

FENOLOGIA DE PUESTA Y PARAMETROS REPRODUCTIVOS EN UNA POBLACION DE AGUILUCHO CENIZO (*CIRCUS PYGARGUS*) EN EL CAMPO DE MONTIEL

Juan Pablo CASTAÑO *

RESUMEN.—*Fenología de puesta y parámetros reproductivos en una población de Aguilucho Cenizo (Circus pygargus) en el Campo de Montiel.* Se exponen resultados de fenología, tamaño de puesta y éxito reproductivo en una población de Aguilucho Cenizo en el SE de Ciudad Real durante el periodo 1988-1994. Los aguiluchos llegan al área de estudio a finales de marzo. El valor medio de fecha de puesta para el periodo de estudio fue el 28 de abril. El valor medio de productividad fue de 1,4 pollos/nido. Para el valor medio de fecha de puesta se obtuvieron diferencias interanuales significativas. No se obtuvieron diferencias interanuales significativas para el tamaño de puesta, la productividad y la tasa de vuelo. La diferencia interanual con respecto a la mortalidad de pollos en nido se aproximó al nivel de significación estadística. En relación a la fenología reproductiva se obtuvo una disminución significativa a lo largo de la estación del tamaño de puesta, el tamaño de pollada en eclosión, la productividad y la tasa de vuelo, y un incremento significativo en la tasa de mortalidad. Se comparan estos resultados con los datos publicados para otras poblaciones ibéricas, observándose un retraso en la fecha de puesta al aumentar la latitud, sin que existan diferencias apreciables en el tamaño de puesta. La productividad de la única población ibérica nidificante en vegetación natural para la que se dispone de información fue superior a la de poblaciones nidificantes en cultivos.

Palabras clave: Aguilucho Cenizo, *Circus pygargus*, éxito reproductivo, fenología, tamaño de puesta, variación interanual.

SUMMARY.—*Phenology and reproductive parameters of a Montagu's Harrier (Circus pygargus) population breeding in Campo de Montiel (S of Spain).* The reproductive phenology and breeding success of a population of Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) was studied in southeastern Ciudad Real during 1988-1994. Montagu's Harriers arrive to the study area during the last week of March. Mean laying date was 28 April. Mean productivity was 1.4 fledglings/nest. The mean laying date showed significant differences between years. No between-year differences were found for clutch size, productivity and fledged brood size. Nestling mortality showed nearly-significant between-year differences. A significant decrease according to phenology was found for clutch size, hatched brood size, productivity and fledging success. Nestling mortality rate increased significantly throughout the breeding season. A comparison of these results with published data for other Iberian populations showed a significant delay of mean laying date with increasing latitude. No differences were found for clutch size, but mean productivity was higher in one population nesting in natural vegetation as compared to populations nesting in cereal crops.

Key words: breeding success, *Circus pygargus*, clutch size, interannual variation, Montagu's Harrier, phenology.

INTRODUCCIÓN

El Aguilucho Cenizo (*Circus pygargus*) es la especie de menor tamaño y a la vez la más abundante de las representantes del género *Circus* nidificantes en la península Ibérica (González, 1991; Pinilla *et al.*, 1994; Ferrero, 1995). A pesar de su relativa abundancia, existe muy poca información sobre diversos aspectos de su ecología, en particular sobre su fenología de reproducción, su productividad y

las posibles variaciones en estos parámetros entre diversas poblaciones, tanto en la península Ibérica como en el resto de Europa. El Aguilucho Cenizo nidifica en España mayoritariamente en campos de cereal, lo que conlleva un impacto de la actividad de siega que se traduce en un cierto fracaso reproductivo (Pérez Chiscano & Fernández Cruz, 1971; Castaño & Guzmán, 1993).

En los últimos años, diferentes estudios han cuantificado el efecto de la siega en diferentes

* C/ Alcarria, 92, 3º. E-28915. Leganés, Madrid.

áreas del país en relación con algunos de los factores que influyen sobre dicho efecto, principalmente el tipo de cultivo en el que anidan y el clima primaveral, que condicionan las fechas de siega y, por tanto, el impacto potencial sobre la reproducción de los aguiluchos (Oró, 1993; Arroyo *et al.*, 1995; Barroso & Parra, 1995; Castaño, 1995; Corbacho *et al.*, 1995). No obstante, otros aspectos de su biología (selección de hábitat, alimentación, frecuencia de poliginia) que inciden directamente sobre el éxito reproductivo y la conservación de la especie no han sido suficientemente estudiados. Por otra parte, diversos estudios en aves han mostrado el efecto de la fecha de puesta sobre el éxito de cría (Schipper, 1978; Newton & Marquiss, 1984; Korpimäki & Lagerström, 1988; Verhulst & Tinbergen, 1991), desconociéndose para las poblaciones ibéricas de Aguilucho Cenizo la posible variabilidad en la fenología de puesta (tanto interanual como entre zonas), lo que puede condicionar notablemente las posibles medidas de conservación a adoptar.

