicación en el cortado, altura y orientación)

Se ha observado que la mayoría de los nidos se encuentran orientados en direcciones desfavorables debido a la geomorfología de los cortados y a la disponibilidad de oquedades y repisas, por lo tanto, el éxito de los nidos dependerá de su ubicación dentro del cortado, ya que aquellos situados en zonas más resguardadas, en cavidades u oquedades de la pared, tendrán mayor posibilidad de desarrollo. A este factor se le suma la gran capacidad de erosión del terreno, que puede potenciar la destrucción de aquellos nidos situados en zonas con una ligera pendiente o expuestas de forma directa a las lluvias torrenciales (LÓPEZ-LÓPEZ y cols., 2004). No se ha encontrado una clara relación entre presencia de nidos y altura, ya que existe una gran

variedad en los nidos abandonados cuyas alturas son muy variables, lo que coincide con lo reportado en otros estudios (GARCÍA-RIPOLLÉS y cols., 2005).

Análisis de la ocupación de buitreras y posibles causas del abandono

Los resultados obtenidos muestran una elevada tasa de abandono (15 nidos). Al inicio de la incubación tuvo lugar el abandono de tres nidos (dos en febrero y uno en marzo). Este hecho puede deberse a dos causas naturales: a) la elevada fragilidad del pollo durante su desarrollo embrionario en el interior del huevo, dando lugar a la muerte del embrión si se enfría o b) el abandono definitivo o temporal del adulto, pudiendo suponer la muerte del embrión (DONÁZAR y CORTÉS-AVIZANDA, 2014). Estos tres nidos presentaban una orientación suroeste y oeste, una altura de entre 55 y 70 metros y una ubicación en cavidad resguardada de la lluvia pero no del viento, y otros dos localizados en zonas erosivas; las condiciones climáticas no fueron especialmente extremas durante dicho período, aunque se observó la presencia de viento noroeste (8 de enero, 32,2 km/h; 28 de febrero, 27,6 km/h), por lo que no se puede descartar la climatología como factor de presión. Sin embargo, la presencia de un nutrido grupo de turistas el 10 de marzo pudo provocar el abandono de uno de los nidos.

El máximo abandono de nidos se detectó durante los días comprendidos entre el 23 de marzo y el 17 de mayo, ya que en ese período se produjo una desocupación de 11 nidos. Esto coincide con otros estudios que indican que durante este período se solapan la fragilidad del huevo y la del pollo recién nacido, que no es capaz de regular su temperatura corporal (DONÁZAR y CORTÉS-AVIZANDA, 2014). El nido abandonado el 23 de marzo presentó una orientación al suroeste, una altura de 43 metros y estaba localizado en una hendidura completamente expuesta a la acción erosiva de la lluvia. El día del abandono cabe destacar la presencia de turistas a pie a menos de 300 metros del Rallón y el descenso de la temperatura de aproximadamente 9 °C (13,1 °C, 16 de marzo; 4,2 °C, 23 de marzo). Entre el 29 de marzo y el 6 de abril, se abandonaron cuatro nidos. De ellos, tres presentaban una orientación desfavorable al suroeste y dos al sureste una altura muy variable (56 a 86 metros) y estaban expuestos a la erosión, a las inclemencias climáticas y solo uno de ellos situado en una cavidad. La actividad militar del 29 de marzo fue

muy alta, con un valor de 8, que hace referencia a la presencia de maniobras con aviones de combate muy cercanos a las zonas de estudio, junto con la presencia de turistas a pie a menos de 200 metros de la Ralla (tabla II). Además, para el día 6 de abril, la velocidad media del viento fue muy alta y fría, de casi 46 km/h con dirección noroeste.

