

FENOLOGÍA Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS DEL AGUILILLA CALZADA *HIERAAETUS PENNATUS* EN CATALUÑA CENTRAL (ESPAÑA)

Josep BOSCH*

SUMMARY.—*Phenology and breeding parameters of Booted Eagle Hieraaetus pennatus in central Catalonia (Spain).*

Aims: Booted eagle *Hieraaetus pennatus* is a recent colonization species in Catalonia. There is an incipient population in this region since lastest 1980's. Reproductive parameters was studied and compared with those obtained in the Tiétar valley (traditional breeding country in central Spain).

Location: Central Catalonia (north-east Spain).

Methods: Central Catalonia and Tiétar valley reproductive parameters were statistical compared by Student *t* test. Central Catalonia laying dates was correlated with mean rainfall and number of rainy days during pre-laying period and reproductive parameters (clutch size, hatchlings and mortality) with meteorological variables (mean rainfall and rainy days number) during all reproductive phases.

Results: For central Catalonia population no relationships were found between laying date and rainfall during pre-laying period. No differences were found for all studied reproduction parameters related with weather in several reproduction phases. A comparison of these results showed a higher productivity as Tiétar valley population (central Spain).

Conclusions: The higher breeding success of central Catalonia population than Tiétar valley population is probably due that Booted Eagle is density-dependent. Central Catalonia population is an incipient population that still has not reached regular breeding densities in occupied habitat, being lower than Tiétar valley breeding density. However, to a certain extent Booted Eagle breeding success is also probable conditioned for local climatic and topographic peculiarity.

Key words: Booted eagle, breeding success, breeding density, phenology, *Hieraaetus pennatus*.

RESUMEN.—*Fenología y parámetros reproductivos del Aguililla Calzada Hieraaetus pennatus en Cataluña central (España).*

Objetivos: El Aguililla Calzada *Hieraaetus pennatus* es una especie de reciente colonización en Cataluña. Existe una incipiente población en esta región establecida desde finales de los años ochenta. Se han estudiado los parámetros reproductivos de esta población y se han comparado con los obtenidos por otro estudio en el valle del Tiétar (lugar tradicional de cría del centro de España).

Localidad: Cataluña central (Noreste de España).

Métodos: Se han comparado estadísticamente los parámetros reproductivos de la población del valle del Tiétar y de Cataluña mediante el test de la *t* de Student. Para la población calalana se estudió la correlación entre la fecha de puesta con la precipitación media y el número de días con lluvia durante el periodo de prepuesta y los parámetros reproductivos (tamaño de puesta, tamaño de nidada en la eclosión y mortalidad) con las variables meteorológicas (precipitación media, número de días de lluvia) en las distintas fases de la reproducción.

Resultados: Para la población catalana, no se encontró relación entre la fecha de puesta y las variables meteorológicas (precipitación media y número de días con lluvia) en el periodo de prepuesta. Los análisis de correlación entre los parámetros reproductivos (tamaño de puesta, tamaño de nidada en la eclosión y mortalidad) y las variables meteorológicas (precipitación media, número de días de lluvia) en las distintas fases de la reproducción tampoco han dado lugar a resultados significativos. Los parámetros reproductivos (tamaño de puesta y de nidada en la eclosión) son significativamente mayores en la población estudiada en Cataluña que en el Valle del Tiétar, mientras que la mortalidad es significativamente menor en Cataluña.

Conclusiones: El elevado éxito reproductor de la población catalana de Aguililla calzada respecto a la del valle del Tiétar es debido probablente a que depende de la densidad. La incipiente población de Cataluña central, no ha alcanzado aún densidades regulares estables en el hábitat ocupado, siendo estas densidades muy bajas respecto a las dadas para el valle del Tiétar. Sin embargo, en menor medida el éxito reproductor del Aguililla calzada está probablemente condicionado por la influencia de las particularidades climáticas y topográficas de cada localidad.

Palabras clave: Aguililla calzada, éxito reproductor, densidad reproductiva, fenología, *Hieraaetus pennatus*.

* Carretera de Navarcles, 43, Santpedor, Barcelona, España. e-mail: jboschprat@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