En este trabajo se presentan los resultados sobre fenología, tamaño de puesta y éxito reproductivo de la población nidificante en el Campo de Montiel durante el periodo 1988-1994 y se comparan con los de otras poblaciones ibéricas. Se discuten asimismo los resultados obtenidos sobre productividad de los distintos tamaños de puesta en relación con dos de las hipótesis sobre la evolución de esta variable en aves no precoces: la hipótesis de la limitación en la capacidad de incubación (Perrins, 1970) y la hipótesis de la limitación en el número de pollos que los adultos son capaces de criar en relación a la disponibilidad de alimento (Lack, 1954).

MATERIAL Y MÉTODOS

El área de estudio posee una extensión de 620 km² en la comarca del Campo de Montiel (SE de Ciudad Real; 38°38' N, 3°21' O). Los usos del suelo mayoritarios son la agricultura de secano (cereales, viñedos y olivares) y la caza menor. El estudio se realizó durante los meses de abril a julio en el periodo 1988-1994. Los aguiluchos llegan a la zona a finales de marzo. Las zonas de nidificación se localizaron durante el mes de abril y el número de

nidos en las zonas de cría osciló entre 1 y 13, con un tamaño medio de la colonia de 4 nidos (Castaño, 1995). La primera visita a los 134 nidos localizados se realizó generalmente a finales de mayo, cuando los nidos se encontraban en la segunda mitad del periodo de incubación (51 nidos), durante el periodo de eclosión (53 nidos) o contenían pollos de edad superior a 10 días (30 nidos). Las visitas a los nidos se repitieron generalmente cada 5 o 6 días, aunque en algunos casos el intervalo fue menor (1 a 3 días), al coincidir el control con la fecha de siega o empacado de las parcelas en que se encontraban los nidos. El número de visitas por nido osciló entre 1 y 8, con un valor medio de 4 (DT = 1,7). En cada visita se anotó el número de huevos y/o pollos y se tomaron en los pollos medidas de peso, tarso y longitud de la sexta primaria. Los datos de crecimiento de 34 pollos de edad conocida con error inferior a un día (el primer control se realizó coincidiendo con el periodo de eclosión) permitieron obtener la siguiente ecuación de regresión para el crecimiento de la primaria, que se utilizó para estimar la edad de los pollos que en la primera visita tenían una edad superior a una semana: PRIMARIA (mm) = -53,868 + 7,68 × EDAD (días); R² = 94,7; F_{1,103} = 1863; P < 0,001. No existen diferencias entre ambos sexos para la tasa de crecimiento de la primaria (Castaño, 1996), por lo que esta ecuación se utilizó independientemente del sexo del pollo nacido en primer lugar. La fecha de inicio de puesta en estos nidos se estimó restando 30 días a la fecha de eclosión del pollo mayor de cada nido, obtenida a partir de la ecuación anterior (Cramp & Simmons, 1980). Para el cálculo de los estadísticos de fecha de puesta se asignó el valor 1 en una categoría ordinal al 1 de abril. Para reducir el fracaso reproductivo ocasionado por la siega se llevó a cabo, de forma simultánea al estudio, una actividad de protección consistente en la retirada momentánea de los huevos o pollos durante la siega de las parcelas en que se encontraban los nidos. Tras finalizar esta actividad, se recolocaron en nidales de paja en el rastrojo y se realizó un seguimiento para comprobar el número de pollos que completaron su crecimiento.

Para el análisis de los diversos parámetros reproductivos en relación a la fenología se han considerado 4 categorías que se corresponden con los cuartiles de la distribución de fechas

de puesta (clase 1: fecha de puesta anterior al 22 de abril; clase 2: entre el 22 y el 27 de abril; clase 3: del 28 abril al 4 de mayo; clase 4: posterior al 4 de mayo). En los nidos de las clases 1 y 2 (definidos como nidos tempranos) la incubación no fue afectada por la siega, al realizarse esta actividad cuando los pollos ya habían nacido. No obstante, la supervivencia de los pollos de nidos tempranos sí que fue afectada por la siega, aunque su efecto fue menor al producido en nidos tardíos (Castaño, 1995). La tasa de eclosión, definida como el porcentaje de huevos de los que nacieron pollos, se determinó considerando sólo los nidos en que al menos eclosionó un huevo, excluyendo las pérdidas totales de puesta (causadas por depredación o por abandono del nido tras la siega). No se han constatado pérdidas parciales de puesta atribuibles a depredación. El éxito reproductor se ha analizado mediante las siguientes variables: productividad: número de pollos en vuelo / total de nidos; tasa de vuelo: número de pollos en vuelo / nidos con al menos un pollo en vuelo; mortalidad: número de pollos muertos / nidos con mortalidad conocida. La tasa de mortalidad se ha expresado como el porcentaje de

pollos muertos en cada nido en relación al número de pollos nacidos.

Para evaluar la posible variación latitudinal de la fecha de puesta en distintas poblaciones ibéricas se asignó un valor a la fecha media de puesta en cada zona, siguiendo una categoría ordinal que consideraba como valor I el 1 de abril, y se realizó un análisis de correlación entre el valor de fecha de puesta y la distancia (km) de cada zona al paralelo 36 (estimador de la latitud de cada localidad).