El único nido presente en el cabezo de Sanchicorrota fue abandonado el día 14 de abril, durante la Semana Santa, comprendida entre el 13 y el 17 de abril. La principal causa del abandono pudo ser la presencia de turistas en zonas muy cercanas a los lugares de anidamiento de las aves. El informe emitido por la Comunidad de Bardenas Reales de Navarra (2017) muestra una afluencia de 1170 visitantes el 14 de abril, con una estimación total de 11 600 personas durante este período festivo. En este día se observó una elevada presencia de turistas en las zonas de estudio, que ascendían en peregrinación por un sendero que facilita el ascenso al cabezo de Sanchicorrota. Durante este período, también fue abandonado uno de los nidos de la zona del Rallón S1, con orientación suroeste, una altura de 88 metros y situado en una repisa completamente expuesto a las perturbaciones externas. Del mismo modo, durante el muestreo, se observaron un alto número de grupos de turistas en los senderos citados anteriormente, entre ellos, los que circulan por la punta del Rallón. Este hecho podría corroborar las observaciones de DONÁZAR y CORTÉS-AVIZANDA (2014), en las que se concluye que la principal causa de abandono de los nidos es la presencia humana a pie, es decir, la silueta del hombre potenciada por su voz.

El período de incubación finalizó el 27 de abril en la zona de muestreo, coincidiendo con las fechas indicadas para la península ibérica (enero-abril) (XIROUCHAKIS, 2010). En este día, el viento fue de 43 km/h con dirección noroeste y un nido fue abandonado. Dicho nido presentaba una orientación desfavorable al suroeste, una altura de 62 metros y una posición resguardada de la lluvia pero no del viento. La ausencia de perturbaciones externas importantes permite concluir que el cierzo pudo ser la principal causa de abandono. A partir de este momento, entre el 4 y el 17 de mayo, se observó una mortalidad de tres polluelos. A pesar de la existencia de cierzo moderado (17 de mayo; 23,7 km/h), estos nidos presentaban una orientación oeste, una altura muy similar (58, 57 y 60 metros, respectivamente) y una localización favorable en cuevas o en repisas a resguardo de la lluvia,

por lo que las causas del abandono probablemente se encuentran ligadas a factores antrópicos. Este hecho permite determinar que es posible que la actividad militar esté influyendo negativamente en la nidificación, ya que durante estos días (10 de mayo), se detectó una actividad muy elevada con lanzamiento de bombas y maniobras aéreas. Estas acciones militares han mostrado ser nocivas para la nidificación de otras especies, como ocurre en la base de Fort Hood (Texas), en la que se ha observado un descenso en la distribución del cuervo americano (*Corvus brachyrhynchos*) en áreas con una intensa actividad militar, favoreciendo el desarrollo del cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*) (BARRON y cols., 2012).

El abandono del último nido se produjo el 15 de junio, cuando la mayoría de los pollos habían cambiado su plumaje parcial o totalmente, y son más fuertes ante las amenazas (DONÁZAR, 1993). Este último nido se situaba en la zona de la Ralla SE y el desarrollo del pollo era favorable, ya que poseía plumaje de pollo juvenil, por lo que esta muerte resulta atípica. El nido presentaba orientación oeste, una altura de 57 metros y una posición favorable al resguardo de la lluvia, pero no del viento. Este fracaso probablemente fue producto de la actividad humana, que incitó a que el pollo intentase volar sin que las plumas alares estuviesen desarrolladas completamente.

Productividad (P) y éxito reproductivo (ER)

Los resultados obtenidos (tabla III), muestran una productividad (60,5%) y un éxito reproductivo (62,2%) de la zona de estudio inferior a los datos del último censo llevado a cabo en España (P = 62%) y bastante superior a los valores relativos a Navarra, en los que se estima una productividad del 47% (FERNÁNDEZ y AZKONA, 2009).

El análisis por zonas muestra unos resultados superiores en el Rallón (P = 66,7% y ER = 66,7%) que en la Ralla (P = 60% y ER = 62,5%), siendo nulos en la zona de Sanchicorrota, ya que todavía no ha sido posible el desarrollo de un nido en la misma. Los resultados obtenidos para el Rallón presentan valores de productividad superiores a los españoles y un éxito reproductivo similar a los datos de España, calculados en el censo de 2008. En cuanto a las subzonas, el Rallón S2 (P = 100% y ER = 100%) y la Ralla C (P = 71,4% y ER = 83,3%) son los únicos que superan los valores

reportados para España (DEL MORAL, 2010; SALVADOR, 2016), en ambos casos, los nidos se encuentran más separados que en el resto de zonas o existen barreras que impiden la conexión entre ellos. Por el contrario, en la Ralla SE, donde los resultados obtenidos son los más bajos ($P = 50\%$ y $ER = 50\%$), los nidos se encuentran muy cercanos y conectados entre sí. Estos resultados concuerdan con otros estudios en los que se ha detectado una correlación negativa entre la distancia de los nidos y su éxito reproductivo (LÓPEZ-LÓPEZ y cols., 2004).

