

VIDEOCÁMARAS PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA NIDIFICACIÓN DEL QUEBRANTAHUESOS (*GYPAETUS BARBATUS*)

ANTONI MARGALIDA¹, JENNIFER BOUDET¹, RAFAEL HEREDIA²
Y JOAN BERTRAN¹

RESUMEN

El presente artículo describe un sistema de monitorización con videocámaras y su metodología de instalación, utilizada para un estudio de la biología de la reproducción del quebrantahuesos. La selección de las parejas se llevó a cabo teniendo en cuenta criterios orográficos (accesibilidad de los nidos y proximidad a pistas o carreteras) y de conocimiento de sus parámetros reproductivos (nidos, fenología y productividad). Para minimizar las molestias, garantizar la aceptación del sistema y prevenir un posible cambio de nido, los equipos fueron instalados durante la prepuesta de la especie (octubre-noviembre). El tiempo medio invertido para su instalación fue de 3.5 h (n = 3). Los dos equipos utilizados durante el estudio fueron aceptados por las aves que visitaron los nidos en un intervalo de tiempo inferior a 5 días después de su instalación. Ninguna de las aves mostró aparentemente un comportamiento de rechazo o nerviosismo que estuviera relacionado con la presencia de la cámara. Los problemas detectados más habituales fueron la condensación y el desplazamiento del punto de enfoque como consecuencia del movimiento de la cámara. Se consiguió documentar los aspectos y objetivos propuestos inicialmente. A raíz de los resultados preliminares obtenidos la metodología utilizada parece ser correcta. Las ventajas de utilización de este tipo de sistemas en el estudio de esta y otras rapaces rupícolas parecen ser mayores que los inconvenientes, por lo que se sugieren recomendaciones para su aplicación.

Palabras clave: biología reproductora, *Gypaetus barbatus*, monitorización, Quebrantahuesos, videocámaras.

SUMMARY

The present paper describes a monitoring system with video-cameras, and the methodology used to install these, as part of a research project on the reproductive biology of the Bearded Vulture. Breeding pairs were selected according to the physical characteristics of the nesting site (accessibility to the eyrie, proximity to roads or tracks) and to the breeding track record of the specific pair (pairs with a well-known breeding phenology, as well as a high reproductive success). In order to keep disturbance to a minimum, increase acceptance of the system and allow for a possible change of nest site, the equipment was installed during the species' pre-laying period (October -

¹Grupo de Estudio y Protección del Quebrantahuesos. Apdo. 43. - 25520 EL PONT DE SUERT (Lleida). margalida@gauss.entorno.es

²Camino del Túnel s/n. - 33203 SOMIÓ (Gijón). r.heredia@wanadoo.es

Recibido: 17.12.2001

Aceptado: 14.02.2002

November). It took a mean of 3.5 h ($n = 3$) to install the equipment in each nest. Both of the nests on which this account is based were revisited by the adult birds less than 5 days after the equipment was installed. None of the birds showed any behaviour that could reveal rejection or anxiety linked to the presence of the camera. The problems that occurred most frequently were air condensation on the camera lens and a displacement of the focus point caused by a small movement of the camera. However, the study could be finalised successfully as all the aspects originally planned could be documented and all the objectives could be achieved. From the results obtained it is obvious that the methodology used for the installation of the equipment was the correct one and that previously unknown data on the species' biology and behaviour could be obtained as expected. This means that there is a positive balance in the use of this type of technique for the study of this and other cliff-nesting raptor species.

Key words: bearded vulture, breeding biology, *Gypaetus barbatus*, monitoring, video-recorder camera.

