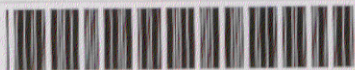


UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



* 5 3 0 9 5 3 6 4 8 1 *

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE



ECOLOGÍA REPRODUCTIVA DEL AGUILUCHO CENIZO

Circus pygargus L.

EN EL CAMPO DE MONTIEL

UN ESTUDIO APLICADO A LA CONSERVACIÓN.

Memoria que para optar al grado de Doctor presenta

Juan Pablo Castaño López

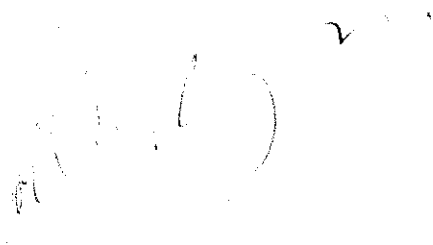
bajo la dirección del

Dr. Jose Pablo Veiga Relea

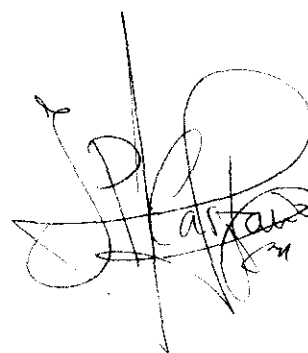
Madrid, noviembre de 1995

Memoria presentada por Juan Pablo Castaño López para la obtención del título de Doctor en Ciencias Biológicas, realizada bajo la dirección del Dr. D. José Pablo Veiga Relea, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Esta Tesis reúne todos los requisitos para su defensa y aprobación.

Para que conste a los efectos oportunos, en Madrid, a 31 de octubre de 1995.



Fdo.: Dr. D. Jose Pablo Veiga Relea
Director de la Tesis



Fdo.: Juan Pablo Castaño López

INDICE

INTRODUCCIÓN.	pg
CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN Y STATUS DE LA ESPECIE.	
1.1 Morfología.	1
1.2 Area de distribución y status en Europa.	3
1.3 Status en la Península Ibérica.	6
CAPÍTULO II. ÁREA DE ESTUDIO.	
2.1 Situación.	8
2.2 Geología y edafología.	9
2.3 Climatología.	10
2.4 Vegetación y cultivos.	12
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA GENERAL.	
3.1 Localización de nidos y toma de datos.	15
3.2 Marcaje de los pollos.	19
3.3 Tratamiento estadístico.	20
CAPÍTULO IV. HÁBITAT DE NIDIFICACIÓN.	21
4.1 Uso de cultivos como sustrato de nidificación.	23
4.2 Núcleos de cría: Distribución espacial.	28
4.3 Características fisionómicas de los núcleos de cría.	33
4.4 Ubicación de los nidos dentro del núcleo de cría.	37
CAPÍTULO V. NÚCLEOS DE CRÍA Y ÉXITO REPRODUCTIVO.	
5.1 Tamaño de los núcleos de cría.	44
5.2 Fenología y tamaño de puesta.	45
5.3 Peso y tamaño de los huevos.	50
5.4 Pérdida de puesta: causas.	50
5.5 Exito de eclosión.	51
5.6 Exito de cría.	54
5.7 El tamaño de puesta en el aguilucho cenizo en relación con diversas hipótesis sobre tamaño de puesta en aves altriciales.	59
5.8 Fenología y parámetros reproductivos.	66
5.9 Mortalidad de pollos.	67
5.10 Asincronía de eclosión.	74
5.11 Climatología y parámetros reproductivos.	87
5.12 Densidad de parejas reproductoras en el área.	95
CAPÍTULO VI. CRECIMIENTO.	106
6.1 Variables morfométricas estudiadas.	108
6.2 Edad de los pollos.	109
6.3 Sexado de los pollos.	109
6.4 Determinación de edad mediante la 6ª primaria y ala plegada.	110
6.5 Crecimiento en peso.	114
6.6 Crecimiento del tarso.	124

CAPÍTULO VII. SEX RATIO.

7.1 Dimorfismo sexual en tamaño y sex ratio.	133
7.2 Sex ratio en la población estudiada.	137
Sexado de los pollos.	138
Sex ratio en pollos de edad > 20 días.	140
Sex ratio y fenología.	141
Sex ratio y tamaño de pollada en vuelo.	142
Sex ratio y orden de eclosión.	143
7.3 Valoración de los resultados en relación con hipótesis sobre sex ratio en aves.	144
7.4 Valoración de sex ratio en relación con la fenología y crecimiento de los pollos.	148

CAPÍTULO VIII. EFECTO DE LA SIEGA SOBRE LA REPRODUCCIÓN.

8.1 Cultivos y fecha de siega.	154
8.2 Reproducción y siega.	157
8.3 Edad de los pollos y siega.	158
8.4 Factores climáticos y siega.	163
8.5 Productividad en relación con la siega.	164
8.6 Variables de crecimiento y siega.	165
8.7 Efecto de siega sobre la reproducción en esta población: conclusiones.	167

CAPÍTULO IX. EFECTO DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

170

CAPÍTULO X. ALIMENTACIÓN.

174

10.1 Análisis de agagrópilas y presas en nido.	175
10.2 Frecuencia de aportes de presas a los nidos.	177
10.3 Efecto de la actividad cinegética sobre la disponibilidad de presas para los aguiluchos.	180
10.4 Impacto sobre especies cinegéticas.	184
10.5 Consumo de presas e impacto de la depredación sobre <i>Alectoris rufa</i> en el área de estudio.	187

CAPÍTULO XI. DISPERSIÓN Y MIGRACIÓN.

194

11.1 Marcaje de pollos en la zona de estudio.	195
11.2 Recuperaciones de aves anilladas.	197
11.3 Concentraciones premigratorias.	201
11.4 Migración e invernada.	202

CAPÍTULO XII. CONSERVACIÓN.

12.1 Situación legal.	204
12.2 Conservación frente al impacto por siega.	205
12.3 Conservación en relación a la caza.	207
12.4 Alteración del hábitat.	208
12.5 Medidas de conservación.	210

CONCLUSIONES.

213

BIBLIOGRAFÍA.

220

AGRADECIMIENTOS.

INTRODUCCIÓN.

El estudio que ha dado lugar a esta tesis sobre la Ecología Reproductiva del Aguilucho Cenizo, se inició en 1988 como una actividad de conservación de la especie frente al problema originado por la siega del cereal en el que habitualmente nidifican. El escaso conocimiento existente en nuestro país sobre el status poblacional de la especie y sobre la incidencia de esta actividad sobre diversos aspectos de su biología, motivaron este intento de profundizar en su estudio, prestando una especial atención hacia los factores que pudieran estar causando un previsible descenso de sus poblaciones en diversas zonas de nuestro país.

Este trabajo se planteó inicialmente como un estudio descriptivo del proceso reproductivo de la especie en la comarca del Campo de Montiel, zona con unas características peculiares especialmente en lo referente a la importancia de la actividad cinegética, lo que plantea problemas añadidos respecto a su conservación. Durante su desarrollo, diversas observaciones sobre el comportamiento de la especie, en particular aquéllas que sugerían la posible existencia de una cierta frecuencia de poligamia, contribuyeron a modificar el enfoque inicial, pasando a considerar otros aspectos de su biología, en particular, las posibles consecuencias que en términos de presiones selectivas y costes reproductivos pudieran tener estas particulares condiciones de reproducción derivadas de la nidificación en campos cultivados.

