

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE ZOOLOGÍA Y ANTROPOLOGÍA FÍSICA**



**Águila Perdicera (*Aquila fasciata*):  
Patrones de cuidado parental en nido en Aragón**

---

**Autora: Lucía Buendía García**

**Tutores:**

**José Ignacio Aguirre**

**Beatriz Martínez Miranzo**



## Índice

INTRODUCCIÓN .....	2
MATERIALES Y MÉTODOS .....	4
Área de estudio.....	4
Fototrampeo .....	4
Variables analizadas .....	5
Identificación de adultos y actividades.....	6
Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación .....	7
1. Cuidado parental.....	8
<i>Nido vacío</i> .....	8
<i>Análisis intrasexual del comportamiento</i> .....	9
<i>Análisis intersexual del comportamiento</i> .....	10
2. Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación .....	12
DISCUSIÓN.....	14
1. Cuidado parental.....	14
<i>Nido vacío</i> .....	14
<i>Análisis intrasexual del comportamiento</i> .....	14
<i>Análisis intersexual del comportamiento</i> .....	15
2. Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación .....	16
CONCLUSIONES .....	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18



# **Águila Perdicera (*Aquila fasciata*): Patrones de cuidado parental en nido en Aragón**

Lucía Buendía

**RESUMEN.-** Conocer la biología básica de las especies resulta imprescindible para un manejo y gestión adecuados. En el presente estudio se describe el cuidado parental del águila perdicera en la Comunidad Autónoma de Aragón, donde está catalogada En Peligro de Extinción. Para ello se instalaron cámaras de fototrampeo en las proximidades de cinco nidos durante el mes de febrero de los años 2014 (tres cámaras) y 2015 (dos cámaras) y se analizaron las fotografías comprendidas entre los 11 días anteriores a la puesta y los 22 días posteriores a la eclosión. Al analizar la existencia de diferencias en el comportamiento entre ambos sexos, se observó que las hembras permanecen un 81.5% en el nido del tiempo total que éste está ocupado. El comportamiento parental en nido de machos y hembras responde a patrones en los cuales el macho permanece en el nido sin atender a los pollos y la hembra se encarga de atenderlos e incubarlos. Tras analizar el éxito reproductor y la duración de la incubación de los nidos estudiados, se ha encontrado que éste es superior a la media española (1.2 frente 1.17) y que la incubación se prolonga 10 días más.

**Palabras clave:** *Aquila fasciata*, cuidado parental, éxito reproductor, dimorfismo sexual inverso, fototrampeo.

**ABSTRACT.-** In order to implement adequate management strategies the understanding of basic biology of the species involved is a plays a key role. In this study we analyze parental care of Bonelli's eagle in Aragón, where it is listed as an Endangered species. Camera traps were set up near five nests during February over two consecutive years (three cameras in 2014, and two cameras in 2015). Pictures were taken between 11 days before egg laying and 22 days after egg hatching. Female eagles stayed 81.5% of total occupation time inside the nest. Male and female parental behavior in the nest follow patterns in which male stays inside the nest without taking care of the chicks while female feeds and looks after them. After analyzing reproductive success and incubation time we found that incubation lasts longer than in the average Spanish nests (1.2 to 1.17) and incubation lasted for 10 more days.

**Keywords:** Parental behavior, *Aquila fasciata*, reproductive success, inverse sexual dimorphism, camera trap.

## INTRODUCCIÓN

El águila perdicera (*Aquila fasciata*), es una rapaz de tamaño medio (55-67 cm de longitud y 142-175 cm de envergadura) cuya área de distribución se extiende por el sur de Europa, norte de África, Próximo y Medio Oriente, India y sur de China. A nivel mundial está catalogada como Preocupación menor (LC; BirdLife International 2009). A nivel Europeo, se clasifica En Peligro de Extinción (EN C1; BirdLife International 2004). El declive en Europa es continuo, mayor al 20% en dos generaciones, el tamaño poblacional es inferior a 2.500 individuos maduros (BirdLife International 2004). A pesar de que España constituye uno de los países donde el águila perdicera está más presente a nivel europeo, con 733-768 parejas de las 920-1.100 parejas estimadas en Europa (Del Moral, 2007), es una de las especies de rapaces cuyo estado de conservación presenta una mayor variación entre las diferentes regiones españolas. Aparece en el Libro Rojo de las aves de España y está clasificada como Vulnerable (RD 139/2011). En Aragón, comunidad autónoma en la que se centra el estudio, se encuentra clasificada En Peligro de Extinción. Sus efectivos poblacionales han disminuido de forma drástica de 42-47 parejas a encontrarse en la actualidad cerca de 30 (Del Moral, 2007) Aragón cuenta con un plan de recuperación que contempla dos de los principales factores de riesgo para la especie como son la disminución en la disponibilidad de presas y las amenazas sobre el hábitat (D, 326/2011).

Todas las especies de aves, a excepción de las aves parásitas, exhiben alguna forma de cuidado parental, el cual está estrechamente asociado con la supervivencia de los jóvenes y el éxito reproductivo de los padres (Clutton-Brock 1991). El cuidado parental consiste básicamente en la incubación de los huevos, la alimentación y la defensa de las crías frente a predadores. Los dos progenitores pueden dedicarse al cuidado de la prole cuando las condiciones ecológicas no proporcionan a los machos oportunidades para monopolizar varias hembras, cuando las probabilidades de supervivencia de las crías aumentan mucho mediante el cuidado biparental, o cuando los beneficios esperados de intentar apareamientos múltiples para los machos sean pequeños (Clutton-Brock 1991).