Éxito reproductivo (2008-2017)

Los resultados relativos a los éxitos reproductivos desde 2008 a 2017 (fig. 2) reflejan su aumento; esto puede ser debido a las mejoras producidas mediante la creación de las áreas de mitigación de impacto (*buffers*) que restringen el paso en las zonas de anidamiento desde el año 2011 (BARDENAS REALES DE NAVARRA, 2017). Estas mejoras se potenciaron con la instalación de puntos de información móviles, situados en dos lugares alrededor de la carretera perimetral, con material interactivo sobre las aves nidificantes, con prismáticos y telescopios para mostrar los nidos a los visitantes entre los años 2013 y 2016 (FUNDACIÓN INTERUNIVERSITARIA FERNANDO GONZÁLEZ BERNÁLDEZ y EUROPARC-España, 2015). En este período se observa un incremento del éxito reproductivo, a excepción del año 2015, y un descenso en este último año (2017), en el que no se colocaron los citados puntos de información móviles.

A lo largo del período comprendido entre 2008 y 2017, el éxito reproductivo es mayor en la zona de la Ralla (media del 67,7%) que en el resto de zonas, seguido por el Rallón (media del 56,5%) y, por último, Sanchicorrota (media del 0%). Durante los primeros años de colonización de nuevos lugares se observa un éxito reproductivo más bajo que en años posteriores debido, posiblemente, a que los individuos que colonizan un espacio son individuos más jóvenes, con un éxito reproductivo menor debido a su madurez sexual (OLEA y cols., 1999). Los valores de éxito reproductivo observados en la zona del Rallón muestran la efectividad de las medidas de conservación llevadas a cabo por la Comunidad de las Bardenas Reales. A partir del año 2011, se aprecia un éxito reproductivo muy superior a los valores producidos en años anteriores (0% para 2008 y 2009; 33,3% para 2010). En

este caso, se produce una ocupación de los lugares de nidificación que demuestra una colonización lenta y progresiva de la especie en este cabezo.

Ocupación de las buitreras

La evolución de las buitreras a lo largo de los años muestra cómo se han visto favorecidas por la creación de las citadas áreas de mitigación (fig. 3). En 2011 no se observan mejoras producidas por las restricciones de acceso, de hecho el número de nidos es bastante inferior al de 2010; en este caso sería necesario analizar el cumplimiento de esta medida y el resto de los factores externos. Por el contrario, en el año 2012 las mejoras dieron resultado positivo, ya que el número de nidos se duplica frente a 2011. Para el año 2013 se instauraron puntos de información que permitieron concienciar a los turistas de la importancia del cumplimiento de las restricciones. Del mismo modo que la medida anterior, los resultados de estas acciones comienzan a hacerse notables para el año 2014, con un aumento de seis nidos. El número de buitreras se ha incrementado considerablemente en este último año en el que no se han colocado los *stands* informativos hasta los 38 nidos, aunque se ha observado una reducción, citada anteriormente, en el éxito reproductivo.

La efectividad de las medidas anteriores se puede analizar mediante el análisis de la ocupación de los nidos y el éxito reproductivo a lo largo de los años. En los años 2011 y 2013 las medidas de conservación llevadas a cabo no reflejaron un aumento en la ocupación de los nidos, pero sí mostraron el incremento del éxito reproductivo. Por el contrario, en 2017 la cantidad de nidos ocupados ha sido superior a pesar de la ausencia de puntos de información, pero el éxito reproductivo ha sufrido un descenso del 12% frente a 2016.