INTRODUCCION

La obtención de datos detallados sobre la biología reproductora de rapaces rupícolas es dificultosa por las obvias limitaciones que el sustrato de nidificación impone (paredes inaccesibles) y la sensibilidad del periodo reproductor a cualquier tipo de molestias. Algunos aspectos de la biología reproductora de estas especies (por ejemplo, fecha de puesta, tamaño de la puesta, asincronía de puesta y eclosión o dieta) no son muy abundantes en la bibliografía y la mayoría de los datos procede de la información obtenida en los centros de cría en cautividad o a través de métodos indirectos (por ejemplo, determinación de la dieta a través de los restos o egagrópilas encontradas en los nidos). Si además la especie se encuentra amenazada, las prioridades de conservación priman en evitar cualquier tipo de molestia o actividad humana en las proximidades de los sectores de nidificación. Esto conlleva que falte información importante que puede ser fundamental para mejorar el manejo y conservación de la especie. En este escenario se encuentra el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*). Esta especie nidifica en los Pirineos en cortados rocosos situados entre los 700 y 2200 m (HEREDIA 1991b). Se trata de una especie incluida en *peligro de extinción* (BLANCO & GONZALEZ 1990) como consecuencia de la fuerte regresión que sufrieron sus poblaciones durante la segunda mitad del

siglo XIX y primera del XX (HIRALDO *et al.* 1979). Actualmente en Europa se distribuye además del pirineo español, en el pirineo francés, Alpes (tras su reintroducción en 1986), Córcega y Creta (TERRASSE 2001). Recientemente se han abordado aspectos de su comportamiento durante la reproducción (MARGALIDA *et al.* 1997; BERTRAN & MARGALIDA 1999; MARGALIDA & BERTRAN 2000 a, b; MARGALIDA *et al.* 2001; MARGALIDA & BERTRAN 2002; MARGALIDA *et al.* in press) o la dieta de la especie durante la crianza (MARGALIDA & BERTRAN 1997; MARGALIDA & BERTRAN 2001; MARGALIDA *et al.* 2001). Sin embargo, algunos aspectos de su biología reproductora tales como la asincronía de puesta y eclosión, la variación de la dieta durante la crianza, las causas de los fracasos reproductores o los períodos en los que tienen lugar éstos, no han sido estudiados con profundidad, pese a la relativa abundancia de obras monográficas o de revisión sobre esta especie y/o otros buitres (HIRALDO *et al.* 1979; ELOSEGI 1989; HEREDIA & HEREDIA 1991; DONÁZAR 1993; GÓMEZ 1999; TERRASSE 2001). En este contexto, el conocimiento detallado de la ecología de esta especie puede ser fundamental para la mejora del manejo y por tanto para su conservación (HEREDIA 1991a).

Una de las soluciones adoptadas para el estudio de aspectos detallados de la biología repro-

ductora de algunas especies ha sido la utilización de sistemas de monitorización a distancia. En la última década han aparecido publicados diferentes trabajos sobre diseño y utilización de equipos fotográficos o videocámaras para el estudio del comportamiento o la biología de aves rapaces (véase KRISTAN *et al.* 1996; DELANEY *et al.* 1998).

Con motivo de un reciente estudio realizado para el Ministerio de Medio Ambiente sobre la biología de la reproducción del Quebrantahuesos, diseñamos un equipo de grabación de vídeo con cámaras alimentadas con un panel solar. La experiencia durante el ciclo reproductor 2000-2001 ha permitido poner de manifiesto las ventajas e inconvenientes que supone la utilización de este tipo de sistemas para el estudio de ésta u otras rapaces rupícolas.

En el presente artículo describimos la metodología utilizada para la instalación de videocámaras en tres nidos de Quebrantahuesos y revisamos los problemas más corrientes que pueden surgir en la utilización de estos sistemas de monitorización a distancia.

AREA DE ESTUDIO

El estudio fue llevado a cabo en el pirineo de Cataluña (NE España). Se monitorizaron dos nidos situados en las comarcas del Pallars Jussà y Pallars Sobirà, ocupados por un trío poliándrico (BERTRAN & MARGALIDA 2002) y una pareja, respectivamente. Un tercer nido fue equipado pero no fue utilizado por la especie como consecuencia de una posible sustitución de la hembra que motivó que la pareja no llegara a realizar la puesta.