La posible variación interanual y en relación a la fenología de puesta se analizó mediante ANOVAs de clasificación simple. Para el análisis de posibles correlaciones se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman (Siegel, 1979). Los valores de significación son para pruebas de dos colas.

RESULTADOS

Fenología reproductiva en Ciudad Real

Se ha determinado la fecha de puesta en 99 nidos, aunque dos casos excesivamente tardíos, que podrían corresponder a puestas de reposición, no han sido considerados para el

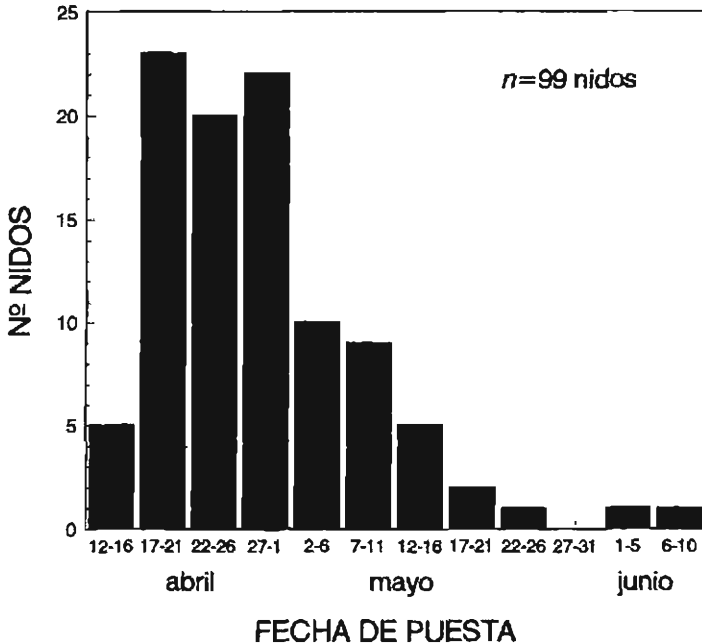


FIG. 1.—Frecuencias de nidos en relación a la fecha de puesta. Fechas agrupadas en períodos de 5 días. [Frequencies of nests in relation to laying date. Dates are grouped in periods of 5 days.]

cálculo del valor medio de fecha de puesta. Las frecuencias de nidos en relación a la fecha de puesta para el conjunto del periodo de estudio se presentan en la figura 1. La mediana y el valor medio de fecha de puesta fueron el 28 de abril (DT = 9 días). La fecha de puesta varió significativamente entre años (Tabla 1).

Parámetros reproductivos en Ciudad Real

El tamaño de puesta se determinó en 102 nidos. Las frecuencias de tamaño de puesta fueron: 2 huevos: 2,9%; 3: 11,8%; 4: 44,0%; 5: 35,3%; 6: 3,9%; 8: 1,0%; 9 huevos: 1,0%. La única puesta de 9 huevos (la más grande descrita para el Aguilucho Cenizo) se produjo en un nido aislado, sin que se observara más de una hembra en la zona. No obstante, no puede excluirse la posibilidad de que hubiera podido producirse una doble puesta en el mismo nido (Cramp & Simmons, 1980), ya

sea de la misma hembra o de dos hembras diferentes. La tasa de eclosión fue del 78%. El tamaño modal de pollada en eclosión fue el de 4 pollos nacidos (32,6%; $n = 86$ nidos) y el de nidada con éxito fue el de 3 pollos en vuelo (34,6%; $n = 75$ nidos). Los valores medios de los diversos parámetros reproductivos analizados no mostraron diferencias interanuales significativas, aunque para la mortalidad el resultado se aproximó al nivel de significación estadística del 5% (Tabla 1). En relación con la fenología de puesta se obtuvo una disminución significativa en el tamaño de puesta, tamaño de nidada de eclosión, productividad y tasa de vuelo. La mortalidad no mostró diferencias significativas en relación a la fenología (Tabla 1), aunque la tasa de mortalidad aumentó significativamente a lo largo de la estación reproductora ($F_{3,79} = 2,9$; $P = 0,03$; medias \pm DT (número de nidos): clase 1: 37,0 \pm 42,0% (24); clase 2: 43,0 \pm 37,0% (21); clase 3: 55,0 \pm 40,0% (20); clase 4: 71,0 \pm 37,0% (18)).

TABLA I

Valor medio de fecha de puesta y valores medios \pm DT de diversas variables reproductivas en los distintos años del periodo de estudio y en relación a la fenología de los nidos. Entre paréntesis se indica el número de nidos. Se indican los resultados de los ANOVAs realizados para comparar estas variables. Ver en Métodos las definiciones de las variables.

[Annual variation in some reproductive parameters and according to the phenology of nests (Means \pm SD; number of nests in brackets). Results of ANOVA tests for such comparisons are also indicated. See Methods for definitions of variables.]