En la década de los setenta el Aguililla calzada *Hieraaetus pennatus* era considerada un ave rara en Cataluña (Borràs *et al.*, 1976), siendo por contra, una de las especies de rapaces más abundantes de la zona centro-occidental de la península Ibérica (Garzón, 1973; De Juana, 1989). De los pocos datos publicados durante los ochenta (C.R.P.R., 1983; Muntaner *et al.*, 1984), se deduce la probable reproducción de la especie, en la zona sur de Cataluña (Zona del Ebro y los puertos de Tortosa y Beceite) y en el oeste de la provincia de Lleida, en zonas limítrofes con Aragón. El primer indicio de reproducción probable en Cataluña central se produce en abril de 1988, con la observación de un individuo posado en un nido reparado, en Sant Mateu de Bages, comprobándose la reproducción al año siguiente (Bosch & Malagarriga, 1991). Posteriormente, se constata la consolidación de una población en la Cataluña central (Borràs & Junyent, 1993; Bosch, 1997; Aymerich & Santandreu, 1998), la cual ha sido objeto de estudio. Existían ya, citas en época reproductora de la especie en la zona, anteriores a 1988 (Borràs & Junyent, 1993; Aymerich & Santandreu, 1998), lo que lleva a pensar en que puntualmente ya venía reproduciéndose con anterioridad. A finales de los noventa se ha comprobado también su reproducción en las comarcas de Alta Ribagorça, Pallars Sobirà y Segarra (Copete, 2000; Martínez Vilalta, 2001). Por otro lado, las obras generales publicadas en los noventa no reflejan esta nueva situación de manera clarificadora. Así, el atlas (Purroy, 1997) menciona la población de Cataluña como prácticamente inexistente, aunque en el mapa están marcadas algunas cuadrículas del sur y del oeste de Cataluña, como reproductor probable, según los criterios del Atlas. El atlas europeo (Hagemeijer & Blair, 1998) aporta datos más claros, pero la información geográfica es también muy pobre. Últimamente, en el nuevo atlas de las aves reproductoras de España (Martí & Del Moral, 2003) ya aparece la distribución actual de la población catalana, con los datos aportados desde el nuevo atlas de Cataluña (ICO, *in prep.*) de próxima aparición.

En el presente trabajo, se presentan resultados sobre la fenología y parámetros reproductivos de la incipiente población nidificante en la Ca-

taluña central en el periodo 1990-2001 y se comparan con los datos obtenidos en el valle del Tiétar (provincia de Ávila; 1996-1998) en una zona tradicional de cría de la especie en la península Ibérica (García Dios & Viñuela, 2000). Como consecuencia del notable éxito reproductor conseguido por la población de la Cataluña central respecto a la del valle del Tiétar, se analizan y discuten para ambas poblaciones los resultados obtenidos en relación con dos factores que pueden condicionar la evolución de estos parámetros: 1) los efectos de la precipitación sobre el éxito reproductor (Garzón & Araújo, 1972; Ojanen, 1979; Mearns & Newton, 1988; Steenhof *et al.*, 1997); 2) los efectos de la densidad de población sobre el éxito reproductor (Hiraldo & González Grande, 1987; Newton, 1979; Simmons, 1988; Simmons, 1993).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio abarca parte de las comarcas del Bages, Solsonés, Anoia, Berguedà y la Segarra (Cataluña central; Noreste de España). Los principales usos del suelo son el forestal y la agricultura cerealista de secano. Los terrenos forestales representan alrededor del 73% de la superficie del suelo, excepto en la comarca de la Segarra, dónde predomina la agricultura cerealista, ocupando los bosques un 32,2% de la superficie. La masa forestal es de carácter fundamentalmente submediterráneo, destacando extensos y uniformes pinares de Pino negral *Pinus nigra*, con algunas manchas de Pino silvestre *Pinus sylvestris* en las vertientes umbrías de la zona central y oriental. Los pinares de Pino silvestre *Pinus sylvestris*, son más frecuentes hacia el norte y hacia la zona oriental, fuera ya del área de estudio. En las solanas predomina el Pino carrasco *Pinus halepensis* compartiendo hábitat con el Pino piñonero *Pinus pinea* en determinadas zonas. Las masas de Pino negral son comunidades secundarias surgidas al reiterarse el proceso histórico de roturación de la primitiva vegetación de Robles *Quercus faginea* y *Quercus pubescens* en los valles y las laderas umbrías, y de encinares *Quercus ilex rotundifolia* en las cumbres más soleadas y xerófilas. Intercalados entre estas formaciones boscosas se encuentran campos de cultivo cerealista, alternados en algunas zonas con Almendros *Prunus dulcis* y Olivos *Olea*

europaea. En los últimos años, algunos de estos cultivos se han transformado en campos de forraje para el ganado bovino.

Las Aguilillas Calzadas llegan a las zonas de cría entre la última semana de marzo y la primera quincena de abril (*obs. pers.*). Los datos del presente estudio se obtuvieron durante los meses de abril a agosto de 1990-2001, estudiando 27 nidificaciones de 6 parejas distintas, en un área que comprende 1.600 km² (Fig. 1). Se han utilizado los criterios del Atlas (Muntaner *et al.*, 1984) para determinar las parejas potencialmente reproductoras sin reproducción confirmada. Las observaciones de los nidos se realizaron con prismáticos (8x a 12x), a unas distancias comprendidas entre 30 y 50 metros, sin acceder a ellos en ningún caso, en visitas

muy breves no superiores a los 15 minutos y siempre con climatología óptima. El número medio de visitas por nido ha sido de tres y en fechas clave, inicio de la incubación, primeros días después de la eclosión y al abandonar los pollos el nido. Se determinó la fecha de puesta visitando los nidos en fechas estimadas para la puesta, con base a la experiencia adquirida y la bibliografía existente, y se anotó si había sido completada la puesta. El tamaño de puesta se determinó en la última visita realizada. Teniendo en cuenta un período de incubación medio de 37 días por huevo (Cramp & Simmons, 1980), se volvieron a visitar los nidos en las fechas estimadas de eclosión. Si esta no se había producido se realizaban más visitas, a intervalos de dos días, hasta comprobar la eclo-