Los problemas de conservación mencionados, relacionados con la siega y la actividad cinegética, han impedido la realización en esta población de un trabajo de tipo experimental, orientado a la testificación de hipótesis concretas sobre algunos de los aspectos estudiados (confirmación de la posible poliginia, asincronía de eclosión, efecto de la siega sobre crecimiento de los pollos, condición física de los mismos en relación con otras variables ambientales, etc). Por ello, los resultados obtenidos en este trabajo no permiten confirmar o rechazar hipótesis, sino únicamente valorar su posible adecuación a las mismas o sugerir otras alternativas.

Se han estudiado aspectos básicos de la biología de la especie (dinámica poblacional, crecimiento, mortalidad, sex ratio), en relación a los posibles efectos que sobre ellos puedan tener diversos factores ambientales, y, en particular a la actividad de siega. Se ha intentado así establecer un nexo entre investigación y conservación, ya que consideramos que no puede hacerse una buena gestión sin un profundo conocimiento de la biología de las especies.

Se aporta, por tanto, una información básica, hasta ahora inexistente en nuestro país sobre diversos aspectos de la ecología de la especie y de los factores ambientales que afectan a su conservación. Factores como la climatología y el tipo de cultivos en los que nidifica la especie han resultado ser determinantes sobre el desarrollo del proceso reproductor en la zona, de no mediar otros agentes perturbadores de difícil control, como la destrucción intencionada de los nidos.

La posible aplicación de las conclusiones de este estudio a otras zonas, en lo que respecta a posibles Planes de Conservación de la especie, dependerá de las características concretas de cada una de ellas. En este sentido, la información disponible para otras zonas en cuanto al tipo de cultivos en los que nidifica y la fenología reproductora de la especie, permite suponer que la situación aquí descrita es aplicable a amplias zonas del país. No obstante, sería deseable el disponer de información para otras áreas a efectos comparativos, para tener una visión más global sobre su situación, tendencias poblacionales a corto y medio plazo y variaciones en las variables reproductivas aquí estudiadas.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN Y STATUS DE LA ESPECIE.

1.1 MORFOLOGÍA.

El Aguilucho cenizo (*Circus pygargus L.*), es la especie de menor tamaño y más abundante numéricamente, de las pertenecientes al género *Circus* nidificantes en la Península Ibérica. Es una especie monotípica (Cramp & Simmons, 1980) en la que los adultos presentan un marcado dimorfismo sexual en su plumaje (gris azulado en los machos y pardo oscuro en las hembras). Esta especie es, entre los *Circus* con representación en nuestro país, la que presenta un menor grado de dimorfismo sexual en diversas variables morfométricas. Los jóvenes de ambos sexos son similares en cuanto al plumaje se refiere, con una coloración castaño rojiza, carente del moteado en el pecho característico de los adultos.

En ambos sexos se producen casos de melanismo, caracterizados por una coloración mucho más oscura. La frecuencia de casos de melanismo parece variar sensiblemente entre distintas zonas de la Península, siendo relativamente común la observación de individuos melánicos en el NW peninsular (30-40 % de individuos observados, R. Costas, com. personal) y muy escasa (inferior al 5 %) en el centro y sur (datos propios), sin que se conozcan las posibles causas que determinan la diferencia en la frecuencia de melanismo entre zonas. En el área de estudio tan sólo se han observado una hembra melánica en 1990 y uno de los dos pollos pertenecientes a su nido, que no llegó a volar. Durante 1994, en la comarca de la Sagra (Toledo) de un total de 20 nidos controlados no incluidos en este estudio, en 2 (10%) de ellos, la hembra era melánica (datos propios). En uno de estos nidos, de 3 pollos nacidos uno era melánico. En el otro nido, los 3 pollos nacidos fueron melánicos. En los casos conocidos en las provincias de Toledo y Ciudad Real, todos los nidos con individuos melánicos podrían considerarse de fenología tardía y fracasaron en su reproducción.

- Diferencias entre sexos:

Las diferencias biométricas más patentes entre ambos sexos se producen en el peso. El peso corporal del macho adulto es aproximadamente el 77 % del peso de la hembra. Las medidas de otros rasgos anatómicos (tarso, pico, long. alar) difieren ligera, aunque significativamente, entre ambos sexos (tabla 1.1).

Los valores obtenidos para las variables culmen y longitud alar en los pollos volanderos son inferiores a los de adultos, debido a que su crecimiento continúa durante algún tiempo tras el vuelo. Por ello, las medidas obtenidas para estas variables en pollos y adultos no son directamente comparables, y los valores para los adultos no pueden ser utilizadas a efectos de sexado de los pollos.

Tabla 1.1. Datos biométricos para ambos sexos, en adultos y pollos de aguilucho cenizo (Datos de adultos tomados de Nieboer, en Cramp y Simmons, 1980). Los datos para jóvenes volanderos corresponden a 18 machos y 19 hembras con una edad superior a 25 días, (próximos a edad de vuelo) sexados en base al color del iris, pertenecientes a la población en estudio. El * indica diferencias intersexos estadísticamente significativas.

ADULTOS

	machos	hembras	relación macho/hembra (%)
peso:	265,0 g	345,0 g	77 %
tarso:	58,1 mm	60,5 mm	96 %
culmen:	15,2 mm	16,4 mm	93 %
ala:	365,0 mm	372,0 mm	98 %
uña:	13,6 mm	14,7 mm	92 %

POLLOS

	machos (N=18)		hembras (N=19)		relación macho/hembra (%)	*
	\bar{X}	d,t	\bar{X}	d,t		
peso:	280,0 g	18,6	325,0 g	37,5	86	*
tarso:	58,5 mm	1,31	59,4 mm	1,93	98	*
culmen:	13,8 mm	0,51	14,3 mm	0,68	96	*
ala:	243,0 mm	12,5	250,0 mm	16,2	97	*

1.2 ÁREA DE DISTRIBUCIÓN Y STATUS.

El Aguilucho cenizo es una especie migratoria. Su área de nidificación se circunscribe al Paleártico, desde Marruecos al Asia Central (figura 1.1). Los aguiluchos cenizos llegan a Europa desde finales de marzo a mediados de abril. El proceso reproductivo en Europa tiene lugar entre abril y agosto, siendo más tardío en las áreas septentrionales. Desde finales de agosto y septiembre, se realiza la migración postnupcial hacia las áreas de invernada, que se encuentran en el Africa subsahariana (Cramp y Simmons, 1980). Aunque su tipo de vuelo batido le hace menos dependiente de las corrientes térmicas, los datos disponibles indican que una parte importante de sus efectivos utilizan los estrechos para cruzar el Mediterráneo hacia Africa, con un paso especialmente importante a través de Gibraltar (Bernis, 1975).

Figura 1.1 Distribución del Aguilucho cenizo en el Paleártico. (tomado de Cramp & Simons, 1980)



En Europa, los datos recopilados por Cramp y Simmons para el tamaño de la población reproductora en la década de los 70 se sitúan en un rango de 4.700 a 8.800 parejas. Esta cifra infravalora probablemente la población real, ya que no se dan estimas de población para algunos países, y en otros casos los datos aportados son poco precisos.