Los nidos ocupados estaban situados a 900 y 1200 m respectivamente y las características climáticas de la zona de estudio pueden resumirse en precipitaciones medias de 800-900 mm anuales con máximos en septiembre-octubre y mayo-junio y temperaturas que con regularidad descienden bajo cero durante los meses de noviembre-febrero (véase también BERTRAN & MARGALIDA 1996).

Durante el período agosto-noviembre se realizaron visitas para la localización de los nidos y seguimiento del comportamiento de las parejas. Una vez que los nidos fueron equipados con las video cámaras, éstos fueron monitorizados intensivamente entre Diciembre de 2000 y Julio de 2001.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

1) Selección de las parejas

La selección de las parejas a monitorizar se llevó a cabo teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- *Conocimiento de la ubicación de los nidos:* puesto que cada pareja dispone de más de un nido en su territorio, resulta fundamental conocer todas las ubicaciones de los nidos disponibles. El seguimiento intensivo que ha sido llevado a cabo en la población de Quebrantahuesos nidificante en Cataluña durante los últimos 15 años (GARCÍA *et al.* 1996; MARGALIDA *et al.* in press) permitió disponer de esta información.

- *Conocimiento del éxito reproductor de la pareja:* generalmente la estructura de nido utilizada durante el ciclo reproductor anterior, si no se ha producido fracaso reproductor y salvo excepciones, no vuelve a ser reutilizada durante la siguiente reproducción (véase MARGALIDA & GARCIA 1999). Ello permite descartar nidos que con toda probabilidad no serán utilizados. Sin embargo, si el fracaso reproductor ha tenido lugar durante la incubación o principio de la crianza, las aves pueden reutilizar el mismo nido (MARGALIDA & GARCIA 1999). Un comportamiento habitual del Quebrantahuesos, tal y como se ha documentado en otras rapaces (NEWTON 1979), es la inmediata construcción de nidos tras el fracaso reproductor (MARGALIDA & BERTRAN 2000a). El seguimiento intensivo tras el fracaso reproductor (por ejemplo febrero-abril) puede permitir la detección, con mucha

antelación, del emplazamiento de nido para la próxima reproducción.

- *Conocimiento de los posaderos*: el conocimiento de los posaderos nocturnos utilizados por las aves permitió seguir las evoluciones de éstas desde primera hora de la mañana, periodo de mayor actividad en la construcción del nido (NEWTON 1979; MARGALIDA & BERTRAN 2000a). Para acelerar el proceso de detección de los nidos, se aportó lana a las proximidades de los posaderos nocturnos. Este elemento atrae mucho a la especie por su importancia como elemento aislante de las bajas temperaturas (véase MARGALIDA *et al.* 1997; MARGALIDA & BERTRAN 2000a) y facilita la localización de los nidos.

- *Accesibilidad de los nidos*: la inaccesibilidad o dificultad de acceso de los nidos puede ser un handicap importante teniendo en cuenta que algunos de ellos se encuentran por encima de los 2000 m (HEREDIA 1991b, obs. pers.). Se seleccionaron nidos cuyo acceso no resultara dificultoso y la distancia entre el nido y la pista más cercana (para la recepción de las imágenes) no superara 1 km. La meteorología puede dificultar la instalación de los equipos y un eventual problema técnico antes de la puesta, si el acceso es difícil, imposibilitaría o dificultaría todavía más la resolución del problema (por ejemplo en sectores con elevada innivación). La proximidad de la pista permitiría recibir las imágenes desde el vehículo, aspecto a tener en cuenta de cara a la adversa meteorología presente durante la etapa invernal.

- *Fenología conocida*: un conocimiento detallado de las fechas de puesta, puede permitir optimizar la inversión de tiempo para su estudio. La variabilidad interanual en la fecha de puesta ha sido estimada por MARGALIDA *et al.* (in press) en 4.5 días. En el caso de monitorización simultánea de varias parejas, el conocimiento de la fecha de puesta es importante para poder escoger parejas distanciadas fenológicamente y así

poder distribuir el esfuerzo de campo convenientemente.