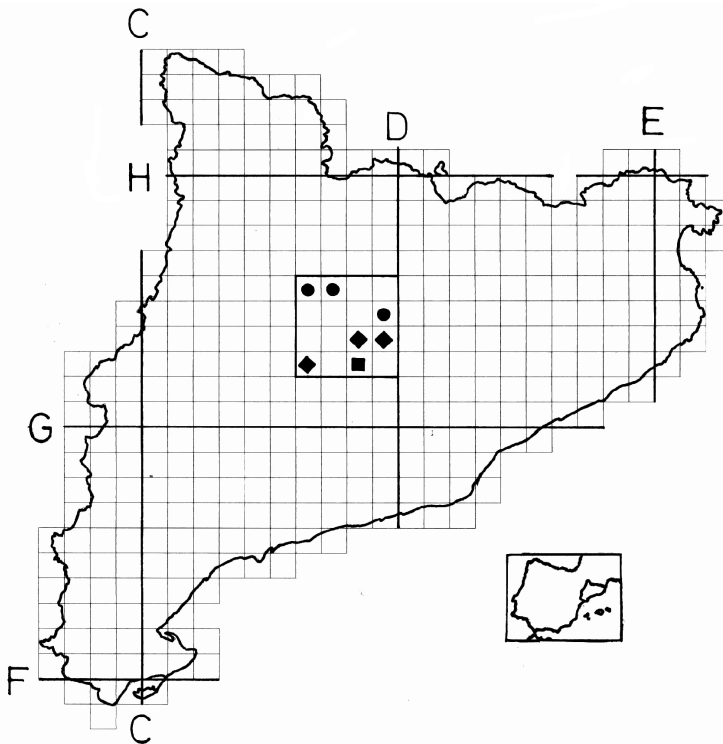


FIG. 1.—Mapa del área de estudio (1.600 km²) en Cataluña (Noreste de la península Ibérica). El área de estudio está dividida en 16 cuadrículas U.T.M. (10 × 10 km) en las que se ha representado la evolución de las nidificaciones comprobadas, en periodos de cuatro años, mediante diferentes símbolos para cada grupo de años: 1990-93 = Cuadrado, 1994-97 = Círculo, 1998-01 = Rombo.

[Study area map (1.600 km²) in Catalonia (Northeast of Iberian Peninsula). The study area is divided in 16 U.T.M. cells (10 × 10 km), on which is has been symbolised the evolution of successful breeding pair in four year periods: 1990-93 = Square, 1994-97 = Circle, 1998-01 = Rhomb.]

sión. En 9 de 27 intentos de nidificación no se ha podido determinarse la fecha aproximada de puesta o la fecha aproximada de eclosión por falta de control o por fracaso (depredación o pérdida de puesta).

Para todos los nidos controlados se dispone del tamaño de puesta, número de pollos nacidos y número de pollos muertos en cada nido por causas conocidas (mortalidad). Así, se pudo calcular el éxito de eclosión (porcentaje de huevos puestos que han dado lugar a pollos nacidos), éxito de nidada (porcentaje de pollos nacidos que resultan en pollos volados por nido), éxito reproductor (porcentaje de huevos puestos que resultan en pollos volados por nido) y productividad (número de pollos volados / número total de nidificaciones) de la población estudiada.

Se han utilizado los datos meteorológicos facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología y el Servei Català de Meteorologia (Tabla 1): estaciones de Castelltallat (860 m s.n.m.), Solsona (700 m s.n.m.), Serrateix (700 m s.n.m.) y Cervera (560 m s.n.m.). Se han utilizado los datos más próximos a cada nido, con una distancia media entre las estaciones meteo-

rológicas y los nidos de $7.750 \text{ m} \pm 3.940 \text{ m}$ (media \pm desviación típica). Las variables meteorológicas (días de lluvia y precipitación media) se han calculado para tres periodos: 1) periodo de pre-puesta de 45 días, teniendo en cuenta las observaciones más tempranas hechas en Cataluña de aves en el paso pre-nupcial, 2) periodo de incubación, y 3) periodo de cría de los pollos.

Análisis estadísticos

Para realizar los análisis estadísticos ciertos parámetros reproductivos (tamaño de puesta, número de pollos nacidos y mortalidad) han sido transformado logarítmicamente ($\log(x + 1)$), puesto que dan lugar a una distribución sesgada. Las relaciones entre los parámetros reproductivos y las variables meteorológicas se han analizado mediante correlaciones de Pearson. Para comparar las poblaciones de Cataluña (presente estudio; 1990-2001) y el valle del Tiétar (1996-1998; García Dios & Viñuela, 2000), se han realizado test de la *t* de Student, incluyendo para Cataluña

TABLA 1

Precipitación media y número de días de lluvia en las diferentes fases de la reproducción de las poblaciones de Cataluña central y del valle del Tiétar durante el periodo de estudio.

[Mean Rainfall and number of rainy days on the different breeding reproduction phases in Central Catalonia and Tiétar valley populations during the study period.]