Los datos poblacionales disponibles en la actualidad, aunque también incompletos, ya que no cubren todo el área en la que se reproduce la especie, estiman la población europea en unas 8.000 a 11.000 parejas (tabla 1.2). Sobre la base de estos datos, las mayores poblaciones europeas se encontrarían en Polonia (480-530 parejas), Francia (3.000 parejas) y la Península Ibérica (4.200-5.300 parejas).

Tabla 1.2: Estima de la población reproductora en diversos países europeos. (* hace referencia a datos aportados por diversos autores en la Conferencia Internacional que sobre la especie, se celebró en Kiel en julio de 1993;** hace referencia a una estima basada en los datos aportados por distintos autores en las III Jornadas Ibéricas de Aguiluchos.

País	Nº parejas	año	fuelle
Alemania	100 *	1993	C. Clemens
Bielorrusia	600-1.100 *	1993	V. Ivanovksy
Dinamarca	25-30 *	1993	L. Maltha
España	3.300-4.100 **	1994	Estimación propia.
Estonia	200 *	1993	A. Lohmus, E. Leibak
Francia	3.000	1984	J.Terrasse, J.M Thiollay
Gran Bretaña	< 10	1976	J.T. Sharrock
Grecia	20	1982	B. Hallman
Holanda	20 *	1990	M. Zijlstra
Hungría	150 *	1993	A. Bankovics
Italia	200	1982	B.U Meybourg
Letonia	50-150 *	1989	M. Strazds
Lituania	30 *	1993	E. Drobelis
Polonia	480-530 *	1993	J. Krogulec
Portugal	900-1.200 *	1993	N. Onofre, R. Rufino
Suecia	50-60 *	1981	S. Rodebrand
TOTAL	~ 9.135-10.900		

Según la información aportada en Kiel, gran parte de la población de aguiluchos cenizos en el Centro y Norte de Europa nidifica en vegetación natural, marismas y pastizales naturales, (*Juncus*, *Phragmites*, *Scirpus*, *Arthrocnemus*) siendo mucho menor el porcentaje nidificante en cultivos. Parece por tanto, que los aguiluchos en estas latitudes se ven escasamente afectados por la mecanización de la recogida del cereal, o cuando menos en una proporción muy inferior a la de las poblaciones ibéricas.

Sin embargo, en algunos de estos países (Alemania, Polonia), se ha descrito un incremento reciente en el uso de los campos cultivados como sustrato de nidificación. Este hecho se ha asociado a una disminución en la superficie o calidad de enclaves de vegetación natural utilizados hasta ahora de forma mayoritaria. En el caso de Alemania, durante el periodo 1990-1992, el porcentaje de parejas que lograron criar con éxito al menos 1 pollo fue mayor en cultivos que en hábitats naturales (Clemens, 1993).

No parece existir una diferencia sensible en las estimaciones poblacionales de los años 70 y los datos actuales, lo que podría interpretarse como una cierta estabilidad en sus poblaciones. No obstante, ambas estimaciones se mueven en unos rangos bastante amplios, lo que indica el escaso conocimiento que sobre el status de la especie, pasado y actual, se tiene en la mayoría de los países. A pesar de lo anteriormente expuesto, la mayor parte de los autores coinciden en señalar la disminución de las poblaciones de esta especie en los últimos 30 años. Tan sólo en Hungría se ha descrito una tendencia reciente a recuperarse, tras un acusado descenso en años precedentes. El declive prácticamente generalizado descrito para la especie en Europa en épocas recientes se atribuye, al igual que para otras rapaces, a la pérdida de biotopos adecuados y a una fuerte persecución humana.

1.3 STATUS EN LA PENÍNSULA IBÉRICA.

En la Península Ibérica, la situación descrita para Centroeuropa en cuanto al hábitat de cría se invierte, ya que la especie nidifica mayoritariamente en cultivos herbáceos, generalmente de cereal.

Aunque no se dispone de información global actualizada, sus poblaciones son más abundantes en la mitad sur peninsular (aproximadamente el 62 % del total estimado). En la mitad norte, comparte con frecuencia biotopos de cría con el aguilucho pálido, *Circus cyaneus* (De Juana, 1980). En los últimos años se ha detectado la presencia de aguilucho pálido como nidificante en la zona central de la Península (Toledo: Márquez y Ferrero, 1985 y datos propios, 1992-1994; Ciudad Real: 1988 a 1992, datos propios; y Badajoz: Traverso, J.M 1991), aumentando la proporción a.cenizo/a.pálido en un gradiente N-S. Para las provincias de Ciudad Real y Toledo, ambas especies coincidieron simpátricamente en varios núcleos de cría, estando situados sus nidos en ocasiones en las mismas parcelas de siembra, a distancias inferiores a 50 m (datos propios).

Las estimas de tamaño de población de Aguilucho cenizo en nuestro país, son al igual que las del resto de Europa, incompletas. Garzón estimó la población española en unas 7.000 parejas en 1977. Bernis en 1980, la cifró en unas 2.600 parejas. De Juana, (1991) aporta una cifra de 1.300 parejas. La disparidad de estas cifras, revela el desconocimiento general que sobre el status y tendencias poblacionales de la especie existe en nuestro país, ya que tan sólo en algunas provincias se han realizado censos con una fiabilidad aceptable. Debido a las amplias diferencias en densidad poblacional que existen entre diversas zonas y a la carencia de información para extensas áreas del país, las cifras aquí indicadas están sujetas a un cierto margen de error. En la tabla 1.3 se dan estimas de la población reproductora para *C. pygargus* en las Comunidades Autónomas en las que se ha obtenido una información actualizada, aunque parcial en algunos casos, ya que no existe información para todas las provincias.

Sobre la base de estos datos, podría estimarse el tamaño de la población reproductora en nuestro país en torno a unas 3.300-4.100 parejas. Los datos disponibles para Portugal, estiman la población en unas 900-1.200 parejas, (Onofre y Rufino, 1994) por lo que la población en la Península Ibérica estaría en torno a las 4.200-5.300 parejas reproductoras.

TABLA 1.3 Estimaciones de población (número de parejas reproductoras) por Comunidades Autónomas. La información ha sido aportada por distintos autores en la III Reunión del Grupo Ibérico de Aguiluchos, celebrada en octubre de 1994 en Badajoz.

Comunidad Autónoma	Nº parejas	año	fuentes
Andalucía	400-500	1994	A.M.A
Aragón	134	1994	Moreno et al.
Asturias	6	1994	Román
Cantabria	15-20	1994	Román
Castilla La Mancha	400-600	1994	Estim. propia
Castilla León	800-1035	1994	Román
Cataluña	30	1994	Pomarol
Extremadura	1.100	1993	ADENEX
Galicia	150	1994	Vázquez
La Rioja	16-25	1994	Román
Madrid	130-150	1994	Arroyo y Palomares.
Murcia	34	1994	A.M.A
Navarra	60	1994	GURELUR
País Valenciano	70	1994	G.E.R; Urios et al.
País Vasco	38-40	1994	Rodríguez y Arambarri
Total	~ 3.375-3.954		

La mayor parte de la población ibérica de aguiluchos cenizos nidifica en cultivos herbáceos. La especie nidifica en vegetación natural de forma preferente en zonas del Este y Norte peninsular (Murcia, Comunidad Valenciana, Galicia, Cataluña), en las que existen zonas de vegetación natural relativamente bien conservadas y a la vez una escasez de cultivos de cereal, si bien estas poblaciones suponen un porcentaje mínimo (inferior al 10 %) respecto al conjunto peninsular.