2) Búsqueda de los nidos

La localización de los nidos se inició durante la prepuesta (agosto-octubre) para poder instalar los equipos con la mayor antelación posible con el objetivo de:

- a) minimizar las molestias a las aves durante la instalación del equipo.
- b) comprobar con la suficiente antelación que la presencia del equipo no constituye ningún problema para las aves y facilitar así que éstas se familiaricen con él y acepten su presencia.
- c) comprobar el correcto funcionamiento del sistema.
- d) prever un posible cambio de nido para reemplazar de nuevo el equipo, siempre y cuando el cambio no estuviera relacionado con la presencia del material.

Según MARGALIDA & BERTRAN (2000a), el Quebrantahuesos, a diferencia de otros buitres, inicia la reconstrucción de los nidos hasta cuatro meses antes de la puesta. Ello implica que entre finales de agosto y septiembre ya pueden ser localizados los nidos que serán utilizados durante la reproducción. Por otro lado, la especie dispone de varios nidos en el territorio (entre 2 y 11, véase HEREDIA [1991b], MARGALIDA & GARCIA [1999]) que va alternando rotativamente. En general el nido escogido para reproducirse es recargado regularmente pero en ocasiones pueden aportar material a más de un nido hasta seleccionar el emplazamiento definitivo. En septiembre ya habían sido localizados aportes en cuatro de las nueve parejas sometidas a seguimiento, dos de las cuales fueron escogidas para ser monitorizadas. Esto permitió estudiar detalladamente las condiciones que reuña la pared y el paraje de cara a la instalación del sistema de monitorización, y reducir el tiempo que sería invertido en la operación y por lo tanto, minimizar el impacto de la presencia humana en las cercanías del

nido. Por otro lado, la temprana localización de los nidos permitió: 1) conocer los mejores accesos para aproximarse al nido y 2) estimar los metros de cable necesarios entre la cámara y el emisor y entre éste y el panel solar. Paralelamente se realizó un seguimiento regular para conocer la actividad de las aves, los posaderos utilizados para dormir y la confirmación de que el nido recargado era siempre el mismo.

3) Configuración del sistema

El equipo diseñado (MARGALIDA et al. in prep.) está compuesto por una cámara de unas dimensiones de 89 mm de longitud y 26 mm de ancho, que cuenta con un objetivo de 3 mm. Ello permitía la ubicación de la cámara a < 2 m del nido, generalmente en el techo de la cavidad donde se encuentra el nido, para tener una visión completa del interior del cuenco. La cámara está conectada a un emisor de radio de 2.4 GHz- 10 mW alimentado a 12 v. por medio de un cable audiovisual (coaxial) y el emisor a una caja de alimentación situada en la parte superior o inferior de la pared por el mismo tipo de cable. La cámara y el emisor están fijados en la pared con soportes metálicos. La caja de alimentación está fijada en el cuadro de soporte de los paneles solares que proporcionan la energía necesaria al mecanismo. Una célula crepuscular establece el mecanismo de activación y desactivación del sistema. Durante la etapa invernal, coincidiendo con las jornadas de menor luz diurna, la recepción de las imágenes era posible durante un mínimo de 9 h. En caso de mal tiempo la batería tenía una autonomía de 3 a 4 días y en caso de tener una descarga profunda eran suficientes 3 horas de sol para recargarla completamente. La imagen se recibía a través de un receptor programado en la misma frecuencia que el emisor de 2.4 GHz cuya recepción era posible a 1000 m. Posteriores controles demostraron que era posible recibir las imágenes a 3000 m, aunque la calidad era inferior. El receptor de imagen era un equipo Sony formato mini DV con una pantalla LCD, teniendo su propia batería o pudiéndose conectar directamente a una batería de coche.