Año [Year]	Pre-puesta [Pre-laying]		Incubación [Incubation period]		Pollos en el nido [Nestling period]	
	mm [mm]	días de lluvia [rainy days]	mm [mm]	días de lluvia [rainy days]	mm [mm]	días de lluvia [rainy days]
Cataluña central [Central Catalonia]						
1995	0,2 \pm 0,3	1,0 \pm 1,4	92,0 \pm 38,9	9,5 \pm 0,7	58,3 \pm 15,2	8,0 \pm 1,4
1996	77,2 \pm 36,4	11,5 \pm 2,1	120,2 \pm 3,8	13,5 \pm 0,7	108,8 \pm 37,2	12,0 \pm 1,4
1997	42,1 \pm 7,9	4,0 \pm 1,7	22,1 \pm 12,5	7,3 \pm 4,0	128,8 \pm 26,4	14,7 \pm 1,2
1998	47,9 \pm 9,7	9,5 \pm 5,3	60,3 \pm 10,7	11,3 \pm 5,0	24,7 \pm 15,1	5,8 \pm 1,7
1999	44,4 \pm 12,8	11,0 \pm 4,4	110,0 \pm 11,8	14,8 \pm 2,2	26,9 \pm 11,5	8,0 \pm 2,0
2000	94,1 \pm 1,2	16,0 \pm 2,8	80,3 \pm 40,6	12,0 \pm 2,8	120,6 \pm 12,0	7,5 \pm 3,5
2001	48,9 \pm 31,8	6,3 \pm 4,2	116,0 \pm 19,7	12,7 \pm 2,9	45,8 \pm 10,5	7,3 \pm 2,3
Valle del Tiétar [Tietar valley]						
1996	104,6 \pm 38,8	8,7 \pm 3,3	185,4 \pm 75,9	11,2 \pm 5,9	1,7 \pm 2,3	0,9 \pm 0,6
1997	70,1 \pm 49,4	4,5 \pm 3,9	172,6 \pm 70,3	17,4 \pm 5,8	65,5 \pm 61,5	5,5 \pm 4,7
1998	98,4 \pm 62,5	10,8 \pm 7,3	210,0 \pm 83,7	16,5 \pm 5,6	49,1 \pm 78,9	2,7 \pm 4,4

central todos los fracasos reproductores, sea cual sea la causa que los ha producido. Para el cálculo del tamaño de puesta en la población del valle del Tiétar (García Dios & Viñuela, 2000) se han tenido en cuenta todas las puestas con al menos un huevo. En nuestra área de estudio por causa de fracasos reproductores, como pérdidas de puesta, tamaño de puesta desconocido y nidos con mortalidad desconocida, los tamaños de muestra de las variables estudiadas presentan un menor tamaño con respecto al número total de nidificaciones controladas. Los valores se han dado como media \pm desviación típica. Todos los análisis estadísticos se han realizado utilizando el programa informático MINITAB.

RESULTADOS

En la población estudiada en el centro de Cataluña, a partir de la primera reproducción comprobada en 1989, se han localizado diez parejas más con reproducción confirmada, 2 en 1995, 1 en 1996, 2 en 1997, 1 en 1998 y 4 en el 2001, situadas en 9 cuadrículas U.T.M. (10×10 km) distintas y englobadas en una zona que comprende 2.500 km². Según lo establecido en la metodología dada por Muntaner *et al.* (1984), en 6 cuadrículas más se han detectado parejas potencialmente reproductoras y en otras 13 cuadrículas se ha detectado la presencia de la especie en época reproductora, pero observándose solamente individuos solos, cazando o bien desplazándose sin denotar conducta reproductora (*obs. pers.*).

Fenología de puesta en Cataluña central

La fecha media de puesta para las parejas en las que se pudo determinar ($n = 18$) fue el 23 de abril \pm 8 días (Fig. 2). No existe una relación entre la fecha de puesta y la precipitación media ($r = -0,065$, $n = 18$, $P = 0,79$) o el número de días de lluvia ($r = 0,089$, $n = 18$, $P = 0,73$) en el periodo de pre-puesta.

Parámetros de reproducción en Cataluña central

El tamaño de puesta ha sido de $1,96 \pm 0,21$ huevos ($n = 23$), con un 95,7% de puestas de dos huevos y un 4,3% de un huevo. El tamaño

de nidada tras la eclosión ha sido de $1,83 \pm 0,39$ pollos ($n = 23$), con dos pollos nacidos en el 82,6% de los casos y de un solo pollo en el 17,4% de los casos. Los éxitos de eclosión, de nidada y reproductor fueron del 93,3%, 92,86% y 86,7%, respectivamente ($n = 23$). El número de pollos emancipados fue de 1,48 pollos ($n = 27$). Los análisis de correlación entre los parámetros reproductivos (tamaño de puesta, tamaño de nidada en la eclosión y mortalidad) y las variables meteorológicas (precipitación media, número de días de lluvia) en las distintas fases de la reproducción no han dado lugar a resultados significativos (todas las $P > 0,18$).

De los cinco fracasos reproductores producidos en veintisiete reproducciones controladas, dos de ellos han sido depredaciones de los pollos con una edad superior a un mes, encontrándose restos de plumas en crecimiento debajo de los nidos o en los alrededores. Para los tres restantes, debajo de los nidos no se encontraron restos, ni deyecciones que pudieran dar alguna información del como, cuándo y porqué se produjeron los fallos. Lo que es seguro es que estos fracasos se deben a puestas malogradas o por muerte de los pollos al poco tiempo de nacer.