Los resultados muestran una evolución positiva de las buitreras de la zona, ya que, con alguna excepción, se produce un aumento de las zonas ocupadas y cada año la colonización de otras es superior. Como se ha citado anteriormente, la colonización de nuevas parejas se ve potenciada por la colonialidad de la especie. Una vez establecidas las primeras parejas, la aparición de nuevas buitreras es progresiva, relacionada con el carácter social de la especie (MATEO-TOMÁS y OLEA, 2011).

En síntesis, la nidificación y el éxito reproductivo del buitre en el Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra presentan un buen estado, así como la colonización de nuevos cortados como Sanchicorrotá. No obstante, los resultados han mostrado la fragilidad del éxito reproductivo (abandono de nidos) si se mantienen presiones antrópicas como la actividad militar y la presencia humana cercana a los nidos durante el período de nidificación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARROYO, B., E. FERREIRO y V. GARZA (1990). *II Censo Nacional de buitre leonado (Gyps fulvus): población, distribución, demografía y conservación*. ICONA. Madrid.
- ATIENZA, J. C., I. MARTÍN FIERRO, O. INFANTE, J. VALLS y J. DOMÍNGUEZ DEL VALLE (2011). *Directrices para la evaluación del impacto de los parques eólicos en aves y murciélagos (versión 3.0)*. SEO / BirdLife. Madrid.
- BARRON, D. G., P. J. WEATHERHEAD, J. D. BRAWN, L. K. BUTLER y L. M. ROMERO (2012). Effects of Military Activity on Breeding Birds. *Journal of Wildlife Management*, 76: 911-918.
- BERNY, P., L. VILAGINES, J. M. CUGNASSE, O. MASTAIN, J. Y. CHOLLET, G. JONCOUR y M. RAZIN (2015). Vigilance poison: Illegal poisoning and lead intoxication are the main factors affecting avian scavenger survival in the Pyrenees (France). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 118: 71-82.
- COMUNIDAD DE BARDENAS REALES DE NAVARRA (2017). *Afluencia de visitantes al Parque Natural y Reserva de la Biosfera de Bardenas Reales en Semana Santa 2017*. Recuperado el 30-10-2017, a partir de <<https://www.bardenasreales.es/noticias.php?id=372>>.
- DE LUCAS, M., M. FERRER, M. J. BECHARD y A. R. MUÑOZ (2012). Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation*, 147: 184-189.
- DEL MORAL, J. C. (2010). *El buitre leonado en España: población reproductora en 2008 y método de censo*. SEO / BirdLife. Madrid.
- DEL MORAL, J. C., y R. MARTÍ (2001). *El buitre leonado en la península ibérica: III Censo Nacional y I Censo Ibérico coordinado, 1999*. SEO / BirdLife. Madrid.
- DONÁZAR, J. A. (1993). *Los buitres ibéricos: biología y conservación*. Aranzadi. San Sebastián.
- DONÁZAR, J. A., A. CORTÉS-AVIZANDA, E. ARRONDO, D. SERRANO, O. CEBALLOS y A. URMENETA (2008). Sobre turismo, veneno y alimoches en Bardenas Reales. *Quercus*, 371: 64-65.
- DONÁZAR, J. A., y A. CORTÉS-AVIZANDA (2014). *Caracterización de la entrada de visitantes y efectos de la presencia de personas en poblaciones de rapaces*. Bardenas