4) Instalación del equipo

El seguimiento intensivo realizado durante los meses de septiembre y octubre permitió asegurar que de los tres nidos seleccionados para el estudio, en dos, las visitas por parte de los adultos se producían de forma regular y en el tercero (con posible sustitución de uno de los individuos) más esporádicamente. El seguimiento realizado permitió conocer la actividad de las aves y los posaderos más frecuentados. De forma paralela a este seguimiento, fue testado el material para comprobar su correcto funcionamiento. Entre la última semana de octubre y primera de noviembre fueron equipados dos de los nidos. El tercer nido fue equipado durante la primera semana de diciembre. El personal que participó durante la instalación del equipo estuvo formado por un mínimo de ocho personas (dos escaladores profesionales, dos técnicos en electrónica, dos técnicos conocedores de la especie y dos agentes rurales). Seis de los componentes del equipo se desplazaban al nido para instalar el equipo, mientras los agentes rurales se ocupaban de controlar los movimientos de las aves. Ambos equipos estaban comunicados con emisoras para alertar en caso de aproximación de alguna de las aves. Si esto ocurría, se paralizaba la operación para volverla a reanudar cuando el ave no estuviera presente en las cercanías del territorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 9 parejas monitorizadas intensivamente (tres seleccionadas finalmente), en dos de ellas se observaron construcciones simultáneas de varios nidos y en una tercera, se observó un posible cambio en uno de los individuos de la pareja hizo que finalmente reconstruyeran otro nido sin que hubiera puesta. Estos resultados sugieren que podrían producirse cambios de nido una vez equipados éstos sin que este comportamiento tuviera relación alguna con la presencia del material instalado.

El tiempo de instalación de todo el sistema fue de 3 h 25' en el nido A y de 4 h 36' en el B. La instalación del tercer equipo en el nido C se

dilató 2 h 37'. Durante la instalación de los tres equipos, sólo en uno de ellos pudo haber posibilidades de que uno de los adultos hubiera observado alguno de los escaladores en la pared. Sin embargo, el adulto permaneció rompiendo huesos en las cercanías del nido, lo cual indicaba normalidad en su comportamiento ante la presencia humana.

Tras la instalación del equipo, la primera observación de un adulto entrando en el nido tuvo lugar tres días después de la instalación de la cámara en el nido A (el segundo día después de la instalación, debido a las fuertes precipitaciones no hubo control) y a los 5 días en el nido B (el segundo y tercer día después de la instalación no hubo controles). No obstante, en ambos nidos, la primera observación de los adultos en las proximidades del nido mostraba que estos recelaban del material, como demuestra las continuas pasadas que hicieron antes de entrar al nido. Una vez en el nido, el comportamiento de los adultos fue normal, realizando las actividades típicas de retocar el material de la estructura de nido y trenzar la lana, lo cual indica la perfecta aceptación del material instalado. Posteriores controles confirmaron este hecho. La observación de individuos aportando material y aquerenciados en el nido en menos de cinco días tras la instalación de la cámara sugiere que ésta no supone ningún problema para las aves, máxime teniendo en cuenta que durante la prepuerta, los nidos no son visitados diariamente por los adultos y la frecuencia media de entradas al nido varía entre 0.26 visitas/hora en los machos y 0.11 visitas/hora en las hembras (MARGALIDA & BERTRAN 2000a).

Problemas detectados

A continuación se detallan algunos de los problemas detectados a lo largo del seguimiento.

- *Baja intensidad de luz*: la célula crepuscular que pone en funcionamiento el sistema puede no activarse en caso de meteorología adversa. Durante el seguimiento, solamente en una ocasión no se activó como consecuencia de una fuerte precipitación de nieve. Esto podría afec-

tar a las baterías provocando su descarga. Una mayor sensibilidad de la célula crepuscular resolvería el problema. No obstante, en días de fuerte niebla en la que durante horas no era posible visualizar la pared, se obtenían las imágenes perfectamente y era posible continuar con el estudio sin ningún problema.