Comparación de los parámetros de reproducción con los obtenidos en el Valle del Tiétar

El tamaño de puesta y de nidada en la eclosión son significativamente mayores en la población estudiada en Cataluña que en el Valle del Tiétar (Tabla 2), mientras que la mortalidad es significativamente menor en Cataluña (Tabla 2). En los datos del Valle del Tiétar, no están incluidos los fracasos reproductores producidos en diferentes fases de la reproducción ($n = 7$), inducidos por causas distintas a la gestión forestal (García Dios & Viñuela, 2000), por lo que de haberse contabilizado estos, la mortalidad aún sería mas elevada.

DISCUSIÓN

Actualmente el Aguililla Calzada está ampliamente distribuida por toda Cataluña central, con un número de parejas nidificantes aún muy moderado, si bien podría estar infravalorado por los hábitos discretos de la especie en la zona

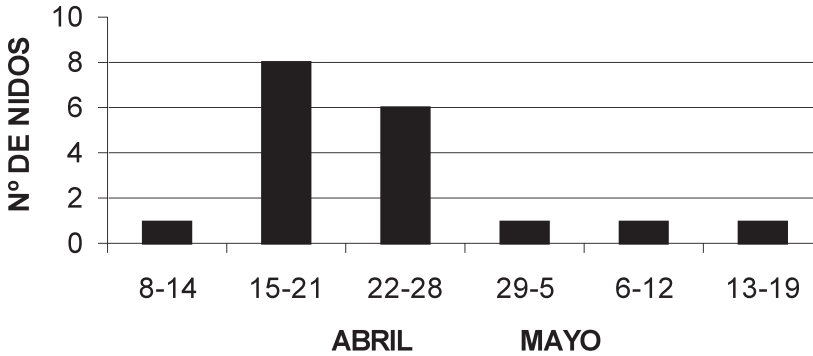


FIG. 2.—Número de intentos reproductivos en relación a la fecha de puesta. Las fechas están agrupadas en periodos de siete días.

[Breeding attempts in relation to laying date. Dates are grouped in periods of seven days.]

TABLA 2

Parámetros reproductivos (media \pm DT) del Águila calzada en Cataluña central (1990-2001) y para el Valle del Tiétar (España central; 1996-1998). Los tamaños de muestra se dan entre paréntesis.

[Breeding parameters (mean \pm SD) of Booted Eagle in central Catalonia (1990-2001) and Tiétar valley (central Spain; 1996-1998). Sample sizes are in parenthesis.]

	Cataluña	Valle del Tiétar	<i>t</i>	<i>P</i>
Tamaño de puesta [Clutch size]	1,96 \pm 0,21 (23)	1,78 \pm 0,42 (49)	2,44	0,017
N.º de pollos nacidos [Hatchlings]	1,83 \pm 0,39 (23)	1,43 \pm 0,73 (51)	3,20	0,002
Mortalidad [Mortality]	0,13 \pm 0,46 (23)	0,50 \pm 0,64 (40)	2,96	0,004

estudiada. La población parece ir en aumento, tendencia también apreciada por D. Gómez (*obs. pers.*) en la provincia de Huesca, en consonancia con el incremento de las poblaciones de Águila calzada de Europa occidental en las últimas décadas (Carlson, 1996; Suárez *et al.*, 2000). El hecho de nidificar en grandes árboles de bosques extensos y tranquilos, la tolerancia con otras parejas de su especie y de otras especies de rapaces a la hora de nidificar (Bosch, 1997; Carlson, 1984; Garzón, 1973; Hiraldo & González Grande, 1987; Iribarren, 1975; Steyn & Grobler, 1981; Suetens & van Groenendaal, 1969), su ausencia durante la época de máxima presión cinegética, la fragmentación del hábitat (Sánchez-Zapata & Calvo, 1999; Suárez *et al.*, 2000), su variada alimentación y capacidad para explotar ecosistemas di-

versos, hacen pensar en un progresivo aumento de la densidad en las áreas ya colonizadas de la zona estudiada, donde existen un gran número de zonas no ocupadas por la especie potencialmente aptas para la nidificación, según se desprende de los requerimientos de hábitat del Águila calzada en el estudio de selección del hábitat de nidificación (*obs. pers.*).

En el centro de Cataluña no se ha encontrado relación alguna entre la fecha de puesta y la cantidad de precipitación o el número de días de lluvia durante el período de pre-puesta. Sin embargo, en algunas especies las precipitaciones abundantes durante los tres meses anteriores a la puesta, pueden provocar un retraso de esta e incluso una disminución de su tamaño (Garzón & Araujo, 1972; González, 1991; Mearns & Newton, 1988; Newton, 1979; Ojanen, 1979;

Steenhof *et al.*, 1997). Viendo los promedios de precipitación y número de días de lluvia, para un período de 45 días de pre-puesta (Tabla 1), se puede observar que se trata de lluvias moderadas, seguramente insuficientes para condicionar algún retraso en la fecha de puesta. Por otro lado, los análisis de correlación relacionando los diferentes parámetros reproductivos con la precipitación o el número de días de lluvia tampoco mostraron relaciones significativas.