Buitres como el quebrantahuesos no presentan dimorfismo sexual y tienen diferencias mínimas en actividades parentales (Margalida y Bertran 2000a). En cambio, las rapaces que presentan dimorfismo sexual inverso, es decir, cuando las hembras son de mayor tamaño que los machos, se han observado diferencias en el cuidado parental (Andersson 1994). El águila perdicera presenta dimorfismo sexual inverso. Las variables que evidencian una mayor diferencia entre sexos son el tamaño del cuerpo, la anchura del tarso, el peso y la uña

posterior de la garra. Además existen diferencias en la coloración del plumaje siendo las hembras más oscuras (García et al, 2013). Resulta imprescindible conocer la biología básica del águila perdicera para su adecuado manejo y gestión. A pesar de que en la actualidad existe una gran cantidad de estudios sobre su biología y problemática (Ontiveros et al. 2004), la mayoría de los ellos se basan en censos y en el seguimiento de poblaciones (Arroyo et al., 1995; Del Moral, 2006). A pesar de que ya se realizó por parte de Pérez-Mellado et al. en 1977 un estudio sobre el comportamiento de las parejas reproductoras y los pollos, éste estudio fue realizado mediante observaciones directas desde el suelo de un único nido, así que según nuestro conocimiento éste es el primer estudio que se ha realizado utilizando técnicas de fototrampeo. La falta de estudios de este tipo puede deberse al alto nivel de complejidad que existe para observar los huevos por la ubicación de los mismos y la gran cantidad de ramaje que pueden portar. En la Península, esta especie nidifica mayoritariamente sobre roquedos, siendo la nidificación en un árbol un hecho menos frecuente (Cabot et al., 1978; Borau y Beneyto, 1994; Palma, 1994; Arroyo et al., 1995). La limitación fundamental que pueden presentar estudios de este tipo es la falta de nidos suficientes debido a la inaccesibilidad de algunas localizaciones y al aislamiento de algunos nidos.

Los objetivos del estudio son: (1) analizar la existencia de diferencias en el comportamiento relacionado con la reproducción entre ambos sexos ;(2) describir el comportamiento parental en nido de machos y hembras del águila perdicera, y (3) analizar el éxito reproductor y la duración de la incubación de los nidos estudiados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio se enmarca en la Comunidad Autónoma de Aragón, al noreste de la Península Ibérica. Los nidos de águila perdicera analizados se encuentran en las localidades de Alcañiz, Arens de Lledó (Teruel), Embid de la ribera, Tosos y Carenas (Zaragoza), donde se ve representado el piso bioclimático mediterráneo (Rivas-Martínez, 1983). Por razones de confidencialidad, no se pueden aportar las coordenadas precisas de los nidos. La vegetación en esta zona se corresponde a un bosque xerófilo representado principalmente por la encina (*Quercus ilex*) y la coscoja (*Quercus coccifera*) en la franja central, y al sur de la comunidad encontramos un bosque meso-xerófilo. Destacan las formaciones con sabina (*Juniperus thurifera*), enebros (*Juniperus communis*) y quejigos (*Quercus faginea*) (Costa, 2005).

### Fototrampeo

Se instalaron 5 cámaras de fototrampeo (Uway Vigilant Hunter VH200B), tres de ellas en la temporada de cría 2014 en los nidos de Alcañiz, Arens y Carenas; y las dos restantes en la temporada 2015 en los nidos de Embid y Tosos. Para ello se ascendió al nido, durante el mes de febrero, fuera de la época de reproducción, para inferir lo menos posible en la cría, y se situó la cámara en las proximidades, intentando abarcar la mayor superficie posible de la plataforma en la que potencialmente se instalarán. De los cinco nidos observados, cuatro estaban en roquedos y uno de ellos sobre un árbol (*Pinus sylvestris*). Cuando la temporada de cría finalizó, se ascendió de nuevo al nido para recoger las fotografías.

Las cámaras estaban conectadas a una fuente de alimentación externa de 9V que permitió la autonomía de las mismas durante toda la temporada de cría. La tarjeta de memoria utilizada fue tipo SD de 32 GB y para no saturarla, la calidad de la imagen se configuró a 5Mp. La cámara fue programada para que disparase 2 fotografías (tiempo entre fotografías 4s) cada vez que fuese activada por el movimiento de los ejemplares y con un tiempo de espera entre activaciones de 5 minutos. Las cámaras estuvieron en funcionamiento las 24 horas del día pero únicamente se analizaron las fotografías obtenidas en las horas de luz visible. De las 5 cámaras colocadas solamente se analizaron las fotografías obtenidas de cuatro nidos – Alcañiz, Carenas, Embid y Tosos- debido a que en Arens se produjo un cambio de miembro de la pareja, un macho subadulto, y aunque frecuentaban la zona del nido e incluso el nido no

llegaron a reproducirse. Se obtuvieron un total de 43.157 fotografías, de las cuales, solamente 8.039 fueron analizadas, lo que corresponde al 18.6 % del total (Tabla 1).

	Alcañiz	Carenas	Embid	Tosos	Total
Nº fotografías obtenidas	19.974	9.015	10.619	3.549	43.157
Nº de fotografías analizadas	2.669	2.204	1.893	1.273	8.039

**Tabla 1.** Recuento de las fotografías obtenidas y analizadas para los diferentes nidos.

Para examinar el tiempo que los parentales invierten en el nido y cómo lo distribuyen, se calculó el tiempo global en el que los parentales permanecían en el nido y el tiempo que el nido quedaba vacío. Para analizar el tiempo que invierte cada miembro de la pareja en el cuidado parental se calcularon los porcentajes del tiempo invertido durante los tres periodos mencionados (prepuesta, incubación y cuidado de los pollos). Se ignoraron los datos de Carenas ante la imposibilidad de diferenciarlos.

### **Variables analizadas**

En cada nido se analizó:

1. Para cada fotografía y con la hora anotada:

- Presencia/ausencia del macho y la hembra en el nido
- Presencia de ambos en el nido
- Actividad realizada por los parentales
- Duración de la actividad (solamente se anotó cuando el ejemplar permanecía en con la misma postura durante varias fotografías seguidas)
- Nido vacío (NVC). Los pollos se encuentran en el nido sin ninguno de los parentales.

2. Para cada día:

- Temperaturas máximas y mínimas registradas en las fotografías

La temporada reproductora de la especie en esta región se extiende desde el 15 de febrero hasta el 14 de junio. Durante este periodo se requiere un mayor esfuerzo de los parentales, y la hembra pasa la mayor parte del tiempo en el nido, incubando o atendiendo a los pollos (Arroyo et al., 1995). Con el fin de acotar la temporada reproductora se diferenciaron tres periodos:

- **Prepuesta:** comienza con el momento de ocupación del nido y termina con la puesta del primer huevo.
- **Incubación:** se define como el periodo entre la puesta del primer huevo y el nacimiento del primer pollo.
- **Cuidado de los pollos:** desde el nacimiento del primer pollo hasta que éste abandona el nido.