- Reales. Gobierno de España. Sevilla. Recuperado a partir de <http://www.bardenasreales.es/participacion_ciudadana.html>.
- DONÁZAR, J. A., A. MARGALIDA y D. CAMPIÓN (2009). *Vultures, Feeding Stations and Sanitary Legislation: A Conflict and Its Consequences from the Perspective of Conservation Biology*. Aranzadi. San Sebastián.
- ELÓSEGUI, I. (1989). Vautour fauve (*Gyps fulvus*), Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*), Percnoptère d'Égypte (*Neophron percnopterus*): Synthèse bibliographique et recherches. CBEA (*Acta Biologica Montana*. Série Documents de travail, 3). Pau.
- ELÓSEGUI, J., y C. URSÚA (1990). *Las Bardenas Reales*. Gobierno de Navarra. Pamplona. Recuperado a partir de <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=83615>>.
- FERNÁNDEZ, J. A. (1977). Comportamiento del buitre leonado (*Gyps f. fulvus*) en nido. *Ardeola*, 22: 29-54.
- FERNÁNDEZ, C., y P. AZKONA (2009). El buitre leonado en Navarra. En J. C. del Moral (ed.), *El buitre leonado en España: población reproductora en 2008 y método de censo*. SEO / BirdLife. Madrid.
- FERNÁNDEZ, C., P. AZKONA y J. A. DONÁZAR (1998). Density-dependent effects on productivity in the Griffon Vulture *Gyps fulvus*: The role of interference and habitat heterogeneity. *Ibis*, 140: 64-69.
- FERRER, M., M. DE LA RIVA y J. CASTROVIEJO (1991). Electrocutation of Raptors on Power Lines in Southwestern Spain. *Journal of Field Ornithology*, 62: 181-190.
- FUNDACIÓN INTERUNIVERSITARIA FERNANDO GONZÁLEZ BERNÁLDEZ y EUROPARC-ESPAÑA (2015). *Estudio sobre la capacidad de acogida de uso público del Parque Natural de las Bardenas Reales de Navarra*. Madrid. Recuperado a partir de <https://www.bardenasreales.es/notificacion.php?id=39>
- GARCÍA-RIPOLLÉS, C., P. LÓPEZ-LÓPEZ, F. GARCÍA-LÓPEZ, J. M.^a AGUILAR y J. VERDEJO (2005). Modelling nesting habitat preferences of Eurasian Griffon Vulture *Gyps fulvus* in eastern Iberian Peninsula. *Ardeola*, 52: 287-304.
- HAMMER, Ø., D. A. T. HARPER y P. D. RYAN (2001). Past: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 19-20.
- LÓPEZ-LÓPEZ, P., C. GARCÍA-RIPOLLÉS y J. VERDEJO (2004). Population Status and Reproductive Performance of Eurasian Griffons (*Gyps fulvus*) in Eastern Spain. *Journal of Raptor Research*, 38: 350-356.
- MARGALIDA, A. (1997). Consumición de pequeños cadáveres por parte de buitres leonados (*Gyps fulvus*) en Cataluña (NE España). *Butlletí del Grup Català d'Anellament*, 14: 55-57.
- MARGALIDA, A., Í. ZUBEROGOITIA, J. E. MARTÍNEZ, I. GÓMEZ, J. A. MARTÍNEZ y A. AZKONA (2010). Reduced food availability induces behavioural changes in Griffon Vulture *Gyps fulvus*. *Ornis Fennica*, 87: 52-60.

- MARTÍ, R., y J. C. DEL MORAL (2004). *Atlas de las aves reproductoras de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales. Madrid.
- MATEO-TOMÁS, P., y P. OLEA (2011). The importance of social information in breeding site selection increases with population size in the Eurasian Griffon Vulture *Gyps fulvus*. *Ibis*, 153: 832-845.
- OLEA, P., J. GARCÍA y J. FALAGÁN (1999). Expansión del buitre leonado *Gyps fulvus*: tamaño de la población y parámetros reproductores en un área de reciente colonización. *Ardeola*, 46: 81-88.
- SALVADOR, A., y M. B. MORALES (eds.) (2016). *Enciclopedia virtual de los vertebrados españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Madrid. Recuperado el 10-9-2017, a partir de <<http://www.vertebradosibericos.org/>>.
- SEO / BirdLife (2008). *Enciclopedia de las aves de España*. SEO / BirdLife. Madrid. Recuperado el 30 de octubre de 2017, a partir de <https://www.seo.org/ave/buitre-leonado/>
- XIROUCHAKIS, S. M. (2010). Breeding biology and reproductive performance of Griffon Vultures *Gyps fulvus* on the island of Crete (Greece). *Bird Study*, 57: 213-225.
- ZUBEROGOITIA, Í., J. A. GONZÁLEZ-OREJA, J. E. MARTÍNEZ, J. ZABALA, I. GÓMEZ y P. LÓPEZ-LÓPEZ (2012). Foraging movements of Eurasian griffon vultures (*Gyps fulvus*): Implications for supplementary feeding management. *European Journal of Wildlife Research*, 59: 421-429.