Al comparar los resultados de los diferentes parámetros indicadores del éxito reproductor entre la población estudiada en Cataluña y la del Valle del Tiétar (García Dios & Viñuela, 2000), encontramos que son significativamente superiores en Cataluña. La mortalidad es significativamente inferior en Cataluña, con una tasa del 7,14% y en cambio muy alta el Valle del Tiétar, con un 30,3%. En el periodo de estudio del Valle del Tiétar (1996-98), 20 de un total de 66 pollos nacidos de 40 nidadas murieron en el nido (exceptuando un pollo muerto a causa de la gestión forestal), presumiblemente a causa de que en los años lluviosos durante el período de crecimiento de los pollos se reduce la capacidad de aporte de presas por parte de los adultos (García Dios & Viñuela, 2000), fomentando los fenómenos de fraticidio y muerte por inanición. Este factor parece explicar la alta tasa de mortalidad observada en esa población, ya que los fracasos provocados por otras causas (caída del nido, expolios, molestias, otras rapaces, etc.) fueron excluidos del estudio (García Dios & Viñuela, 2000). La mortalidad en el nido comprobada en la población de Cataluña central ha sido exclusivamente producida por la depredación y probablemente en dos casos por elevadas precipitaciones a los pocos días de nacer los pollos, no constatándose ningún caso de muerte por inanición, ni observándose agresividad alguna entre los hermanos. Basándose en esto y examinando los datos de precipitación y número de días de lluvia en el período de crecimiento de los pollos, destacan en Cataluña el mayor número de días de lluvia en ese período y para algunos años, la elevada precipitación, la cual llega a doblar a las dadas para el valle del Tiétar en los años más desfavorables (Tabla 1), dando lugar por contra, a excelentes resultados en el éxito reproductor. Con todo, no es conveniente extrapolar o comparar los efectos de la meteorología, incluso entre zonas muy próximas, puesto que pueden dar lugar a

resultados muy diferentes en un mismo parámetro (Zuberogoitia, 2000). Sin embargo, cabe mencionar una circunstancia que puede ayudar a explicar estos resultados contradictorios. Aún con los observatorios meteorológicos situados entre los 500 y los 900 m s.n.m. para las dos zonas, la elevada desviación típica que presentan las medias de precipitación en el periodo de pollos en el nido (Tabla 1) en los observatorios del valle del Tiétar (450 km²) en relación a los de nuestra zona (1.600 km²), denota una gran variabilidad de las precipitaciones en y por debajo de la cota 900 m. s.n.m., típico de repentinas tormentas veraniegas que pueden afectar determinados nidos, mojando y enfriando rápidamente a los desprotegidos pollos (Newton, 1979). De acuerdo con esto, en 1996, en el que la precipitación en ese periodo fue insignificante, la mortalidad en el nido fue nula (García Dios & Viñuela, 2000). En conclusión, la precipitación durante el período de estancia de los pollos en el nido no es una causa determinante del éxito reproductor en la Cataluña central y si en cambio uno de los factores a tener en cuenta como causa probable de parte de los fracasos de la población del valle del Tiétar.

Otro factor, posiblemente el más versemblante, que puede explicar las diferencias en éxito reproductor entre las dos poblaciones es la densidad de población. La población de la Cataluña central presenta densidades muy bajas, con los nidos estudiados muy separados, a unas distancias que oscilan entre los 9.500 m y los 14.000 m. Contrariamente, en el centro de España esta especie es muy abundante y se dan densidades muy elevadas para algunas zonas, del orden de 1 pareja por 0,67 km², con algunos nidos separados por tan solo 100 m (Garzón, 1973; Noval, 1975). Para otras zonas se dan densidades de un máximo de 1 pareja por 0,8 km² y de un mínimo de 1 pareja por 15 km² (Hiraldo & González Grande, 1987). En el valle del Tiétar, la densidad correspondiente al término municipal de Candeleda es de 1 pareja por 3,2 km² en un área de 16 km² y la que engloba los términos municipales de El Hornillo, El Arenal, Guisando y parte de Arenas de San Pedro y Monbeltrán es de 1 pareja por 2,03 km² en un área de 65 km² (García Dios, *obs. pers.*), densidades que pueden considerarse muy elevadas, con una proporción de aproximadamente un 68% de parejas que se reproducen. En algunas especies de rapaces, la interacción entre

parejas cercanas de poblaciones con densidad elevada, esta significativamente relacionada con la disminución del éxito reproductor de estas, pudiendo incluso darse casos de fracaso reproductor completo (Newton, 1979). Las parejas reproductoras de poblaciones con densidad elevada tienden a poner un menor número de huevos, de menor tamaño y a intervalos mayores, fomentando esto último los fenómenos de cainismo, fratricidio y monopolización de las presas por el mayor de los pollos (Del Hoyo *et al.*, 1994; Hiraldo & González Grande, 1987; Simmons, 1988). En África meridional, para varias poblaciones de Aguila de Wahlberg (*Hieraetus wahlbergi*), rapaz africana de similar tamaño, se ha demostrado que el éxito reproductor y la proporción de parejas que se reproducen están negativamente relacionados con la densidad de población (Simmons, 1993). El Aguililla calzada está descrita como una especie fratricida facultativa (Simmons, 1988) y aunque estas agresiones no son siempre fatales, derivan en una jerarquización y en una monopolización de las presas por el pollo más grande (Steyn & Grobler, 1981; García Dios, *obs. pers.*) que puede desencadenar en la muerte por inanición del pollo más pequeño (Cramp & Simmons, 1980; Newton, 1979; Brown & Amadon, 1968), especialmente en años en que el alimento escasee.