- *Empañado de la lente*: la humedad y el frío pueden afectar tanto a las baterías como al objetivo de la cámara. Uno de los problemas detectados durante el seguimiento fue el empañado de las lentes debido a la condensación. El escaso tamaño de las cámaras producía un calentamiento de éstas y el contraste con la temperatura ambiente provocaba su empañamiento. En días de fuertes precipitaciones también se detectó este problema que, si bien no impedía la observación, dificultaba la realización de observaciones detalladas. Una capa aislante que cubra la cámara evitaría los problemas de condensación y humedad detectados.

- *Filtración de agua en las conexiones*: pese a tratarse de material impermeabilizado, en una de las cámaras (no utilizada durante el estudio), durante la prepuerta, en dos ocasiones el equipo dejó de emitir por una filtración de agua en el sistema de alimentación de la cámara que anuló el funcionamiento del equipo. Este problema puede ser fácilmente resuelto tomando medidas precautorias como puede ser la inserción de otra capa impermeabilizadora de seguridad en todas las conexiones y cajas con riesgo de verse afectadas por problemas de agua o humedad.

- *Movimiento de la cámara*: si la cámara no está fuertemente sujeta, el peso del cable y el fuerte viento pueden provocar un ligero desplazamiento de ésta, que modifique el punto de enfoque. También la proximidad de la cámara puede hacer que ésta sufra algún movimiento como consecuencia del roce del ala de uno de los adultos, o principalmente, del pollo cuando ejercita las alas poco antes de abandonar el nido. Esto no ocurrió pero en los dos nidos se detectó un ligero desplazamiento de las cámaras que fue necesario corregir en una de ellas durante la prepuerta. En la segunda, se apreció

un ligero desplazamiento de la cámara durante el mes de mayo (cuando el pollo contaba con más de dos meses de edad), que no interfirió en el estudio. Para evitar posibles desplazamientos, debería verificarse que todos los puntos de sujeción de la cámara y del soporte estén fuertemente anclados. De forma paralela, los dos primeros metros de cable conectados a la cámara, deberían estar bien sujetos a la pared, para evitar que cualquier oscilación afecte a la cámara y por consiguiente al punto de enfoque.

RECOMENDACIONES

En principio los dos inconvenientes más importantes relacionados con la instalación o el propio funcionamiento del sistema de monitorización podrían ser que a) se produjera un cambio de nido bien sea porque las aves no aceptaran la presencia del equipo o recelaran de él, o bien por un cambio producido de forma natural y que b) un problema técnico impidiera la emisión o recepción de las imágenes.

a) Cambio de nido: un cambio de nido relacionado con la presencia del material, obligaría por motivos éticos y conservacionistas, a buscar otra pareja más permisiva con la presencia de material ajeno al nido. En el caso de un cambio de nido de forma natural, el hecho de instalar el equipo entre dos y tres meses antes de la puesta permite un margen de maniobra suficiente como para volver a reinstalar el equipo. No obstante, hay que tener en cuenta que las características orográficas del nuevo emplazamiento pueden ocasionar ciertos problemas (por ejemplo, la longitud del cable del nido hasta el emisor o el panel solar probablemente deban modificarse).

b) Problemas técnicos: un problema técnico del sistema puede impedir la emisión o recepción de imágenes. Si el problema técnico ocurre en un plazo breve después de su instalación, es posible la aproximación al nido para la verificación del equipo y poder corregirlo. No obstante, una vez se aproxima la puesta o ésta haya tenido lugar, no sería posible la interven-

ción para solucionar cualquier tipo de problemática, con lo cual se perdería el año de estudio.

Uno de los inconvenientes del sistema de recepción utilizado es que éste requiere la presencia continuada de una persona para realizar la grabación. El emisor emite una señal continuada durante todas las horas de luz del día, pero los nidos generalmente se encuentran demasiado alejados de infraestructuras humanas para poder recibir las imágenes más cómodamente, sin ningún tipo de interferencias y con la suficiente calidad. Esto implica la obligada presencia del investigador a lo largo del estudio, lo cual supone una inversión de tiempo importante que podría ser optimizada si la señal pudiera recibirse desde un edificio o a través de internet. No obstante, además de los costes que esto puede implicar, la importancia de relacionar cuanto sucede en el interior del nido con sus alrededores hace necesaria la presencia del investigador en las proximidades del nido para obtener una interesante información que, sin duda alguna, complementará y muchas veces explicará el comportamiento de las aves en el nido.