Debido a que no se tienen datos de la temporada completa para todos los nidos y con el fin de estandarizar todos los análisis, se seleccionaron las fechas comprendidas entre los 11 días anteriores a la puesta del primer huevo y los 22 días después de la eclosión.

	Prepuesta	Incubación	Cuidado de pollos
Alcañiz	07/02/14 - 18/02/14	19/02/14 - 01/ 4/14	02/04/14 – 24/04/14
Carenas	18/02/14 – 02/03/14	03/03/14 – 17/04/14	18/04/14 – 10/05/14
Embid	17/02/15 – 01/03/15	02/03/15 – 12/04/15	13/04/15 – 05/05/15
Tosos	23/02/15 – 07/03/15	08/03/15 – 20/04/15	21/04/15 – 13/05/15

**Tabla 2.** Fechas seleccionadas para el estudio de los periodos de la temporada reproductiva.

### **Identificación de adultos y actividades**

Se utilizó como criterio de diferenciación entre machos y hembras aquellos individuos que presentaban anillas de PVC de lectura a distancia o radiotransmisor. En uno de los nidos (Carenas) los individuos no estaban marcados y las diferencias entre sexos en tamaño y coloración del plumaje no eran suficientes para poder distinguirlos. Por ello, los datos obtenidos para este nido se omitieron cuando se realizaron estudios comparativos entre sexos.

El comportamiento de los parentales se clasificó en 6 actividades principales (basado en Pérez-Mellado et al. 1977).

1. **Incubación (INC).** Esta actividad tiene prioridad sobre cualquier otra, es decir, si mientras el parental incuba, también arregla el nido, se anotó INC.
2. **En nido ignora pollos (NIP).** Los parentales, durante la prepuesta, incubación y el cuidado de los pollos, se encuentran en el nido sin realizar ninguna actividad en particular. Por ejemplo, se encuentran posados en el nido pero no prestan atención a los pollos ni realizan otra de las actividades seleccionadas. Por ejemplo, están de pie en el nido lejos de los pollos.

3. En nido atiende pollos (NAP). Los parentales se encuentran con los huevos o pollos durante la época de incubación o cuidado de pollos respectivamente pero no incuban. Cambia de postura, voltea los huevos, atusa a los pollos o les da sombra son unos ejemplos de esta actividad.
4. Alimentación (ALM). Consiste en la aportación de alimento al nido, alimentar a los pollos o que se alimenten los parentales. Estas actividades son muy difíciles de distinguir ya que en las fotografías puede aparecer únicamente el adulto con la púa entre las garras pero puede no aparecer lo que hace antes o después de la misma y por ello se han agrupado.
5. Arreglo del nido (ARR). Consiste en el aporte de materia de construcción al nido y la colocación de las ramas por parte de los parentales.
6. Desconocido (DSC). Los parentales se encuentran en el nido pero no se distingue qué actividad realizan.

### **Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación**

La fecha media de puesta de los nidos analizados se calculó utilizando únicamente los datos de la puesta del primer huevo. Para el cálculo del tamaño de puesta tuvieron en cuenta todas las parejas del estudio (los cinco nidos) tanto las que realizaron la puesta como las que no dividiendo el número total de huevos entre el número de parejas reproductoras (ALC: 2, CARN: 1, ARENS: 0, EMB: 2: TOSOS: 2) Para calcular la duración media de la incubación se utilizaron los datos tanto de la puesta del primer huevo como del segundo.

Las fotografías contenían información de la temperatura en cada momento, a partir de ahí se obtuvieron las temperaturas medias máximas y mínimas registradas durante cada día y se calculó la media para el periodo de incubación en los distintos nidos. Posteriormente se observaron las diferencias en las temperaturas máximas y mínimas obtenidas para los distintos nidos y se utilizaron para explicar la variación en la fecha de puesta y el éxito reproductor.

Para todos los nidos controlados se dispone del tamaño de puesta y del número de pollos nacidos, el número de pollos volados no se pudo calcular debido a que, para algunos nidos, no se dispone de la información de la temporada reproductiva completa. Para calcular el éxito reproductor se dividió el número de pollos entre el número de parejas.

## Análisis estadísticos

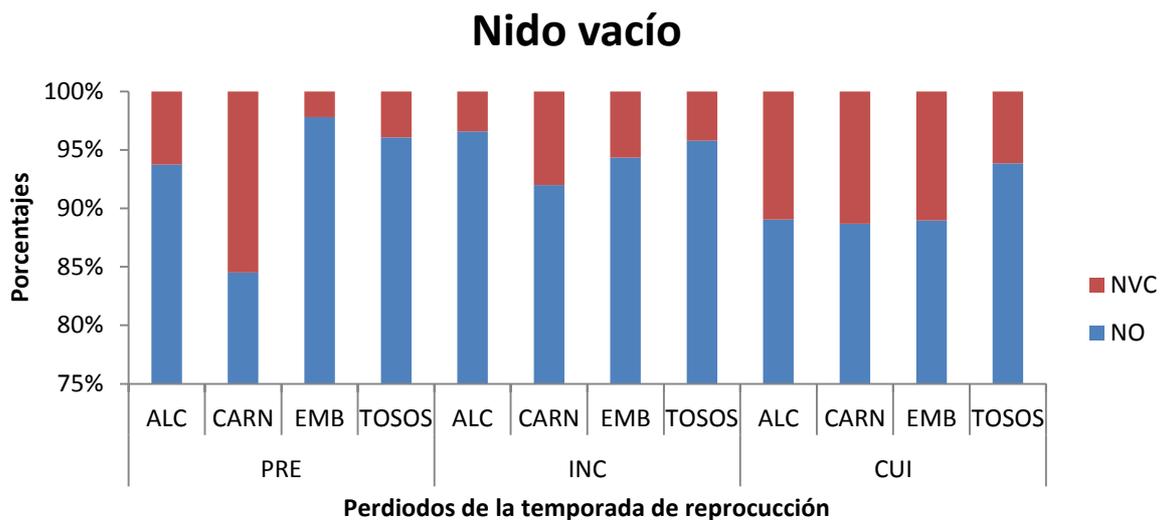
Se analizó mediante la prueba t de Student, la existencia de diferencias intersexuales e intrasexuales para los diferentes nidos teniendo en cuenta, o no, el periodo reproductivo en que se encuentran. Se utilizó el programa Statistica 7 (Statsoft).