Año [Year]	Fecha puesta [Egg-laying date]	Tamaño puesta [Clutch size]	Pollos nacidos [Hatching brood size]	Productividad [Productivity]	Tasa de vuelo [Fledging success]	Mortalidad [Mortality]
1988.....	28 abril \pm 9 (7)	4,4 \pm 0,8 (5)	3,5 \pm 1,2 (4)	1,5 \pm 1,5 (12)	2,7 \pm 0,9 (7)	1,1 \pm 1,0 (7)
1989.....	29 abril \pm 17 (14)	4,1 \pm 0,7 (12)	3,4 \pm 1,1 (11)	1,1 \pm 1,3 (22)	2,3 \pm 0,9 (11)	1,7 \pm 1,5 (17)
1990.....	28 abril \pm 8 (27)	4,3 \pm 0,7 (30)	3,6 \pm 1,2 (25)	1,4 \pm 1,5 (38)	2,4 \pm 1,2 (22)	1,8 \pm 1,7 (26)
1991.....	5 mayo \pm 9 (19)	4,4 \pm 0,8 (23)	3,1 \pm 1,6 (18)	1,3 \pm 1,5 (25)	2,4 \pm 1,2 (15)	1,4 \pm 1,1 (20)
1992.....	27 abril \pm 6 (13)	4,6 \pm 0,7 (13)	4,0 \pm 1,0 (13)	1,6 \pm 1,7 (13)	2,6 \pm 1,0 (8)	2,4 \pm 1,6 (13)
1993.....	19 abril \pm 7 (8)	4,4 \pm 2,5 (9)	3,1 \pm 1,5 (7)	1,8 \pm 1,5 (12)	2,7 \pm 0,8 (8)	0,3 \pm 1,0 (8)
1994.....	30 abril \pm 8 (9)	4,0 \pm 0,8 (8)	3,0 \pm 0,5 (8)	0,6 \pm 0,7 (12)	1,4 \pm 0,5 (5)	2,1 \pm 1,1 (8)
Global.....	28 abril \pm 9 (97)	4,3 \pm 1,0 (102)	3,4 \pm 1,2 (86)	1,4 \pm 1,4 (134)	2,4 \pm 1,1 (75)	1,6 \pm 1,5 (99)
ANOVA.....	$F_{6,91} = 3,4$	$F_{6,95} = 0,4$	$F_{6,79} = 0,9$	$F_{6,127} = 0,9$	$F_{6,68} = 0,9$	$F_{6,92} = 2,1$
P.....	0,004	0,8	0,4	0,4	0,4	0,028
Fenología [Phenology]						
	≤ 21 abril	4,8 \pm 1,3 (24)	3,9 \pm 1,2 (24)	2,3 \pm 1,5 (28)	3,0 \pm 1,1 (22)	1,4 \pm 1,7 (27)
	22-27 abril	4,4 \pm 0,9 (22)	3,8 \pm 1,1 (22)	2,0 \pm 1,3 (26)	2,3 \pm 1,0 (22)	1,6 \pm 1,6 (24)
	28 abril-4 mayo	4,2 \pm 0,7 (22)	3,6 \pm 0,8 (21)	1,5 \pm 1,4 (23)	2,3 \pm 1,1 (15)	1,9 \pm 1,5 (21)
	≥ 5 mayo	4,0 \pm 0,8 (26)	2,3 \pm 1,2 (19)	0,5 \pm 0,9 (32)	1,7 \pm 1,0 (10)	1,6 \pm 1,0 (23)
ANOVA.....	$F_{3,90} = 2,6$	$F_{3,82} = 2,6$	$F_{3,105} = 10,6$	$F_{3,658} = 3,5$	$F_{3,91} = 0,3$	
P.....	0,05	<0,001	<0,001	0,01	0,7	

Éxito reproductor en relación al tamaño de puesta

Al considerar únicamente los nidos tempranos en los que no se produjo mortalidad directa por la siega, los tamaños de nidada en eclosión más frecuentes coincidieron con sus respectivos tamaños de puesta (Tabla 2). Se observó una tendencia a que la tasa de eclosión disminuyera al aumentar el tamaño de puesta ($r_s = -0,882$; $P = 0,008$). No se observó en principio una relación entre el tamaño de puesta y la tasa de mortalidad ($r_s = 0,444$; $P = 0,3$); sin embargo, al excluir del análisis el atípico tamaño de puesta de 9 huevos, se obtuvo una correlación significativa entre ambas variables ($r_s = 0,985$; $P < 0,001$). El valor reproductivo de cada huevo (expresado en términos del porcentaje de huevos que dieron lugar a pollos volanderos) disminuyó al aumentar el tamaño de puesta ($r_s = -0,995$; $P = 0,001$). Para los tamaños de puesta más frecuentes en la población (3 a 5 huevos), el tamaño de nidada con éxito más frecuente fue el de 3, mientras que el mayor valor reproductivo se obtuvo para las puestas de 4, tamaño modal en la población.

Fenología de puesta y éxito reproductor en otras poblaciones ibéricas

Se observa un retraso significativo en la fecha de puesta conforme aumenta la latitud en las poblaciones ibéricas ($r_s = 0,900$; $P = 0,003$; $n = 7$; Tabla 3). Los valores medios de tamaño de puesta fueron similares en las distintas poblaciones estudiadas. La productividad media fue superior en la población de Castellón, nidificante en vegetación natural (coscojares, *Quercus coccifera*), con respecto al resto de las zonas estudiadas, en las que la especie anida principalmente en cultivos herbáceos.