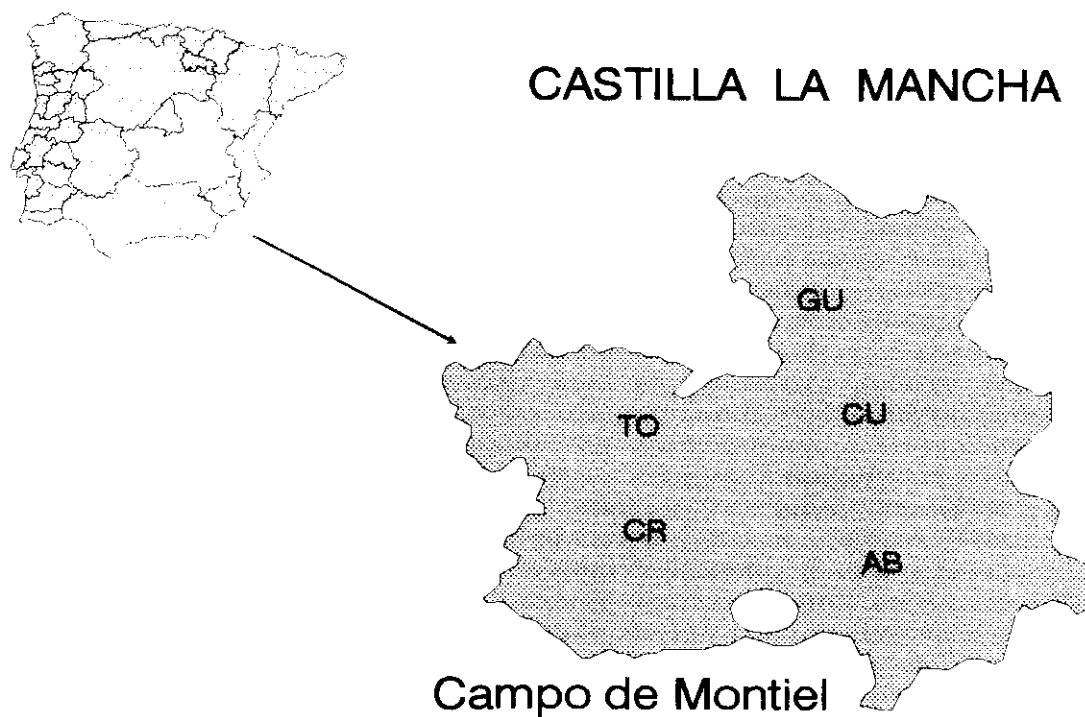
CAPÍTULO 2. ÁREA DE ESTUDIO.

2.1 SITUACIÓN.

El área de estudio tiene una superficie de aproximadamente 62.000 Ha en el límite de las comarcas de la Mancha y el Campo de Montiel, en el SE de la provincia de Ciudad Real. ($3^{\circ}23'W$ $38^{\circ}46'N$; $3^{\circ}00'W$ $38^{\circ}44'N$; $3^{\circ}30'W$ $38^{\circ}31'N$; $2^{\circ}57'W$ $38^{\circ}37'N$; figura 2.1.)

La fisionomía de la zona se caracteriza por un relieve llano o levemente ondulado. La altitud media de la zona de estudio oscila entre los 705 m de la localidad de Valdepeñas y los 830 m de la localidad de Torre de Juan Abad. La altitud se va incrementando paulatinamente de O a E, hasta llegar en la parte oriental del Campo de Montiel a los 930 m. La extensa llanura que constituye la comarca, es interrumpida por algunas sierras de escasa altitud paralelas a las estribaciones de Sierra Morena (Cabeza de Buey, 1.155 m; Sierra del Aguila, 972 m) que la atraviesan de E a O. El único curso de agua de relativa entidad existente en la zona es el río Jabalón, que es represado en el embalse de la Cabezuela, en el término municipal de Valdepeñas. A partir de este punto, se mantiene prácticamente seco, y recibe únicamente los aportes de agua residuales de los municipios de la zona. El resto de los cauces de arroyos tienen carácter estacional, recibiendo aguas de escorrentía superficial en invierno y primavera, permaneciendo secos en verano. No obstante, su presencia es importante, ya que el efecto de borde generado por la vegetación de ribera, aporta lugares de nidificación y alimento para diversas aves y por tanto incrementa la disponibilidad potencial de alimento para los aguiluchos.

Figura 2.1 Situación del área de estudio.



2.2 GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA.

La información sobre geología y edafología se ha obtenido a partir de las memorias de las hojas 1:50.000 correspondientes a Santa Cruz de Mudela Y Torre de Juan Abad, del Mapa de Aprovechamientos y Cultivos del M.A.P.A (1980).

En su mayor parte, el área de estudio está formado por sedimentos miocénicos, (arcillas, arenas y limos de materiales paleozoicos) con algunos afloramientos de la era Primaria (Ordovícico y Devónico) en los que predominan las pizarras, areniscas y cuarcitas. El Cuaternario está escasamente representado en el área, limitándose a sedimentos aluviales en las márgenes del río Jabalón.

- Edafología.

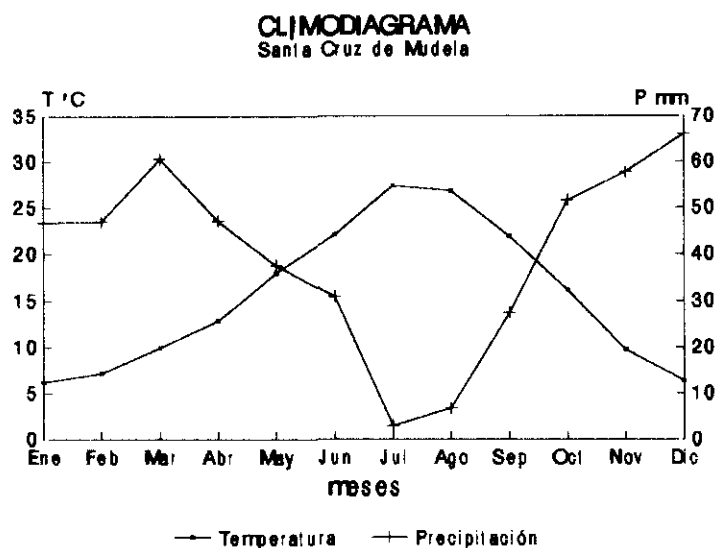
Los suelos de la zona pertenecen a los tipos entisol, inceptisol, aridisol y alfisol. Los *entisoles* (suelos sin horizontes de diagnóstico) en esta zona son litosuelos formados por pizarras y cuarcitas, con abundante pedregosidad, son por tanto, poco aptos para el cultivo. Los *inceptisoles* (suelos con horizontes de diagnóstico desarrollados, generalmente sin horizontes iluviales) muestran un mayor grado de evolución y son el tipo de suelos más abundante en la zona. Los *alfisoles* (suelos con horizonte B enriquecido por iluviación, poseen un elevado porcentaje de saturación del complejo coloidal) son en esta comarca los mejores suelos desde el punto de vista agrológico. Presentan un mayor grado de evolución y son los más aptos para el cultivo de los existentes en la zona.