## RESULTADOS

### 1. Cuidado parental

#### *Nido vacío*

En Carenas, durante la prepuesta el nido aparece sin ningún parental durante un 15% mientras que los otros dos apenas superan el 5% del tiempo que el nido está ocupado por alguno de ellos. En el periodo de cuidado de los pollos (CUI) es donde se observan los valores más altos de nido vacío a excepción del localizado en Tosos (Figura 1).



**Figura 1.** Porcentaje de tiempo que el nido aparece sin la presencia de los parentales (NVC, en rojo) y porcentaje de tiempo que el nido permanece ocupado por alguno de ellos (NO, verde), a lo largo de los tres periodos en los que se divide la temporada de reproducción (PRE: prepuesta, INC: incubación y CUI: cuidado de los pollos) para las cuatro localidades estudiadas (ALC: Alcañiz, CARN: Carenas, EMB: Embid y TOSOS).

Para los distintos nidos se observó que en el periodo de prepuesta éstos aparecen vacíos durante un número de veces significativamente menor que en los otros dos periodos analizados. Durante el periodo de cuidado de los pollos se observaron los valores más altos de nido vacío, presentando el nido localizado en Tosos un valor muy similar al observado

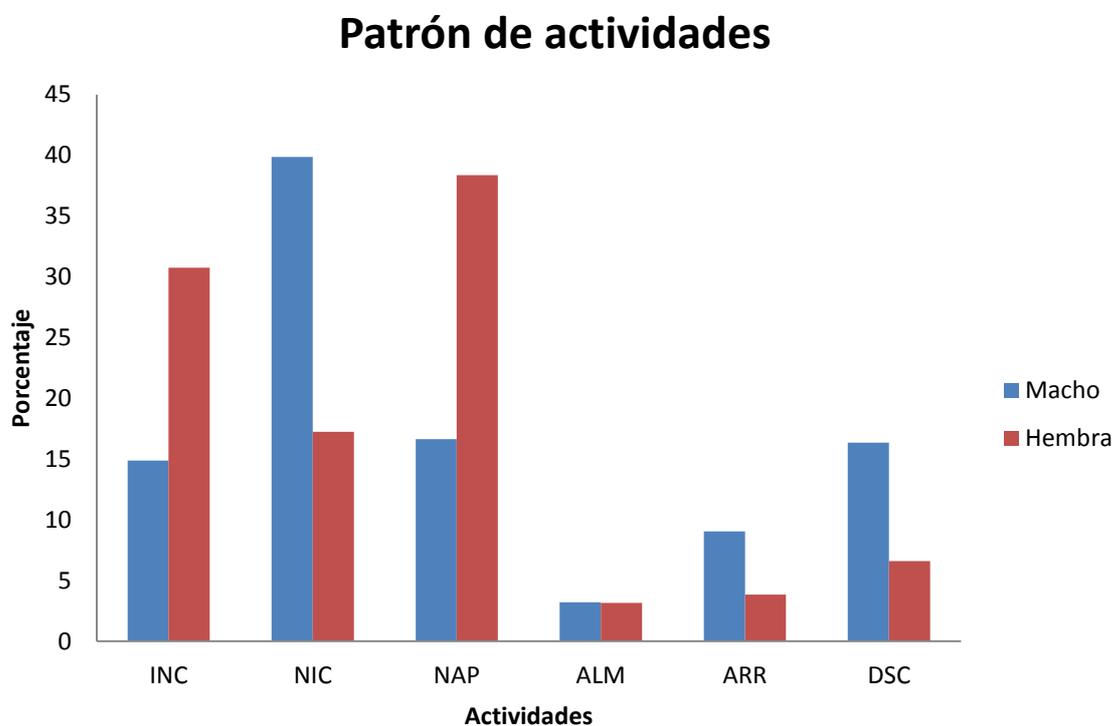
durante la incubación (33 anotaciones de nido vacío durante la incubación frente a las 34 anotadas durante el cuidado de pollos). Ver tabla 1.

	ALC	CARN	EMB	TOSOS	TOTAL
PRE	4	11	4	8	27
INC	39	96	51	33	219
CUI	82	109	85	34	310

**Tabla 1.** Número de veces que se observa el nido vacío durante los periodos analizados para los distintos nidos.

### *Análisis intrasexual del comportamiento*

No aparecen diferencias significativas al comparar ejemplares del mismo sexo en las diferentes localidades cuando no se tiene en cuenta el periodo de reproducción en que se encuentran. Por lo tanto podemos unificar todos los ejemplares del mismo sexo estudiados para observar cuál es la actividad más frecuente. En hembras se observó que la actividad más realizada es en nido atiende pollos (NAP) e incubación (INC) mientras que en machos es en nido ignora pollos (NIP). Ver figura 2.



**Figura 3.** Patrón de actividades. Actividades que realizan los machos y las hembras sin tener en cuenta el nido al que pertenecen ni el periodo de reproducción en que se encuentran.

Al realizar un análisis del comportamiento para los ejemplares del mismo sexo entre las diferentes localidades teniendo en cuenta el periodo de reproducción, se observan diferencias significativas en algunas de las actividades (ver tabla 2).

	INC	NIP	NAP	ALM	ARR	DSC	
♂	PRE	n.s	T = 16.00 P valor < 0.05	n.s	n.s	T = 7.95 P valor < 0.05	n.s
	INC	n.s	n.s	T = 5.69 P valor < 0.05	n.s	n.s	n.s
	CUI	n.s	T = 4.39 P valor < 0.05	n.s	n.s	n.s	T = 5.54 P valor < 0.05
♀	PRE	n.s	T = 4.61 P valor < 0.05	n.s	n.s	n.s	n.s
	INC	n.s	n.s	T = 9.78 P valor < 0.05	n.s	n.s	n.s
	CUI	n.s	T = 4.68 P valor < 0.05	n.s	n.s	T = 4.38 P valor < 0.05	T = 7.81 P valor < 0.05

**Tabla 2.** Resultados de la prueba T de Student obtenidos al comparar las actividades de los ejemplares del mismo sexo teniendo en cuenta los periodos reproductivos de prepuesta (PRE), incubación (INC) y cuidado de los pollos (CUI). De izquierda a derecha las actividades son: incubación, en nido ignora pollos, en nido atiende pollos, alimentación, arreglo del nido y desconocido. Cuando el resultado ha sido no significativo se ha anotado n.s.