DISCUSIÓN

Variación anual y regional en la fenología de puesta y éxito reproductor

En la población en estudio se observó una variación interanual significativa en la fecha media de puesta. En 1991 se produjo un retraso de 7 días con respecto a la media para todo el periodo de estudio, mientras que en 1993 se produjo un adelanto de 9 días. Una tendencia

TABLA 2

Porcentajes de tamaños de nidada en eclosión y de nidada con éxito para cada tamaño de puesta en nidos de fenología temprana en los que no hubo mortalidad directa de pollos por siega. En la fila inferior se indican las frecuencias de tamaños de pollada en eclosión y de pollada con éxito en relación al total de nidos considerados. Se indican los porcentajes de huevos eclosionados (% PN/H), de huevos que dieron lugar a pollos volantes (% P/H) y de pollos nacidos que llegaron a volar (% P/PN). El número de nidos para cada tamaño de puesta se indica entre paréntesis.

[Percentages of brood sizes at hatching and at fledging in nests according to clutch size (data from early nests with no nestling mortality due to harvesting). Frequencies of brood sizes at hatching and brood sizes at fledging in relation to total number of nests are indicated in the lower row. Percentages of nestlings per egg laid (% N/E), fledglings per egg laid (% F/E) and fledglings per hatched egg (% F/N) are also indicated. The number of nests for each clutch size are shown in brackets.]

Tamaño de puesta [Clutch size]	Nº pollos nacidos						% PN/H		Nº pollos en vuelo					% P/H	% P/PN	
	[Number of nestlings]						[% N/E]		[Number of fledglings]							
	1	2	3	4	5	6	1	2	1	2	3	4	5			
2	(1)	—	100,0				100	(1)	—	100,0					100,0	100,0
3	(2)	—	100,0				100	(2)	—	100,0					100,0	100,0
4	(13)	—	—	46,1	53,9		88,5	(11)	9,0	18,1	54,5	18,1			70,4	86,1
5	(16)	—	12,5	6,2	18,8	62,5	86,2	(14)	21,4	14,2	35,7	7,1	21,4		58,5	69,4
6	(3)	—	—	—	—	33,3	66,6	94,4	(3)	—	33,3	33,3	33,3	—	50,0	53,0
8	(1)	—	—	—	—	—	100,0	75	(1)	—	—	100,0	—	—	37,5	50,0
9	(1)	—	—	—	100,0	—	—	44	(1)	—	—	—	100,0	—	44,4	100,0
Total	(37)	—	8,1	24,4	29,7	29,7	8,1	85,7	(33)	12,1	18,2	45,5	15,1	9,1	61,1	73,8

TABLA 3

Valores medios de fechas de puesta, tamaños de puesta y productividad en diversas poblaciones ibéricas de Aguilicho Cenizo (\pm DT).

[Mean values of laying date, clutch size and productivity for some Iberian Montagu's Harrier populations (\pm SD).]

Localidad [Locality]	Fecha de puesta [Laying date]	n	Tamaño de puesta [Clutch size]	n	Productividad [Productivity]	n	Años Years	Referencia [Reference]
Málaga	20 abril	15	—	—	—	—	1	Obs. pers. 1993
Ciudad Real	28 abril \pm 9	97	4,3 \pm 1,0	102	1,4 \pm 1,4	134	7	Presente estudio
Cáceres	25 abril \pm 12	89	3,4 \pm 1,4	40	1,2 \pm 1,4	53	1	Obs. pers. 1995
Castellón	—	—	4,2 \pm 0,8	140	2,7 \pm 1,5	158	8	Jiménez & Surroca, 1995
Madrid	4 mayo	138	4,0 \pm 0,8	131	1,9 \pm 1,2	165	4	Arroyo, 1995
Navarra	28 mayo	24	—	—	0,7	23	1	Elósegui <i>et al.</i> , 1995
Pais Vasco	15 mayo	—	—	—	2,2	15	3	Rodríguez & Arambarri, 1995
Lérida	15 mayo	—	—	—	0,5	71	4	Pomarol <i>et al.</i> , 1995

similar en ambos años fue también observada en Madrid (Arroyo, 1995). Para explicar esta variabilidad en el inicio de la puesta se ha sugerido como posible causa la variación en las fechas de llegada a las zonas de cría (Arroyo, 1995). Asimismo, otros factores ecológicos (condiciones climáticas, disponibilidad de alimento) pueden influir en la condición física de la hembra durante el periodo de prepuesta y condicionar la fecha de puesta (Schipper, 1978; Dijkstra *et al.*, 1982). Estos factores probablemente actúen a escala regional, determinando la variación latitudinal observada en la fenología de puesta, aunque la carencia de información suficiente impide evaluar su importancia relativa en relación a la tendencia observada.