En conjunto, los suelos presentan escaso desarrollo y poseen una fertilidad reducida, excepto en las vegas próximas al río Jabalón, en las que los suelos son profundos y más fértiles. Este hecho incide en la productividad de los cultivos de la zona y en sus requerimientos respecto al nivel de precipitaciones necesario para un desarrollo adecuado, que aporte la cobertura necesaria para los nidos.

2.3 CLIMATOLOGÍA.

La zona de estudio presenta un clima mediterráneo seco, con ciertos rasgos de continentalidad, caracterizado por veranos secos y calurosos e inviernos fríos. Las lluvias se producen en mayor grado en primavera y otoño, con un periodo de acusada sequía durante el verano. En la figura 2.2, se representa el climodiagrama correspondiente a la localidad de Santa Cruz de Mudela, (3°38'W 38°38'N alt. 721 m) con datos medios de precipitaciones y temperaturas para el periodo 1932-1975.

Figura 2.2. Climodiagrama para la localidad de Santa Cruz de Mudela. Los datos meteorológicos correspondientes al área de estudio a los que se hace referencia, fueron facilitados por el Instituto Nacional de Meteorología.



El área de estudio pertenece al piso bioclimático mesomediterráneo. Los valores medios de precipitación anual para la zona de estudio se sitúan en torno a 460 mm anuales, por lo que el ombroclima de la zona se clasifica como "seco".

Durante los años en que se realizó este estudio, el régimen de precipitaciones ha sido muy irregular, con una acentuada sequía en la primavera de los años 1992, 1993 y 1994, que ha influido notablemente en el desarrollo de los cultivos herbáceos en los que nidifica la especie (tabla 2.1).

Tabla 2.1 Valores de precipitación (mm) mensuales en primavera y anuales durante el periodo de estudio en la localidad de Torrenueva (años 1988-1994).

año	P anual	P marzo	P abril	P mayo	P junio
1988	350	4,9	44,5	82,5	90,3
1989	451	33,7	33,9	66,2	17,7
1990	331	34,7	63,0	5,6	3,0
1991	292	37,3	15,6	11,5	5,5
1992	343	19,2	13,6	14,0	88,0
1993	176	11,4	32,9	40,4	21,5
1994	243	4,9	31,1	26,2	0,1
Media	312	23,5	33,9	36,7	37,6

Se han obtenido datos de tres estaciones termopluviométricas en el área de estudio, situadas a una distancia inferior a 6 km de los núcleos de cría considerados. Los valores medios de temperaturas mensuales (T_{med} , $T_{máx}$ y $T_{mín}$) en los meses de marzo a junio, fueron muy similares en las diferentes estaciones de muestreo. Sin embargo, los valores de precipitación media mensual en el periodo enero-junio entre los diversos observatorios, mostraron algunas diferencias a nivel local. Esta variación en el nivel de precipitaciones, podría afectar de forma diferencial al desarrollo de los cultivos cerealistas que sirven como sustrato de nidificación para la especie en localidades geográficamente próximas. Este aspecto se discutirá posteriormente en el capítulo de reproducción.

2.4 VEGETACIÓN Y CULTIVOS.

El paisaje de la zona está fuertemente alterado por la acción humana. El uso del suelo para fines agrícolas es predominante, y la vegetación natural, más o menos degradada, está relegada a las laderas de las pequeñas sierras que la atraviesan y a algunas "manchas" de monte bajo o dehesas de reducida extensión en terrenos llanos, que han sido mantenidas con fines cinegéticos. Apenas existen en el área de estudio, medios naturales en los que la especie pueda nidificar, y la especie utiliza exclusivamente cultivos herbáceos.

El área de estudio pertenece a la provincia corológica Castellano Maestrazgo Manchega, sector Manchego. Su límite meridional (Sierra Morena Oriental), se incluiría en el sector Mariánico Monchiquense de la provincia corológica Luso Extremadurensis (Rivas Martínez, 1981). La vegetación climácica de la zona estaría constituida por los encinares de las series *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae* S. sobre suelos básicos y *Pyro bourgeanae-Querceto rotundifoliae* S. sobre suelos ácidos. (Rivas Mtnez, 1987). Las etapas iniciales de sustitución del encinar en esta zona estarían formadas por retamares, (*Lygos sphaerocarpa*) coscojares (*Quercus coccifera*) y jarales (*Cistus ladanifer* y *Cistus monspeliensis*). En etapas posteriores de la sucesión, los tomillares (*Thymus sp.*) y espartales (*Stipa tennacissima*) serían las formaciones vegetales que sustituirían a las anteriores.

Los cultivos de secano, principalmente cereales (géneros *Triticum*, *Hordeum* y *Avena*), vid (*Vitis vinifera*) y olivo (*Olea europea*) cubren en la actualidad la mayor parte de la superficie de la comarca. Debido a la escasez de precipitaciones y a la existencia de suelos en general no muy fértiles, los rendimientos medios por hectárea de los mismos son comparativamente bajos, y se sitúan para la cebada en unos 1.200-1.500 kg/Ha (Memoria de Mapa de Aprovechamientos y Cultivos, Hojas 838 y 839, M.A.P.A 1980). La superficie en regadío en la comarca es muy reducida y se limita esencialmente a pequeñas huertas y cultivos forrajeros de alfalfa, (*Medicago sativa*) y veza (*Vicia sativa*) en la vega del río Jabalón.

El paisaje, es por tanto, característico de medios pseudoesteparios y presenta aparentemente buenas condiciones para la presencia de los aguiluchos, debido al mosaico paisajístico resultante de la distribución de los diferentes tipos de vegetación existentes (cultivos de cereal, olivares, pastizales, matorral, márgenes de arroyos), y a la abundancia de algunas de sus presas potenciales. En la tabla 2.2 se indica la distribución de las superficies según el tipo de uso para los términos municipales en los que se incluye el área de estudio.

Los términos municipales de Torrenueva, Cózar y Sta. Cruz de Mudela (33.087 Ha), están incluidos en su totalidad en el área de estudio. Los términos de Valdepeñas y Torre de Juan Abad estarían parcialmente incluidos en la zona prospectada. La localidad de Valdepeñas posee una elevada superficie dedicada al viñedo, aunque los terrenos de este término municipal incluidos en el área de estudio presentan una menor proporción de este cultivo, y por tanto, sus condiciones para la presencia de los aguiluchos son en su mayor parte favorables.

La superficie total de los términos municipales citados es de 121.578 Ha. La diferencia entre este valor y las 112.106 Ha del total de la Tabla 2.4 correspondería a superficie en regadío, forestal, y terrenos improductivos, no cuantificados con precisión en la publicación de referencia.

Tabla 2.2 Superficies (nºHa) según usos del suelo en los términos municipales de la zona de estudio. Fuente: Memoria del Mapa Provincial de Cultivos y Aprovechamientos. M.A.P.A 1980.

<u>Localidad</u>	<u>Usos del suelo en nº Ha</u>					S total
	labor	olivar	viñedo	pastizal	matorral	
Cózar	3.676	-	2.137			6.448
Sta.Cruz de Mudela	7.818	1.651			1.541	12.383
Torre J.Abad	23.745	1.611	2.063	1.123	10.001	39.813
Torrenueva	8.379	1.690	1.530		1.725	14.256
Valdepeñas	13.936	1.318	22.420		5.742	48.678
TOTAL	57.554	6.270	28.150	1.123	19.009	121.578

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA GENERAL.