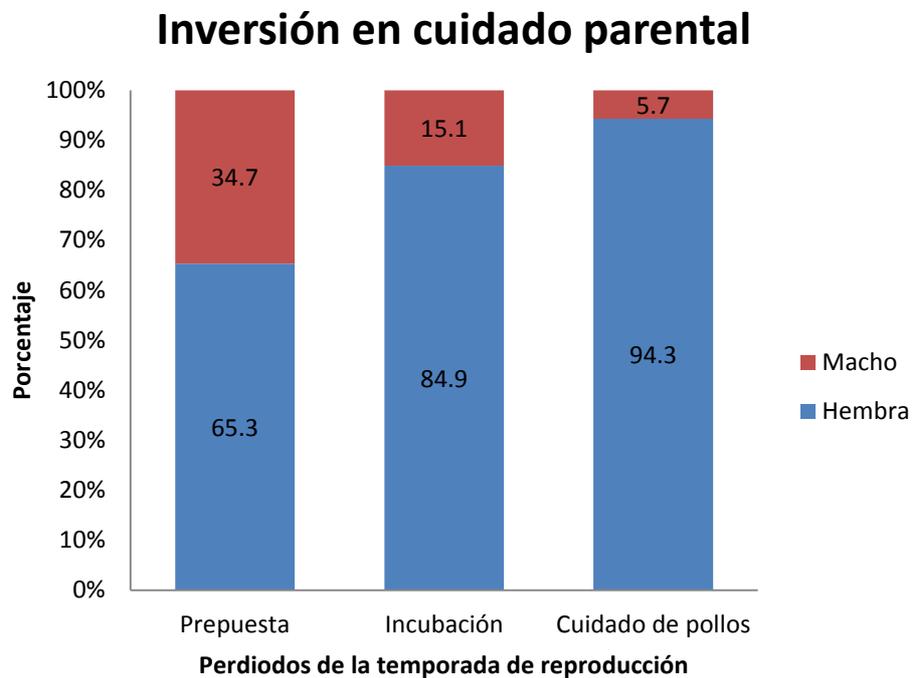
Todos los ejemplares del mismo sexo presentan un mismo patrón en las actividades durante toda la temporada reproductiva pero al analizar el patrón de comportamiento para los distintos periodos (prepuesta, incubación y cuidado de los pollos) se observa que estos varían. En su conjunto, realizan las actividades en la misma proporción pero los ejemplares de los distintos nidos colaboran más o menos dependiendo del periodo en que se encuentren.

#### *Análisis intersexual del comportamiento*

Para este análisis se omitieron los datos obtenidos para el nido de Carenas ante la imposibilidad de diferenciar ambos sexos.

Aparecen diferencias significativas al comparar ejemplares del mismo sexo en las diferentes localidades cuando no se tiene en cuenta el periodo de reproducción en que se encuentran (macho:  $t=3.27$ ,  $p<0.05$ ; hembra:  $t=2.73$ ,  $p<0.05$ ). El tiempo invertido en el cuidado parental por parte de las hembras es significativamente mayor. Estas se encuentran en el nido el 81.5% de las veces que está presente alguno de los parentales y llegan a superar el 94% de la inversión total durante el periodo de cuidado de los pollos. En la Figura 3 se

observa el tiempo invertido por cada sexo durante los distintos periodos (prepuesta, incubación y cuidado de los pollos).



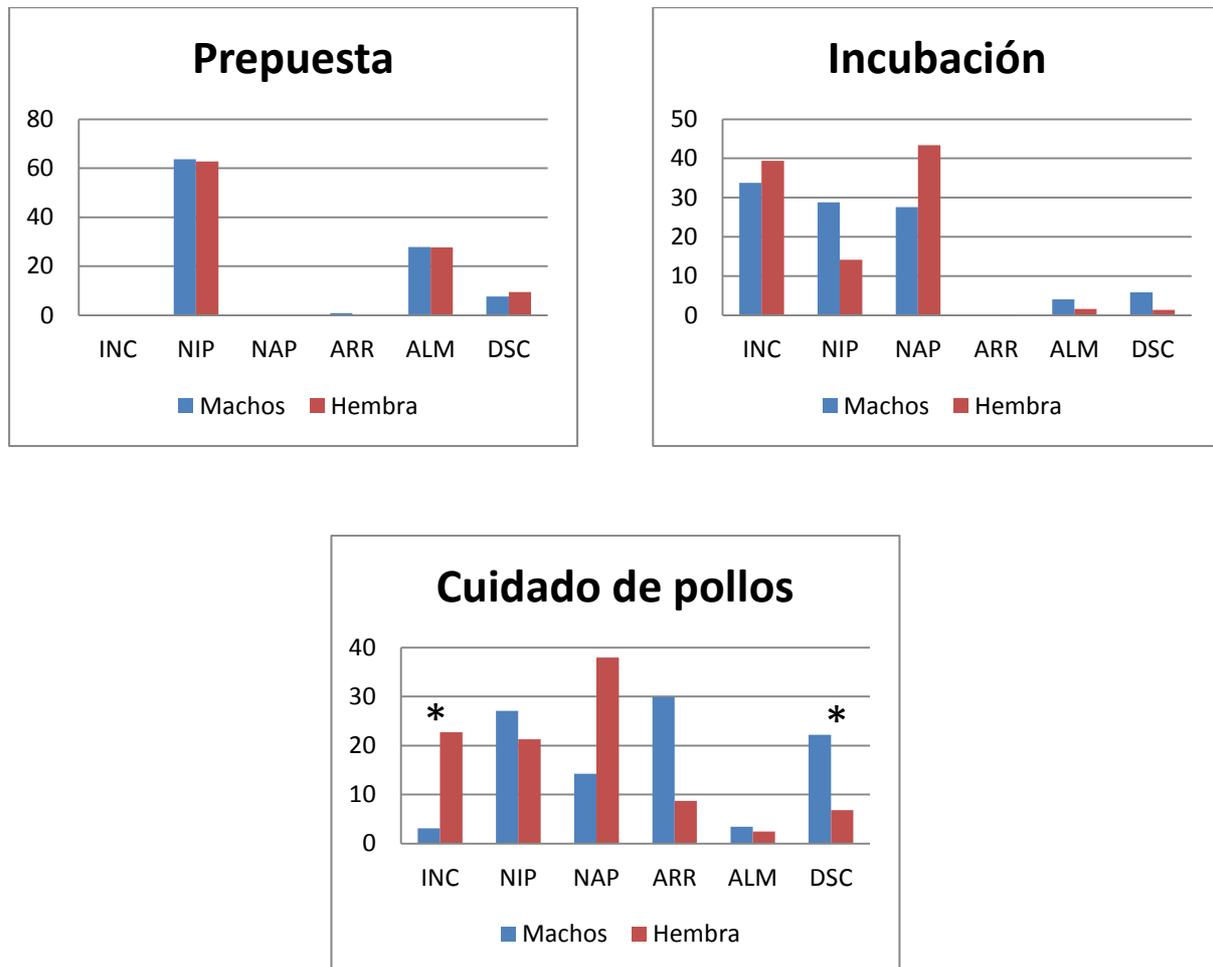
**Figura 3.** Inversión en cuidado parental. Tiempo invertido por machos (rojo) y hembras (verde) en el cuidado parental durante los periodos de prepuesta, incubación y cuidado de los pollos.