CONCLUSIONES

Se ha demostrado que resulta factible instalar videocámaras en una especie amenazada, como es el caso del Quebrantahuesos, muy sensible a las molestias humanas, si se siguen rigurosamente los pasos necesarios para garantizar la tranquilidad de las aves. La aceptación del equipo y normal comportamiento de los Quebrantahuesos sometidos a estudio confirman la adecuada metodología utilizada para su instalación. No obstante, puede tratarse de casos individuales y que no todas las parejas muestren un grado de tolerancia tan elevado como el observado en los ejemplares sometidos a estudio.

El estudio ha permitido obtener los primeros datos en estado salvaje de asincronía de puesta y eclosión, el fenómeno del cainismo, así como

información muy precisa sobre el tiempo de incubación, la variabilidad de la dieta durante la crianza y el comportamiento de los adultos en diferentes actividades parentales (e.g. cebas, aporte de presas, preparación del alimento). Una información tan precisa y detallada no sería posible obtenerla con otras metodologías, lo cual da más relevancia a los resultados y corrobora el éxito que ha supuesto la aplicación de dicho sistema en la ejecución del proyecto. Sin embargo, no hay que olvidar que, el esfuerzo de campo es importante y el tamaño de muestra obtenido escaso, lo que supone que la amortización del equipo y de los resultados se obtendrá a más largo plazo. La experiencia obtenida será fundamental para mejorar el sistema y optimizarlo, de forma que en el futuro podrá obtenerse mayor rendimiento y por tanto mejores resultados.

Pilar Romero y Jordi Ruiz-Olmo por su colaboración durante la realización de este estudio y especialmente a Stephane Ecolan y Jean-Michel Martínez por su contribución en el diseño y montaje del sistema. A Carles Barri, Vanessa Boudet, Jordi Capdevila, Àngel Cierco, Àlex Díaz, Jaume Gasa, Modesto Llusà, Jesús Martín, Xavi Maurín y Àngel Ruiz por su participación en las operaciones de instalación de los equipos y en especial a Miquel Arilla y Pito Arilla. Al equipo de Bomberos de la Poble de Segur por las facilidades, apoyo logístico y estrecha colaboración a lo largo de todos estos meses. A Carles Carboneras por la traducción del abstract. Al Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya y en especial a Jordi Ruiz-Olmo y Diego García por las facilidades y la estrecha colaboración mostrada durante la ejecución del proyecto. Este estudio forma parte del proyecto "Biología de la reproducción del Quebrantahuesos" financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y ejecutado a través de la empresa Minuartia Estudis Ambientals, S.L.

AGRADECIMIENTOS

A Pito Arilla, Miquel Arilla, Jordi Canut, Diego García, Luis Mariano González, Borja Heredia,

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTRAN, J. & MARGALIDA, A. 1996. Patrón anual de observaciones de Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) de diferentes grupos de edad en los sectores de nidificación. *Alauda* 64: 171-178.
- BERTRAN, J. & MARGALIDA, A. 1999. Copulatory behavior of the Bearded vulture. *The Condor* 101: 161-164.
- BERTRAN, J. & MARGALIDA, A. 2002. Social organization of a trio of Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*): Sexual and parental roles. *J. Raptor Res.* 36: 66-70.
- BLANCO, J. C. & GONZÁLEZ, J. L. 1990. Libro Rojo de los Vertebrados de España. ICONA, Madrid.
- BROWN, C. J. 1990. Breeding biology of the bearded vulture in southern Africa, Parts I-III. *Ostrich* 61: 24-49.
- DELANEY, D.K., GRUBB, T.G. & GARCELON, D.K. 1998. An infrared video camera system for monitoring diurnal and nocturnal raptors. *J. Raptor Res.* 32: 290-296.
- DONAZAR, J. A. 1993. Los buitres ibéricos: biología y conservación. J. M. Reyero Editor. Madrid.
- ELOSEGI, I. 1989. Vautour fauve (*Gyps fulvus*), Gypaète barbu (*Gypaetus barbatus*), Percnoptère d'Égypte (*Neophron percnopterus*): Synthèse bibliographique et recherches. Acta Biologica Montana. Série documents de travail, 3. CBEA. Pau.
- GARCIA, D., MARGALIDA, A., PARELLADA, X. & J. CANUT. 1996. Evolución y parámetros reproductores del Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en Catalunya (NE España). *Alauda* 64: 339-238.