El trabajo de campo se ha llevado a cabo durante los meses de marzo a julio de los años 1988 a 1994. Este periodo comprende la totalidad de la estancia de los aguiluchos en la zona, coincidente con el desarrollo de su ciclo reproductivo.

La llegada de los aguiluchos se produce en la última semana de marzo. Las primeras observaciones corresponden a machos. Las hembras se observan en un lapso de tiempo inferior a una semana. Casi inmediatamente, durante el mes de abril se producen los vuelos de cortejo, con unos conspicuos "displays" por parte de los machos, (y en menor medida por parte de las hembras), que permiten localizar con relativa facilidad las áreas de nidificación.

3.1 Localización de nidos y toma de datos.

Al inicio de este estudio, durante la primavera de 1988, se realizaron recorridos en automóvil a una velocidad inferior a 40 km/h, con paradas de 30-90 minutos en lugares elevados con un amplio campo visual, en zonas aparentemente favorables para la presencia de la especie (cultivos herbáceos extensos), con objeto de localizar las zonas de cría. Estos recorridos se hicieron en su mayoría durante la primera quincena de abril y fueron repetidos en años sucesivos, a fin de detectar posibles nuevos puntos de nidificación y confirmar la presencia de aguiluchos en las zonas ya conocidas. Es durante este periodo en el que mayor actividad muestran los aguiluchos, cuando más fácilmente se localizan las zonas de cría. Posteriormente, en fase de incubación, la actividad en las zonas de nidificación es mucho menor y por tanto, la detectabilidad de las mismas se reduce considerablemente.

Los aguiluchos cenizos tienden a nidificar en "colonias" (en el conjunto de esta zona, el número de nidos osciló entre 1 a 13) con nidos próximos entre sí. Al objeto de delimitar espacialmente las distintas zonas de nidificación en el área de estudio, se ha definido

como "núcleo de cría" al conjunto de nidos situados en un círculo de 1 km de radio, tomando como centro de referencia el punto de ubicación del nido de fecha de puesta más temprana en cada colonia y año.

Una vez identificadas las áreas de nidificación, y tras observarse conductas por parte de las hembras características de la construcción del nido, puesta e incubación, se procedió a la localización de los nidos, generalmente desde finales de abril a mediados de mayo. Para ello, se observaron las llegadas de los machos con presa a las zonas de cría. La conducta de recogida de la presa es muy característica en este periodo, y similar para las tres especies del género *Circus* nidificantes en la Península. A la llamada del macho, la hembra abandona el nido, toma la presa en el aire y se posa en una linde o en terreno generalmente despejado para despedazarla e ingerirla. Una vez devorada, (generalmente en un lapso de tiempo inferior a 10 minutos) la hembra vuelve al nido. Este comportamiento de cesión de presa en el aire se mantiene hasta que los pollos están a punto de volar, momento en que el macho aporta las presas directamente a los pollos, ya sea en el suelo o en el aire. El macho rara vez entra en el nido, y sobrevuela la siembra o se posa en las proximidades durante el tiempo que la hembra permanece fuera del nido alimentándose. Para facilitar la entrada posterior a los nidos se anotaron referencias de los puntos de entrada de las hembras en las siembras. Se realizaron croquis o se tomaron fotografías panorámicas en las que se señaló la posición aproximada de la ubicación de los nidos.

Las observaciones previas a la primera entrada a los nidos, se han realizado en su mayor parte desde una distancia superior a 500 m de los puntos de nidificación, para evitar posibles molestias durante este periodo. Con ello se ha intentado a la vez llamar lo menos posible la atención sobre la ubicación de los nidos, a fin de disminuir otras posibles perturbaciones de origen humano. Las entradas a los nidos previas a la siega se realizaron procurando no dejar rastros (pasillos en la siembra) que facilitarían su localización por depredadores o por otras personas. No se dejó en los nidos señal alguna que permitiera su

localización desde fuera de la siembra, al objeto de que su presencia pasara desapercibida.

Con objeto de no alterar el proceso de incubación, en la mayor parte de los nidos, la primera entrada para la toma de datos se realizó a finales de mayo o primeros días de junio. En estas fechas la incubación se encuentra en su fase final o incluso ya han nacido pollos en un alto porcentaje de nidos. Esto ha impedido determinar con exactitud las fechas de puesta, por lo que esta variable se ha estimado a partir de la fecha de eclosión del pollo mayor de cada nido, restando 30 días (se considera un periodo de incubación de 28 días y que la incubación comienza tras la puesta del segundo huevo, Cramp y Simmons, 1980). En un reducido número de nidos durante 1988, la primera entrada se produjo a mediados de abril, cuando la puesta aún no se había completado; en estos nidos se pesaron y se marcaron los huevos con rotulador indeleble para conocer el orden de eclosión.

El número medio de visitas a los nidos osciló entre 1 a 8 a lo largo del ciclo reproductor ($\bar{X}=4$ visitas, d.t= 1,8). En la mayor parte de los nidos, una de las visitas se realizó coincidiendo con la fecha de siega o empacado de las parcelas en que se encontraban, para proceder a la retirada de los pollos durante el tiempo que duró esta actividad. Tras la siega de la parcela, se dejaba a los pollos en un nidial hecho con la paja del rastrojo, procurando que éste no destacase sobre el conjunto.

En cada entrada a los nidos, se anotó su contenido y se tomaron datos biométricos de los pollos para el estudio de su crecimiento. Las entradas se realizaron generalmente en las horas centrales del día, en las que existe menos riesgo de ser observados y de llamar la atención sobre la situación de los nidos. No obstante, en ciertas ocasiones esto no fue posible y la entrada se produjo en las primeras o últimas horas del día. No se ha considerado el posible efecto que la hora del día pudiera tener sobre las variables en estudio, aunque pensamos que en conjunto, la aleatoriedad en las horas de entrada conlleva la ausencia de algún sesgo en los resultados.

Inicialmente se utilizó pintura de uñas para permitir la identificación de los pollos en cada nido hasta su anillamiento. En algunos casos la pintura desapareció antes del siguiente control del nido, por lo que no pudo precisarse el orden en la pollada. Posteriormente, la identificación de los pollos se realizó mediante un cordel de nylon atado en los tarsos.

Debido a la existencia de asincronía en la eclosión, se ha asumido que el peso de cada pollo para una edad inferior a 10 días es indicativo del orden de eclosión, ya que posibles inversiones en la variable peso, relacionadas con el sexo de los pollos se producirían en etapas posteriores de la etapa de crecimiento. En la fase inicial, hasta un peso de 57 g, valor medio correspondiente a una edad de 5 días, consideramos que el peso de los pollos permite estimar su edad con un error inferior a 1 día. Este criterio se utilizó en 45 pollos, pertenecientes a 19 nidos, en los que la primera visita se produjo durante el periodo de eclosión, cuando su edad (estimada a partir de su peso) era inferior a 6 días. En estos pollos se realizó un seguimiento de su crecimiento mediante la toma periódica de datos (generalmente cada 5 o 6 días). Los valores de crecimiento de estos pollos de edad conocida permitieron obtener una ecuación de regresión para la 6ª primaria, que se utilizó como patrón para estimar la edad de los pollos en aquellos nidos en los que nuestro primer control de los pollos se produjo para una edad mayor a 6 días, para los que la valoración de su edad en base al peso está sujeta a un mayor margen de error.