Las diferencias en el cuidado parental observadas para machos y hembras se representan en la Figura 3.

En las actividades de alimentación y arreglo del nido se observa que ambos participan en esas actividades de forma similar. Debido a la dificultad existente para diferenciar acciones como puede ser cuando se realiza un nuevo aporte, se mueve la pieza o se alimenta a los pollos, todas ellas se agruparon como alimentación, pero durante el análisis de esas fotografías se observó que los machos mayormente se encargaban del aporte de alimento y de forma muy puntual alimentaban a los pollos y por el contrario, eran las hembras quienes les alimentaban en el nido. Ver figura 2, arriba.

Al analizar las diferencias en el comportamiento entre machos y hembras teniendo en cuenta los periodos de la temporada reproductiva, se ha obtenido para esta especie y población que únicamente existen diferencias significativas durante el periodo Cuidado de

pollos para las actividades Incubación ( $t = -3.17$ ;  $p \text{ valor} < 0.05$ ) y Desconocido ( $t = 3.74$ ;  $p \text{ valor} < 0.05$ ). Ver Figura 4.



**Figura 4.** Inversión de los distintos sexos a cada actividad para los tres periodos analizados. Las actividades marcadas con un asterisco (\*) presentan diferencias significativas. Se representa la actividad (eje x) frente al porcentaje (eje y).

No se obtuvieron datos durante el periodo de prepuesta para las actividades incubación y en nido atiende pollos ya que durante ese periodo no existen huevos o pollos sobre los que realizar dichas actividades.

## 2. Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación

La fecha media de puesta en Aragón para los nidos estudiados es el 1 de Marzo habiendo utilizado únicamente las fechas de la puesta del primer huevo. Se observó la puesta más temprana el 19 de Febrero y la más tardía de 8 de Marzo (Tabla 4).

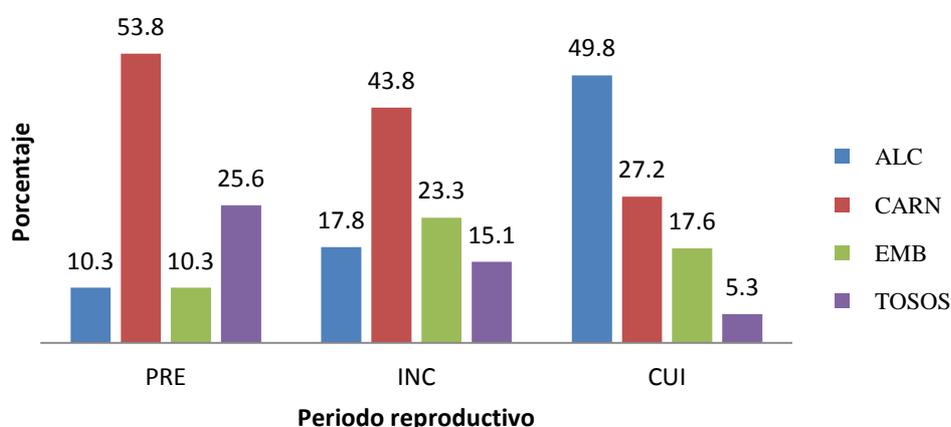
El tamaño de puesta medio de la población estudiada es 1.4 siendo las puestas de 2 huevos las más frecuentes (60%). La duración media de la incubación es de 43 días para los cuatro nidos en los que ha sido posible analizarla. Ver Tabla 3.

Localidad	Alcañiz	Carenas	Arens	Embid	Tosos	$\bar{X}$
Puesta del 1 <sup>er</sup> huevo	19-feb	03-mar		02-mar	08-mar	01-mar
Puesta del 2 <sup>o</sup> huevo	22-feb			06-mar	¿?	28-feb
Eclosión del 1 <sup>er</sup> huevo	02-abr	18-abr		13-abr	21-abr	13-abr
Eclosión del 2 <sup>o</sup> huevo	05-abr			15-abr		10-abr
Duración INC 1 <sup>er</sup> huevo	42	46		42	44	43.5
Duración INC 2 <sup>o</sup> huevo	42			40		41
Nº de pollos nacidos	2	1	0	2	1	1.2

**Tabla 3.** Fecha de puesta y eclosión de los huevos de los cinco nidos, duración de la incubación y número de pollos nacidos.

Se analizó el tiempo que invertía cada nido a los distintos periodos reproductivos. El tiempo invertido durante la prepuesta y la incubación por parte de ambos sexos es significativamente mayor para el nido de Carenas (53.8%). Los nidos de Alcañiz y Embid presentan una inversión similar durante los dos primeros periodos y en cambio, en el periodo de cuidado de los pollos es el nido de Alcañiz el que presenta una mayor actividad sobre cualquier otro (49.8% de la inversión dedicada a ese periodo). Figura 5.

### Inversión de cada nido a cada periodo



**Figura 5.** Porcentaje invertido por cada nido a los tres periodos de la temporada reproductiva.

Las temperaturas mínimas durante el periodo de incubación se registraron en el nido de Tosos. Los nidos localizados en Alcañiz y Carenas presentan unas temperaturas máximas y mínimas muy similares durante ese periodo. Ver tabla 4.