- GOMEZ, D. 1999. Pájaro de barro. Prames ediciones. Zaragoza.
- HEREDIA, B. 1991a. El Plan Coordinado de Actuaciones para la Protección del Quebrantahuesos. In: R. Heredia & B. Heredia (eds.) El Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. Pp. 117-126. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- HEREDIA, R. 1991b. Biología de la reproducción. En: R. Heredia & B. Heredia (eds.) El Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. Pp. 101-108. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- HEREDIA, R. & HEREDIA, B. 1991. El Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. Colección Técnica. ICONA, Madrid.
- HIRALDO, F., DELIBES, M. & CALDERÓN, J. 1979. El Quebrantahuesos *Gypaetus barbatus* (L.). Monografía 22. ICONA. Madrid.
- KRISTAN, D.M., GOLIGHTLY, R.T. & TOMKIEWICZ, S.M. Jr. 1996. A solar-powered transmitting video camera for monitoring raptor nests. Wildl. Soc. Bull. 24: 284-290.
- MARGALIDA, A., BARTOLI, M. & BOUDET, J. 2001. Laying date delayed and clutch replacement in the Bearded vulture (*Gypaetus barbatus*) in the Pyrenees. Vulture News 44: 27-30.
- 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: 193-199.
- MARGALIDA, A. & BERTRAN, J. 2000a. Nest-building behaviour of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*). Ardea 88: 259-264.
- MARGALIDA, A. & BERTRAN, J. 2000b. Breeding behaviour of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*): minimal sexual differences in parental activities. Ibis 142: 225-234.
- MARGALIDA, A. & BERTRAN, J. 2001. Function and temporal variation in use of ossuaries by the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) during nestling. The Auk 118: 785-789.
- MARGALIDA, A. & BERTRAN, J. 2002. First replacement clutch by a polyandrous trio of Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the Spanish Pyrenees. Journal of Raptor Research 36: 154-155.
- MARGALIDA, A., BERTRAN, J., GARCÍA, D. & HEREDIA, R. 1997. Observaciones sobre el período de incubación del Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. Ecología 11: 439-444.
- MARGALIDA, A., BERTRAN, J., HEREDIA, R., BOUDET, J. & PELAYO, R. 2001. Preliminary results of the diet of Bearded Vultures (*Gypaetus barbatus*) during the nestling period and applications in conservation and management measures. En: A. Sakoulis, M. Probonas & S. Xirouchakis (eds.). Proceedings of the 4th Workshop of Bearded Vulture. Pp. 59-62. Natural History Museum of Crete. Crete.
- MARGALIDA, A. & GARCÍA, D. 1999. Nest use, interspecific relationships and competition for nests in the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the Pyrenees: influence on breeding success. Bird Study 46: 224-229.
- MARGALIDA, A., GARCÍA, D., BERTRAN, J. & HEREDIA, R. In press. Breeding biology and success of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in eastern Pyrenees. Ibis 145.
- NEWTON, I. 1979. Population ecology of raptors. T. & A. D. Poyser, Berkhamsted.
- SUNYER, C. 1991. El periodo de emancipación en el Quebrantahuesos: consideraciones sobre su conservación. En: R. Heredia & B. Heredia (eds.) El Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. Pp. 47-65. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- TERRASSE, J. F. 2001. Le Gypaète barbu. Delachaux et Niestlé. Lausanne-Paris.