La edad estimada en base a este criterio, se ha utilizado para determinar el orden de eclosión de aquellos pollos que se encontraban ya crecidos en la primera visita a los nidos, y para los cuales el peso no es un buen indicador del orden en la pollada. No obstante, en algunos nidos muy sincrónicos, el peso de los pollos en la primera visita, o la longitud de la primaria en edades posteriores fueron muy similar por lo que no pudo establecerse el orden de eclosión. Estos nidos no se han incluido en el análisis del posible efecto del orden en la pollada sobre el crecimiento.

El sexado de los pollos de una edad superior a 20 días, se ha realizado desde 1991 siguiendo el criterio del color del iris, descrito para *C. cyaneus* por Hammerstrom (1968), Scharff y Balfour (1970), Picozzi (1980,1981,1984) y utilizado por otros autores para *C. pygargus* (Schipper, 1978). Durante los años 1989 y 1990, esta variable no fue considerada, por lo que el sexado de estos pollos se ha realizado utilizando una función discriminante obtenida a partir de los datos biométricos de 37 pollos de edad superior a 25 días (edad aproximada de vuelo), sexados en base al color de iris en los años 1991 y 1992 (capítulo 7).

3.2 Marcaje de los pollos.

Los pollos fueron anillados cuando alcanzaron una edad igual o superior a 12 días. Durante los años 1990 a 1992, a algunos pollos se les colocó, además de la anilla metálica, una anilla de PVC con un código de 3 dígitos. Este tipo de marcaje dejó de utilizarse en 1993, debido a los escasos resultados de lectura de anillas obtenidos. Esto se debe a la tendencia de los aguiluchos a posarse en el suelo, lo que conlleva el que los tarsos queden a menudo ocultos por la vegetación herbácea y su lectura sea difícil a la distancia a la que estas aves permiten aproximarse a un observador sin levantar vuelo.

Para permitir el reconocimiento individual de los pollos tras el abandono del nido, a fin de estudiar el periodo de dependencia de los padres durante su estancia en la zona y sus movimientos dispersivos tras el abandono de la misma, se marcaron algunos pollos de nidos seleccionados con 2 bandas alares de material plástico (Saflag Company of America). Se emplearon diferentes combinaciones de colores (blanco, amarillo, naranja y azul) en las marcas con distintos símbolos (o x / - >) sobre el color de fondo. El color de fondo de una de las marcas se empleó como indicativo del año de nacimiento, a efectos de determinar la edad del ave en posibles observaciones futuras. El color de fondo de la otra marca se utilizó como distintivo del nido al que pertenecían. Los símbolos sobre las marcas permitieron el reconocimiento individual de cada pollo, con prismáticos 8x30, desde

una distancia de unos 150-200 m.

3.3 Tratamiento estadístico.

Para las variables utilizadas en el estudio de crecimiento (peso, longitud del tarso, etc), el análisis estadístico de la información se ha realizado mediante tests de tipo paramétrico. Algunas variables analizadas (número de pollos nacidos, en vuelo, mortalidad, temperaturas, precipitaciones) no se ajustaron a los requisitos previos necesarios para la aplicación de tests paramétricos, en particular a la distribución normal de las variables. Las transformaciones usuales de tipo logarítmico o raíz cuadrada realizadas para aproximar estos valores a una distribución normal, no produjeron un ajuste adecuado, por lo que los análisis de varianza para estas variables se realizaron mediante el test de Kruskal-Wallis, equivalente no paramétrico al ANOVA de un factor. El estudio de posibles correlaciones para estas variables se realizó mediante el test de correlación no paramétrico de Spearman.

Para el análisis de variables como fecha de puesta, de siega, etc se ha utilizado preferentemente como estadístico descriptivo la *mediana*, ya que se ve menos afectado por valores extremos de la distribución de frecuencias. Para las comparaciones de los valores de este estadístico entre zonas, años, etc se ha empleado el test de la mediana (Siegel, 1979).

Los niveles de significación en los diferentes tests se obtuvieron considerando una distribución de 2 colas. El nivel de significación utilizado es el habitual del 5% ($p < 0,05$).

Los análisis se realizaron mediante los programas estadísticos STATGRAPHICS v 5.0 y SPSS v 4.0 (SPSS Inc).

CAPÍTULO 4. HÁBITAT DE NIDIFICACIÓN.

La distribución espacial y la densidad de las aves rapaces parece ser determinada esencialmente por la disponibilidad de 2 factores: lugares adecuados para la nidificación y alimento (Newton, 1979). Existe gran variabilidad entre las distintas especies de Falconiformes respecto a sus requerimientos en ambos factores, relacionada a su vez con el tamaño corporal y características de su ecología, básicamente el tipo de alimentación y su disponibilidad espacio-temporal (Newton, 1979; Newton et al, 1986). Aspectos etológicos como el grado de territorialidad y la tolerancia hacia congéneres muestran asimismo variaciones intraespecíficas que parecen estar influenciadas por estas variables (Baker y Brooks, 1981; Tjernberg, 1985; Rich, 1986; Ridpath y Brooker 1987; Viñuela, 1991).

Diversos autores han centrado su atención en el estudio de la selección de hábitat por parte de las aves (Cody, 1985; Blondel et al, 1987; Pampush y Anthony, 1993). En las rapaces, estos estudios han tenido generalmente como finalidad la caracterización de comunidades (relaciones tróficas, territorialidad, relaciones interespecíficas: Veiga, 1985) o evaluar sus requerimientos respecto a diferentes variables ambientales que permitieran identificar posibles causas de su disminución, orientados en su mayor parte hacia la toma de decisiones relacionadas con manejo de hábitat y conservación (Bednarz y Dinsmore, 1981; Gilmert y Stewart, 1984; Korpimaki, 1986; Rich, 1986; González, 1989; González, 1991; González et al, 1992). Otros estudios han tenido por objeto el análisis de la ubicación de los nidos (tipo de árbol, orientación, etc) y su posible relación con otros factores ambientales que pueden incidir en el éxito en la cría (Tjenberg, 1885; Ridpath y Brooker, 1987; González, 1991; Viñuela, 1991, 1993; Viñuela y Sunyer, 1992; Fernández y Azcona, 1993).

Para las especies del género *Circus* nidificantes en Europa, este tipo de estudios han centrado su atención en la comparación de nichos ecológicos (sustratos de nidificación, uso del hábitat y régimen trófico) para intentar determinar diferencias interespecíficas en las

zonas en que estas especies comparten biotopos de nidificación o invernada (Schipper, 1973,1977,1978; Leroux, 1987; Clark et al, 1993).

Las características de las zonas estudiadas en Centroeuropa, (generalmente en vegetación natural de *Agropirum*, *Salix*, *Phragmites*, *Juncus*, *Scirpus*, *Cirsium*, etc) son muy diferentes al tipo de hábitat en el que *C. pygargus* se presenta mayoritariamente en la Península, por lo que algunas de las conclusiones de estos trabajos probablemente no sean aplicables a las poblaciones ibéricas de esta especie. Idénticas consideraciones pueden hacerse respecto a las poblaciones de *C. cyaneus* que se reproducen en la Península, ya que también nidifican mayoritariamente en cultivos herbáceos, aunque quizás en menor proporción que *C. pygargus*.