ALC		CARN		EMB		TOSOS	
Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min
20.8	10.78	21.02	10.54	17.56	11.53	16.2	10.3

**Tabla 4.** Temperaturas máximas y mínimas (en °C) obtenidas durante el periodo de incubación para las distintas localidades.

El éxito reproductor es de 1.2 pollos por pareja.

## DISCUSIÓN

### 1. Cuidado parental

#### *Nido vacío*

La mayor actividad por parte de los parentales en el nido se observa durante el periodo de incubación mientras que el nido se encuentra vacío con mayor frecuencia durante el cuidado de los pollos. Esto puede deberse a que durante la prepuesta los parentales deben defender el nido frente a competidores específicos que lo quieran ocupar. Como la defensa del nido no se realiza directamente sobre la plataforma (lo que activaría la cámara) sino desde áreas cercanas, el resultado es que no queda registrado cuando se encuentra el nido vacío.

#### *Análisis intrasexual del comportamiento*

Todos los ejemplares del mismo sexo presentan un comportamiento similar si no se tienen en cuenta los distintos periodos en los que se divide la temporada reproductora. En cambio, al analizar el comportamiento en los distintos periodos se observaron diferencias significativas tanto en machos como en hembras. Para los machos se encontraron diferencias significativas en las actividades en nido ignora pollos ( $T = 16.00$ ;  $P$  valor  $< 0.05$ ) durante la prepuesta y el cuidado de los pollos; en nido atiende pollos durante la incubación y en arreglo del nido durante la prepuesta. Los ejemplares del mismo sexo contribuyen en la misma proporción al cuidado de los pollos pero se distribuyen la inversión parental de diferente manera dependiendo del periodo en que se encuentren.

### *Análisis intersexual del comportamiento*

El tiempo invertido en el cuidado parental recae en un 81.5% sobre las hembras estudiadas siendo durante el periodo de incubación del 84.9% y llegando a superar el 94% de la inversión total durante el cuidado de los pollos. Este comportamiento también se ha observado en otras especies de rapaces como el águila imperial (Margalida et al., 2007).

Las actividades más frecuentes observadas durante la temporada de reproducción para hembras son Incubación y en Nido Atiende Pollos mientras que la actividad más frecuente en machos es en Nido Ignora Pollos. La incubación de los huevos, es una tarea que, como en otras rapaces, recae casi exclusivamente en la hembra (90% del tiempo total de incubación; Cramp y Simmons 1980). Para esta rapaz se observó que el macho apenas participa en la incubación (Pérez-Mellado et al., 1977). Durante el análisis de las fotografías obtenidas se observó que el macho hacía el relevo a la hembra durante unos pocos minutos mientras que ésta podía incubar durante horas seguidas. Probablemente sea el macho quien consigue el alimento para ambos mientras la hembra permanece en el nido y es durante el relevo cuando ésta se alimenta. Ese comportamiento se aprecia mejor a partir del mes de Abril, momento desde el cual se realizaron la mayor cantidad de aportes de alimento, pero en el presente estudio solamente se han analizado los datos hasta el 21 de Abril, fecha limitante marcada por el nido de Tosos, ya que en éste es donde se tiene lugar la puesta más tardía y se analizaron los datos hasta los 22 días después de la eclosión. El aporte de materia recae sobre ambos sexos prácticamente por igual, siendo la hembra quien participa más en el arreglo del nido mientras incuba y el macho quien realiza los aportes. Este comportamiento es contrario al descrito por Arroyo et al. en 1976.

Teniendo siempre en cuenta que las hembras permanecen un tiempo significativamente mayor en el nido durante la temporada reproductora (81.5% más que los machos a lo largo de toda la temporada para los nidos analizados), además existen diferencias significativas en el patrón de actividades tanto al analizar la temporada de reproducción completa como en los distintos periodos.

Durante la prepuesta no se observaron las actividades Incubación ni en Nido Atiende Pollos ya que durante ese periodo no hay huevos ni pollos sobre los que realizar las actividades mencionadas.

## **2. Fecha de puesta media, análisis del éxito reproductivo y duración incubación**

La fecha media de puesta para los nidos analizados en las localidades de Aragón estudiadas es el 1 de Marzo mientras que la fecha media de puesta de la población española es el 19 de febrero, pudiendo ocurrir desde mediados de enero hasta principios de abril (Arroyo et al. 1995, Ontiveros y Pleguezuelos 2003b).

La variación en la fecha está influenciada por la temperatura ambiental, existiendo una tendencia de fechas de puesta más tempranas en las parejas que crían a menor latitud o altitud (Arroyo et al. 1995, Gil-Sánchez 2000, Ontiveros 2000, Ontiveros y Pleguezuelos 2003b). La fecha de puesta más atrasada, el 8 de Marzo, se observó en la localidad de Tosos. Se trata de la localidad en la que se observaron temperaturas medias más bajas (16.2°C de máxima y 10.3°C de mínima ante una temperatura media máxima y mínima de 19.8°C y 10.9°C respectivamente para las otras localidades).

El periodo de incubación es de 37-40 días, prolongándose excepcionalmente hasta los 46 días (Arroyo et al. 1995). Los datos recopilados en el presente estudio estiman la duración de la incubación en 43 días, casi 5 días por encima de la media.

El éxito reproductor medio de la población española es de 1.17 pollos/pareja (del Moral 2006) y el obtenido para los cinco nidos es de 1.2 pollos/pareja. Ontiveros y Pleguezuelos (2003a) comprobaron que las parejas de territorios con mayor temperatura anual son las más productivas. Por ello existe un gradiente norte-sur en el éxito reproductor de las parejas siendo en Burgos de 0.36 pollos/pareja y en Murcia de 1.24 (Real y Mañosa, 1997). El alto éxito reproductor observado puede deberse al bajo número de nidos estudiados, siendo poco representativos de la situación en Aragón. La temperatura llega a explicar más del 95% de la variación de la productividad sufrida por la especie. La media de temperaturas más bajas máximas y mínimas se registraron en Tosos, localidad en la que se encuentra el único nido en el que no nació el segundo huevo.