La diferencia interanual cercana al nivel de significación en los valores medios de mortalidad fue debida a una mortalidad excepcionalmente baja en 1993 (relacionada con el retraso en las fechas de siega en unos 15 días con respecto al valor medio para el periodo de estudio, a causa de un tempero favorable), y a una elevada mortalidad en 1992 y 1994. En estos dos últimos años, el alto valor de mortalidad registrado fue probablemente causado de modo indirecto por el adelanto de una semana en las fechas de siega de las parcelas con nidos, unido al probable expolio de nidos en una de las colonias de cría (Castaño, 1996).

Variación estacional en el éxito reproductor

En el presente estudio se obtuvo una disminución significativa en el tamaño de puesta, tamaño de pollada en eclosión y éxito reproductivo a lo largo del periodo reproductor. El descenso en la productividad y en la tasa de vuelo parece ser consecuencia de la acusada disminución de la tasa de eclosión en los nidos de la clase 4 (81,2% en la clase 1 frente a 57,5% en la clase 4), unida a la disminución del tamaño de puesta y a un incremento en la tasa de mortalidad en los nidos más tardíos. Aunque los valores medios de mortalidad (pollos/nido) no mostraron diferencias estacionales significativas, la tasa de mortalidad (porcentaje de mortalidad/pollos nacidos) se duplicó a lo largo de la estación de cría.

Esta drástica disminución estacional en el éxito de cría en Ciudad Real parece estar en gran parte determinada por la actividad de siega. En los nidos con fecha de puesta posterior al 4 de mayo, la eclosión y el crecimiento de los pollos coincide con el desarrollo de la siega en la zona de estudio, que comienza generalmente en la primera semana de junio. Aunque es difícil separar el efecto de la siega de posibles variaciones estacionales de otras variables ecológicas (disponibilidad de alimento, clima), esta posibilidad sería apoyada por los resultados obtenidos en Madrid (Arroyo, 1995), en una población menos afectada.

tada por la siega (productividad = 1,9 pollos/nido; éxito reproductor = 67%; 57% de los nidos con al menos 1 pollo en edad de vuelo al producirse la siega, frente a 1,4 pollos/nido, éxito reproductor = 48% y sólo un 18% de los nidos con un pollo volandero al producirse la siega en Ciudad Real; Castaño, 1995, 1996).

En las zonas con mayor impacto de la siega, realizar la puesta tempranamente puede suponer un mayor éxito reproductivo para los adultos (Tabla 1), por lo que esta reciente presión selectiva podría favorecer una tendencia al adelanto en las fechas de puesta si existiese heredabilidad de este carácter. No obstante, el momento de inicio de la puesta y su tamaño están condicionados por diversos factores que influyen en la condición fisiológica de los adultos, especialmente de la hembra, como son el fotoperiodo (Porter & Wiemeyer, 1972), la temperatura, la edad o experiencia (Newton, 1986; Viñuela, 1993), la disponibilidad de alimento (Högstedt, 1981; Dijkstra *et al.*, 1982; Ewald & Rohwer, 1982; Korpimäki, 1987; Arcese & Smith, 1988; Clamens & Isenmann, 1989), o los niveles hormonales (Daan *et al.*, 1990). Esto conlleva la existencia de restricciones para un posible adelanto en las fechas de puesta que se unirían a las derivadas del estado de crecimiento de los cultivos, dependiente en gran medida del clima. Por otra parte, el carácter migratorio del Aguilucho Cenizo implica que el momento de la puesta dependa en gran medida de la fecha de llegada a las zonas de cría, que a su vez puede estar influida por factores que actúan en las zonas de invernada (clima, disponibilidad de alimento) aunque su efecto es escasamente conocido (Arroyo, 1995).

Productividad en relación con el tamaño de la puesta

Los valores más frecuentes de tamaño de pollada en eclosión para los tamaños de puesta iguales o inferiores a 6 coincidieron con los respectivos tamaños de puesta (Tabla 2). La correlación negativa entre tamaño de puesta y tasa de eclosión podría ser interpretada como resultado de una posible limitación en la capacidad de incubación de la hembra (Perrins, 1970). No obstante, no se ha determinado si los huevos no eclosionados habían sido fecun-