Otro factor a tener en cuenta, es el acusado gradiente altitudinal (300-2.594 m) de la zona de estudio del valle del Tiétar, que provoca marcados contrastes climáticos y de vegetación en distancias lineales muy cortas (10 a 15 km), que también podría afectar al éxito reproductor de algunas parejas. Aunque el nido estudiado situado a mas altura esta a 1.100 m s.n.m. y el resto por debajo de los 1.000 m s.n.m.(García Dios, *com. pers.*), la acusada competencia derivada de la alta densidad de población podría relegar a algunas parejas a explotar zonas o enclaves menos productivos, traduciéndose en una disminución de su éxito reproductor (Newton, 1979), dada la movilidad de esta especie que puede llegar a desplazarse hasta 20 km del nido para cazar, según se desprende de los datos proporcionados por ejemplares radiomarcados (Martínez, 2002). En cambio, en Cataluña central el gradiente altitudinal es moderado (300-1.100 m) con todos los nidos situados entre las cotas 640 m. y 940 m. s.n.m., siendo las diferencias en el clima y en la vegetación poco

contrastadas y con distancias mucho mayores. En el Gavilán (*Accipiter nisus*) está comprobado que crían mejor los que nidifican en las zonas bajas de los valles, que los que lo hacen a mayor altitud (Newton, 1979). En las zonas bajas las puestas se producen más temprano, el tamaño de puesta y el número de huevos eclosionados es mayor, una mayor proporción de nidos produce pollos, con una mayor supervivencia de estos y la mayoría de las parejas se reproduce anualmente. El resultado es que la productividad real de las parejas de las zonas bajas llega a doblar a las de las zonas más altas. Estos resultados están directamente asociados en las diferencias de la disponibilidad de presas, que en las zonas bajas llegan a superar en casi el triple a las zonas altas (Newton, 1979).

La densidad de población parece ser la principal causa de las notables diferencias en el éxito reproductor de ambas poblaciones, quedando su demostración definitiva en manos de investigaciones futuras, cuándo se puedan relacionar con datos de densidades y éxitos reproductores de otras poblaciones peninsulares. Sin embargo, no hay que desestimar la mas que probable influencia de la particular topografía y meteorología de la zona del valle del Tiétar, añadida a prácticas forestales insostenibles, en los resultados del éxito reproductor de esta población de Aguililla calzada (García Dios & Viñuela, 2000).

AGRADECIMIENTOS.—Desde estas líneas quiero expresar mi agradecimiento a Pere Sucarrats, Pere Aymerich y Toni Cabrera por la colaboración prestada en la obtención de los datos que han hecho posible este trabajo, acompañándome en muchas ocasiones en las salidas al campo. También la especial colaboración del Dr. Josep Freixas Bosch del Departamento de Matemáticas de la Escola Universitària Politècnica de Manresa en el tratamiento estadístico de los datos y las recomendaciones y consejos de tres asesores anónimos, han sido de gran ayuda para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- AYMERICH, P. & SANTANDREU, J. 1998. *Fauna del Berguedà*. Berga: Ambit de Recerques del Berguedà.
- BORRÁS, A., DE JUAN, A., BRIEGA, J. M. & VIDAL, A. 1976. Sobre fenología, status y distribución de accipitriformes (aves) en la provincia de Barcelona. *Miscel-lania Zoològica*, 4: 265-298.