El nido en árbol de Arens a pesar de ser un hecho poco frecuente en la Península, observado menos del 2% de los casos (Cabot et al., 1978; Borau y Beneyto, 1994; Palma, 1994; Arroyo et al., 1995) ha estado activo durante los últimos años. Los nidos de las localidades de Alcañiz, Carenas, Embid y Tosos se encontraron sobre roquedos, lugar donde la especie nidifica mayoritariamente en la Península. Por tanto, el hecho determinante del fracaso en la reproducción en la pareja de Arens puede ser debido a un cambio en uno de los miembros de la pareja al incorporarse un subadulto.

En Alcañiz y Embid se encuentran los únicos nidos estudiados en donde la puesta es de dos huevos y ambos pollos han salido adelante. Al tener el doble de pollos que los demás nidos, se espera que los parentales realicen una mayor inversión en el cuidado parental durante los periodos de incubación y cuidado de los pollos. Esto solo se cumple durante el último periodo de la temporada de reproducción en el nido localizado en Alcañiz. La pareja que más tiempo invierte durante los periodos de prepuesta e incubación es el localizado en Carenas, nido en el que solamente hay un pollo. Los diferentes esfuerzos invertidos en el cuidado parental pueden deberse a la experiencia de cada pareja ya que no se observa una correlación entre el número de pollos e inversión parental. Todas las parejas en las que se ha sacado adelante la puesta son parejas con miembros adultos y establecidas desde hace años (comunicación personal). Mientras que la única que ha fracasado es aquella que posee un subadulto y se ha establecido ese mismo año.

## **CONCLUSIONES**

Las observaciones aquí descritas constituyen la primera descripción del cuidado parental en nido del águila perdicera utilizando la técnica de fototrampeo. Para realizar un estudio más detallado es necesario un tamaño de muestra mayor.

Existen diferencias significativas en el tiempo que el macho y la hembra invierten en el cuidado parental permaneciendo éstas en el nido un 81.5% del tiempo total que el nido se encuentra ocupado. No existen diferencias en las actividades realizadas entre ejemplares del mismo sexo pero sí entre ambos durante toda la temporada de reproducción.

La fecha de eclosión de los huevos se produce 10 días después de la fecha media de las poblaciones españolas. Esta diferencia puede deberse al bajo tamaño de muestra pero además, las bajas temperaturas y las latitudes y altitudes mayores pueden ser otros factores que condicionan el momento de eclosión.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSSON, M. B. (1994). Sexual selection. Princeton University Press.

ARROYO, B., FERREIRO, E. & GARZA, V. 1995. El águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*) en España. Censo, reproducción y conservación. ICONA. Madrid

BirdLife International, 2009. Species factsheet: Porzana spiloptera. Fecha de consulta: 20/8/2009, (<http://www.birdlife.org>).

BirdLife International. 2004. Birds in Europe II: Population Estimates, Trends and Conservation Status. Wageningen (The Netherlands): BirdLife International.

BORAU, J. A., BENEYTO, A. (1994). Primer cas de nidificacio en abre d'aliga perdiuera *Hieraetus fasciatus* a Catalunya. Butlleti del Grup Catala d'Anellament, 11: 85-87.

CABOT, J., JORDANO, P, RUIZ, M., VILLASANTE, J. (1978). Nidificación de Águila perdicera (*Hieraetus fasciatus*, Viell.) en árbol. *Ardeola*, 24: 215-217.

CLUTTON-BROCK, T. H. (1991). The evolution of parental care. Princeton University Press.

COSTA, M. 2005. Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica. Planeta. Barcelona. España.

CRAMP, S. & SIMMONS, K. E. L. 1980. The Birds of Western Palearctic. Vol. II. Oxford University Press. Oxford

DECRETO 326/2011, de 27 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se establece un régimen de protección para el águila-azor perdicera (*Hieraetus fasciatus*) en Aragón, y se aprueba el Plan de recuperación.

DEL MORAL, J. C. (Ed.). (2007). El águila perdicera en España: población en 2005 y método de censo. SEO/BirdLife.

GARCÍA, V., MORENO-OPO, R., & TINTÓ, A. (2013). Sex differentiation of Bonelli's eagle *Aquila fasciata* in western europe using morphometrics and plumage colour patterns. *Ardeola*, 60(2), 261-277.

- GIL-SÁNCHEZ, J. M., MOLINO, F., VALENZUELA, G., & MOLEÓN, M. (2000). Demografía y alimentación del Águila-azor Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) en la provincia de Granada. *Ardeola*, 47(1), 69-75.
- MAÑOSA, S., REAL, J., CODINA, J. (1995). Age estimation and growth patterns in nestling Bonelli's eagles. *J. Raptor Res.*, 29: 273-275
- MARGALIDA, A. & BERTRAN, J. 2000a. Breeding behaviour of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus*: minimal sexual differences in parental activities. *Ibis* 142: 225–234.
- MARGALIDA, A., MARIANO GONZÁLEZ, L., SÁNCHEZ R., OTIA, J., & PRADA, L. (2007). Parental behaviour of Spanish Imperial Eagles *Aquila adalberti*: sexual differences in a moderately dimorphic raptor.
- MARTÍNEZ, S. R. (1983). Pisos bioclimáticos de España. *Lazaroa*, (5), 33-44.
- ONTIVEROS, D. (2000). Ecología de una población de Aguila Perdicera (*Hieraaetus fasciatus*) del sureste ibérico: plan de conservación (Doctoral dissertation, Ph. D. Thesis, Universidad de Granada).
- ONTIVEROS, D., & Pleguezuelos, J. M. (2003). Influence of climate on Bonelli's eagle's (*Hieraaetus fasciatus* V. 1822) breeding success through the Western Mediterranean. *Journal of Biogeography*, 30(5), 755-760.
- ONTIVEROS, D., REAL, J., BALBONTÍN, J., CARRETE, M., FERREIRO, E., FERRER, M., & SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A. (2004). Conservation biology of the Bonelli's Eagle in Spain: Research and management| *Biología de la conservación del Águila Perdicera Hieraaetus fasciatus en España: Investigación científica y gestión*. *Ardeola*, 51, 461-470.
- PALMA, L. (1994). Nidificación de águilas perdiceras sobre árboles en Portugal. *Quercus*, 98: 11-12.
- PEREZ-MELLADO, V., BUENO, J. M. & ARROYO, B. 1977. Comportamiento de *Hieraaetus fasciatus* en el nido. *Ardeola*, 23: 81-102.
- Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas. Madrid, Spain. *Boletín Oficial del Estado*, de, 23.