dados y por tanto no podemos evaluar adecuadamente esta hipótesis. En relación con la hipótesis de que el tamaño de puesta en aves altriciales vendría determinado por el número de pollos que los adultos son capaces de criar en condiciones de alcanzar la edad adulta (Lack, 1954), los resultados obtenidos en esta población en principio no parecen sustentarla. El valor modal de tamaño de pollada con éxito en la población fue el de 3, inferior a los tamaños de puesta más frecuentes (4 y 5 huevos). En el conjunto de los nidos estudiados, tan sólo el 16% de las polladas con éxito fueron superiores a 3 pollos. Esto podría ser interpretado como consecuencia de una cierta limitación por parte de los adultos para criar con éxito más de 3 pollos. Sin embargo, si consideramos los tamaños de puesta más frecuentes en la población (4 y 5 huevos), el tamaño de puesta más productivo en términos de la proporción de huevos que dieron lugar a pollos volanderos fue el de 4 huevos, coincidente con el tamaño de puesta más frecuente, en concordancia con la hipótesis de Lack. Es posible que el resultado obtenido respecto al tamaño de pollada con éxito más frecuente inferior al tamaño modal de puesta se deba en parte a las particulares condiciones de esta población, fuertemente afectada por la siega, independientemente de factores como la disponibilidad de alimento o la calidad parental, que afectan al número de pollos que los adultos son capaces de criar. Aunque en los resultados de la tabla 2 sólo se han incluido los nidos sin mortalidad directa por cosechadoras, esta actividad produce un efecto indirecto sobre la crianza de los pollos, que se traduce en una elevada mortalidad posterior a la siega, quizás debida a un menor aporte de alimento por parte de los adultos, derivada del incremento de molestias a los nidos tras desaparecer la protección de las siembras. A ello se une la mortalidad originada por la mayor exposición de los pollos a depredadores o molestias de origen humano tras producirse la siega (Castaño, 1995). En esta situación cabría esperar que, tras la siega, la mortalidad fuese superior en las nidadas de mayor tamaño. Sería de interés determinar, en otras poblaciones menos afectadas por la siega y/o con diferentes condiciones ecológicas, si la frecuencia de polladas con éxito de 4 o 5 es superior a la obtenida en este estudio. Los escasos datos disponi-

bles sugieren que esto puede suceder en poblaciones que anidan en vegetación natural. Así, por ejemplo, en Castellón un 10% de las polladas con éxito fueron de 5 pollos (Bort, 1995), frente a un 3% en el presente estudio. Sin embargo, los valores medios y las frecuencias de tamaños de puesta en esa población fueron muy similares a los obtenidos en el Campo de Montiel (Jiménez & Surroca, 1995).

En relación a los valores de productividad de las distintas poblaciones, cabe resaltar que el valor obtenido en Ciudad Real (1,4 pollos/nido), se obtuvo tras disminuir notablemente la mortalidad directa causada por cosechadoras y empacadoras. Sin esta intervención, la mortalidad se ha estimado en torno al 70% de los pollos, por lo que la productividad se situaría en 0,4 pollos/nido (Castaño, 1995). Los valores de productividad en algunas poblaciones nidificantes en vegetación natural son en general superiores a los obtenidos en cultivos herbáceos (Pandolfi & Giacchini, 1991; Bort, 1995), aunque pueden estar sujetos a grandes variaciones interanuales relacionadas con la disponibilidad de alimento (Butet & Leroux, 1993).

Los resultados obtenidos indican la relación entre fenología reproductora y éxito reproductivo de la especie en la zona de estudio, fuertemente afectada por la siega. A efectos de establecer una estrategia global para la conservación de las poblaciones ibéricas de Aguilucho Cenizo, y dada la relación entre la fenología reproductora y la de la siega como factores determinantes del éxito reproductivo, es necesario disponer de mayor información sobre ambas variables en otras zonas para evaluar el impacto previsible de esta actividad, la viabilidad de cada zona para mantener sus actuales niveles poblacionales y la necesidad de adoptar las medidas de conservación más adecuadas.

AGRADECIMIENTOS.—Agradezco a B. E. Arroyo y J. Viñuela sus comentarios críticos, que mejoraron notablemente el manuscrito original. El trabajo de campo en 1994 fue financiado a través del proyecto de la DGICYT PB-91-0084-CO3-01.

BIBLIOGRAFÍA

- ARCESE, P. & SMITH, J. N. M. 1988. Effects of population density and supplemental food on reproduction in Song Sparrows. *Journal of Animal Ecology*, 57: 119-136.
- ARROYO, B. E. 1995. *Breeding ecology and nest dispersion of Montagu's Harrier Circus pygargus in Central Spain*. PhD Thesis. University of Oxford. Oxford.
- ARROYO, B. E., PALOMARES, L. & PINILLA, J. 1995. Situación y problemática de los aguilucho cenizo y páldo en la Comunidad de Madrid. *Alytes*, 7: 365-372.
- BARROSO, J.L. & PARRA, J. 1995. Plan de manejo del Aguilucho Cenizo en la provincia de Huelva en 1994. *Alytes*, 7: 453-470.
- BORT, J. 1995. La población de Aguilucho Cenizo en la provincia de Castellón en el periodo 1980-1994. *Alytes*, 7: 275-286.
- BUTET, A. & LEROUX, B. A. 1993. Effect of prey on a predator's breeding success. A 7 year study on common vole (*Microtus arvalis*) and Montagu's harrier (*Circus pygargus*) in a West France marsh. *Acta Oecologica*, 14: 857-865.
- CASTAÑO, J. P. & GUZMÁN, J. 1993. Mortalidad por siega y otros factores en *Circus pygargus* y *Circus cyaneus* en el SE de Ciudad Real. *Alytes*, 6: 137-143.
- 1995. Efecto de la actividad de siega y causas de fracaso reproductivo en una población de Aguilucho Cenizo *Circus pygargus* en el SE de Ciudad Real. *Ardeola*, 42: 167-172.
- 1996. *Ecología reproductiva del Aguilucho Cenizo Circus pygargus en el Campo de Montiel*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- CLAMENS, A. & ISENMANN, P. 1989. Effect of supplemental food on the breeding of Blue and Great Tits in Mediterranean habitats. *Ornis Scandinavica*, 20: 36-42.
- CORBACHO, C., SÁNCHEZ, A. & FUENTES, C. 1995. Análisis cualitativo de los fracasos reproductivos en colonias de cría de Aguilucho Cenizo en Extremadura. *Alytes*, 7: 425-432.
- DAAN, S., DIJKSTRA, C. & TINBERGEN, J. M. 1990. Family planning in the Kestrel *Falco tinnunculus*: the ultimate control of covariation of laying date and clutch size. *Behaviour*, 114: 83-116.
- DIJKSTRA, C., VUURSTEEN, L., DAAN, S. & MASMAN, D. 1982. Clutch size and laying date in the Kestrel *Falco tinnunculus*: effect of supplementary food. *Ibis*, 124: 210-213.
- ELÓSEGUI, J., ASTRAIN, C., MUGUIRO, M. & MUNILLA, A. 1995. Censo de Aguilucho Páldo *Circus cyaneus* y Cenizo *Circus pygargus* en Navarra. 1991. *Alytes*, 7: 213-240.
- EWALD, P. W. & ROHWER, S. 1982. Effects of supplemental feeding on timing of breeding, clutch size and polygyny in red winged blackbirds *Agelaius phoeniceus*. *Journal of Animal Ecology*, 51: 429-450.
- FERRERO, J. J. 1995. La población ibérica de Aguilucho Cenizo *Circus pygargus*. *Alytes*, 7: 539-560.