- BORRÁS, A. & JUNYENT, F. 1993. *Vertebrats de la Catalunya Central*. Regió 7 —llibres— & Fundació Caixa de Manresa.
- BOSCH, J. 1997. Aguila Calzada *Hieraetus pennatus* y Azor Común *Accipiter gentilis* compartiendo la misma área de cría. *Bulletí del Grup Català d'Anellament*, 14: 43-46.
- BOSCH, J. & MALAGARRIGA, A. 1991. Àguila calçada *Hieraetus pennatus* i Noticiari Ornitològic de Catalunya 1990. *Siboc*, 9: 45.
- BROWN, L. H. & AMADON, D. 1968. *Eagles, hawks and falcons of the world*. Feltham.
- CARLON, J. 1984. Observations sur le comportement de l'Aigle Botté. *Alauda*, 52: 189-203.
- CARLON, J. 1996. Response of Booted eagles to human disturbance. *British Birds*, 89: 267-274.
- COPETE, J. L. (Ed.) 2000. *Anuari d'ornitologia de Catalunya*. 1997. Barcelona: Grup Català d'Anellament.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K. E. L. (Eds.) 1980. *The Birds of the Western Palearctic, Vol. II*. Oxford University Press. Oxford.
- C.R.P.R. (Centre de Recerca i Protecció de Rapinyaires) 1983. Distribución y efectivos de las Accipitriformes en Catalunya. *Conference on birds of prey*. Thessaloniki, Greece, 26-29 abril 1982.
- DE JUANA, F. 1989. Situación actual de las rapaces diurnas (Orden Falconiformes) en España. *Ecología*, 3: 237-292.
- DEL HOYO, J., ELLIOT, A. & SARGATAL, J. (Eds.) 1994. *Handbook of the Birds of the World. Vol. 2*. Lynx Edicions. Barcelona.
- GARCÍA DIOS, I. S. & VIÑUELA, J. 2000. Efecto de la gestión forestal sobre el éxito reproductor del Aguillilla Calzada (*Hieraetus pennatus*) en el valle del Tiétar. *Ardeola*, 47: 183-190.
- GARZÓN, J. 1973. Las Falconiformes en España Central. *Ardeola*, 19: 279-330.
- GARZÓN, J. & ARAUJO, J. 1972. El clima y su posible influencia sobre las aves de presa (Falconiformes y Strigiformes) en España central (Primavera 1971). *Ardeola*, 16: 193-213.
- GONZÁLEZ, L. M. 1991. *Historia Natural del Aguila Imperial Ibérica*. ICONA. Madrid.
- HAGEMELER, W. J. M. & BLAIR, M. J. 1998. *The EBCC Atlas of European Breeding Birds*. T. & A.D. Poyser. London.
- HIRALDO, F. & GONZÁLEZ GRANDE, J. L. 1987. *Las Rapaces Ibéricas*. Fonat. Madrid.
- IRIBARREN, J. J. 1975. Biología del Águila Calzada (*Hieraetus pennatus*) durante el período de nidificación en Navarra. *Ardeola*, 21: 305-320.
- MARTÍ, R. & DEL MORAL, J. C. (Eds.) 2003. *Atlas de las Aves Reproductoras de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-S.E.O. Madrid.
- MARTÍNEZ, J. E. 2002. Ecología del águila calzada *Hieraetus pennatus* en ambientes mediterráneos. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- MARTÍNEZ VILALTA, A. (Ed.) 2001. *Anuari d'ornitologia de Catalunya*. 1998. Grup Català d'Anellament. Barcelona.
- MEARNS, R. & NEWTON, I. 1988. Factors affecting breeding success of peregrines in Scotland. *Journal of Animal Ecology*, 57: 903-916.
- MUNTANER, J., FERRER, X. & MARTÍNEZ-VILALTA, A. 1984. *Atlas dels ocells nidificants de Catalunya i Andorra*. Ketres. Barcelona.
- NEWTON, I. 1979. *Population Ecology of Raptors*. Poyser. Berkhamsted.
- NOVAL, A. 1975. *El libro de la Fauna Ibérica*. Editorial Naranco. Oviedo.
- OJANEN, M. 1979. Effect of a cold spell on birds in Northern Finland in May 1968. *Ornis Fennica*, 56: 148-155.
- PURROY, F. J. (Ed.) 1997. *Atlas de las aves de España (1975-1995)*. Lynx Edicions. Barcelona.
- SÁNCHEZ-ZAPATA, J. A. & CALVO, J. F. 1999. Raptor distribution in relation to landscape composition in semi-arid Mediterranean habitats. *Journal of Applied Ecology*, 36: 254-262.
- SIMMONS, R. E. 1988. Offspring quality and the evolution of cannibalism. *Ibis*, 130: 339-357.
- SIMMONS, R. E. 1993. Effects of supplementary food on density-reduced breeding in an African eagle: adaptive restraint or ecological constraint? *Ibis*, 135: 394-402.
- STEENHOF, K., KOCHERT, M. N. & McDONALD, T. L. 1997. Interactive effects of prey and weather on Golden Eagle reproduction. *Journal of Animal Ecology*, 66: 350-362.
- STEYN, P. & GROBLER, J. H. 1981. Breeding biology of the Booted Eagle in South Africa. *Ostrich*, 52: 108-118.
- SUAREZ, S., BALBONTIN, J. & FERRER, M. 2000. Nesting habitat selection by booted eagles (*Hieraetus pennatus*) and implication for management. *Journal of Applied Ecology*, 37: 215-223.
- SUETENS, W. & VAN GROENANDELAEL, P. 1969. Notes sur l'écologie de l'Aigle de Bonelli *Hieraetus fasciatus* et de l'Aigle Botté *Hieraetus pennatus* en Espagne méridionale. *Ardeola*, 15: 19-30.
- ZUBEROGOITIA, I. 2000. La influencia de los factores meteorológicos sobre el éxito reproductor de la Lechuza común. *Ardeola*, 47: 49-56.

Josep Bosch es Ingeniero Técnico de Minas, aunque no ejerce la profesión, desempeñando su actividad profesional en el ámbito industrial, en temas de calidad y del medio ambiente. La actividad investigadora y ornitológica la desempeña desde 1980 durante el tiempo de ocio y está centrada en la biología de las rapaces (principalmente forestales). Actualmente tiene en preparación varios trabajos (algunos de ellos con otros autores) sobre aspectos del comportamiento y de selección del hábitat.

[Recibido: 19-02-03]
[Aceptado: 29-05-03]