- GONZÁLEZ, J. L. 1991. *El Aguilucho Lagunero (Circus aeruginosus) en España*. ICONA. Madrid.
- HÖGSTEDT, G. 1981. Effect of additional food on reproductive success in the magpie *Pica pica*. *Journal of Animal Ecology*, 50: 219-229.
- JIMENEZ, J. & SURROCA, M. 1995. Evolución poblacional y reproducción del Aguilucho Cenizo en la provincia de Castellón. *Alytes*, 7: 287-295.
- KORPIMÄKI, E. 1987. Clutch size, breeding success and brood size experiments in Tengmalm's Owl *Aegolius funereus*: a test of hypothesis. *Ornis Scandinavica*, 18: 277-284.
- & LAGERSTRÖM, M. 1988. Survival and natal dispersal of fledglings of Tengmalm's Owl in relation to fluctuating food conditions and hatching date. *Journal of Animal Ecology*, 57: 433-441.
- LACK, D. 1954. *The natural regulation of animal numbers*. Clarendon Press. Oxford.
- NEWTON, I. & MARQUISS, M. 1984. Seasonal trend in the breeding performance of sparrowhawks. *Journal of Animal Ecology*, 53: 809-829.
- 1986. *The Sparrowhawk*. T. & A.D. Poyser. London.
- ORÓ, D. 1993. Conservación de las poblaciones de Aguilucho Cenizo y Aguilucho Pálido por intervención directa en sus polladas. *Alytes*, 6: 145-149.
- PANDOLFI, M. & GIACHINI, P. 1991. Distribuzione e successo riproduttivo di Albanella minore *Circus pygargus*, nelle Marche. *Rivista Italiana de Ornitologia*, 61: 25-32.
- PÉREZ CHISCANO, J. M. & FÉRNANDEZ CRUZ, M. 1971. Sobre *Grus grus* y *Circus pygargus* en Extremadura. *Ardeola*, vol. especial: 549-574.
- PERRINS, C. M. 1970. The timing of bird's breeding seasons. *Ibis*, 112: 242-255.
- PINILLA, J., ARAMBARRI, R. & RODRÍGUEZ, A. 1994. Distribución actual y estima poblacional del Aguilucho Pálido *Circus cyaneus* en España. *Ardeola*, 41: 177-181.
- POMAROL, M., PARELLADA, X. & FORTIA, R. 1995. El Aguilucho Cenizo en Cataluña. Historia de 10 años de manejo. *Alytes*, 7: 253-268.
- PORTER, R. D. & WIEMEYER, S. L. 1972. Reproductive patterns in captive American Kestrels. *Condor*, 74: 46-53.
- RODRÍGUEZ, A. & ARAMBARRI, R. 1995. El Aguilucho Cenizo en la Comunidad Autónoma Vasca. *Alytes*, 7: 201-211.
- SIEGEL, S. 1979. *Estadística no paramétrica*. Ed. Trillas. México.
- SCHIPPER, W. A. J. 1978. A comparison of breeding ecology in three European harriers (*Circus*). *Ardea*, 66: 77-102.
- VERHULST, S. & TINBERGEN, J. M. 1991. Experimental evidence for a causal relationship between timing and success of reproduction in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology*, 60: 269-282.
- VIÑUELA, J. 1993. Variación en la fecha de puesta de una población de Milano Negro *Milvus migrans*. Efecto de la experiencia de los reproductores. *Ardeola*, 40: 55-63.

[Recibido: 12.9.96]
[Aceptado: 23.1.97]