En zonas favorables, los aguiluchos cenizos muestran una gran tendencia a nidificar constituyendo pequeñas "colonias" o núcleos de cría, en los que los nidos pueden estar en ocasiones muy próximos entre sí (Pérez Chiscano y Fernández Cruz, 1971; Garzón, 1974; Leroux, 1987).

En la zona de estudio existe una amplia superficie de cultivos cerealistas, (aprox. 32.000 Ha sembradas de cereal por término medio en los años de estudio) potencialmente aptos para la nidificación de los aguiluchos, que podría acoger probablemente a una población superior a la observada. En conjunto, la disponibilidad aparente de recursos tróficos, el otro factor que pudiera ser determinante en la abundancia de la especie, es también elevada. Sin embargo, los núcleos de cría se sitúan en zonas muy concretas, existiendo amplias zonas en las que no se ha observado la nidificación de la especie, (aunque se desconoce si lo hizo en un pasado reciente anterior al inicio de este estudio), repitiéndose la ubicación de los nidos incluso a nivel de parcela en varios años a lo largo del periodo de duración del estudio. Parece existir pues, una gran querencia hacia determinados puntos del territorio. En este capítulo se estudia la distribución espacial de los núcleos de cría localizados en el área de estudio, así como aquellos posibles factores ambientales que pudieran influir en la distribución observada. Se intentará determinar aquellos factores del medio físico

que pudieran influir en la distribución espacial de los núcleos de cría localizados. La importancia de factores relacionados con el grado de presencia humana en los medios de cría es también analizada. Se estudia igualmente la distribución espacial de los nidos para una de las colonias en la que se conoce la localización de los mismos durante los 7 años de estudio, y la posible relación de esta distribución con diversos parámetros reproductivos.

4.1 Uso de cultivos como sustratos de nidificación.

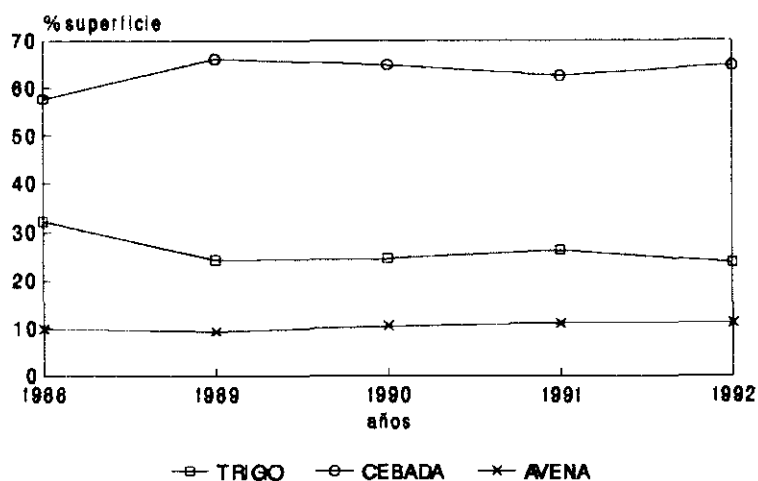
En la Península Ibérica, los aguiluchos cenizos utilizan mayoritariamente como sustrato de nidificación cultivos herbáceos. No obstante, en algunas zonas los nidos pueden encontrarse en mayor proporción en vegetación natural (matorral: Bort et al, 1992; Garzón, 1974; repoblaciones en sus primeras etapas: Garzón, 1974; carrizales y junqueras: Castaño, obs. pers; Sánchez et al, informe inédito).

En la zona de estudio, todos los núcleos de cría localizados se situaron en campos cultivados, en su mayoría de cereal en secano, aunque un número reducido de nidos se localizaron en parcelas de veza (*Vicia sativa*) en regadío. Los datos disponibles de superficie sembrada para cada tipo de cereal se refieren a la superficie total de los términos municipales en los que se sitúan los núcleos estudiados (aprox. 121.000 Has, figura 4.1).

Aunque el área de estudio (aprox. 62.000 Has) sólo incluye parcialmente a los términos municipales de Valdepeñas y Torre de Juan Abad, las observaciones directas en la zona permiten asumir que los porcentajes de cultivos en la superficie total son representativos de la parte de estos términos incluida en la zona de estudio.

Sobre la base de la superficie media sembrada en estos términos municipales durante el periodo 1988-1992, podemos obtener una estima de la superficie potencial de nidificación (terrenos de labor sembrados en un año medio, en secano) de aproximadamente unas 18.600 has, lo que representa el 30 % de la superficie total del área de estudio.

Figura 4.1: Porcentajes de superficie cultivada con distintos tipos de cereal en los términos municipales en los que se realizó este estudio, durante el periodo 1988-1992. (Superficie total: 121.578 Ha; **Superficie media sembrada de cereal en este periodo: 32.236 Ha**) Fuente: Delegación Provincial de Agricultura de Ciudad Real.



Cózar, Torrenueva, Valdepeñas.
S.C. de Múdola, Torre Juan Abad

- Cultivos utilizados para anidar.

Los aguiluchos nidificaron mayoritariamente en cebada (*Hordeum vulgare*). En este cereal se situaron 115 (85%) de los 134 nidos controlados entre 1988 y 1994. El número de nidos en los distintos tipos de cultivos mostró diferencias significativas respecto al valor esperado en función de la disponibilidad de los mismos en la zona, estimada a partir de la superficie media sembrada en los términos municipales del área de estudio, durante el periodo 1988-1993. ($\chi^2=28,4$, g.l=2 $p<0,001$; tabla 4.1).

Tabla 4.1: Frecuencias y porcentajes de nidos en los distintos cultivos utilizados por los aguiluchos para nidificar y de los valores esperados correspondientes a los valores medios de superficie cultivada para cada uno de ellos en la comarca. (Datos para el periodo 1988-1993; los datos para 1994 no están disponibles).

Cultivo	N° nidos observados	Nidos (%)	N° nidos esperados	Superf.cult. (%)
cebada	103	84,4	75,3	61,7
trigo	9	7,4	32,5	26,7
avena	6	4,9	13	10,6
veza	4	3,3	1,2	1 **
TOTAL	122	100	122	100

** No se dispone de información sobre la superficie cultivada con veza en la zona, aunque sin duda es muy reducida. Se ha asignado arbitrariamente un valor del 1% a este tipo de cultivo forrajero, con objeto del cálculo del valor de nidos esperados para este tipo de cultivo.

Esta aparente "preferencia" por la cebada como sustrato de nidificación, superior a la esperada en función de la superficie sembrada con este cereal, podría en parte estar motivada por la gran tendencia observada en los aguiluchos a una distribución agregada de sus nidos. No obstante, en las áreas en las que coincidieron en un mismo año y próximas entre sí parcelas sembradas de cebada, trigo y avena, los nidos se situaron también preferentemente en las primeras (obs. pers). La razón probable de esta utilización mayoritaria de la cebada para nidificar, vendría dada por la mayor precocidad de este cultivo con respecto a avena y trigo. Las siembras de cebada muestran en general un mayor grado de crecimiento en el momento de la llegada de los aguiluchos a las zonas de cría. Este más rápido crecimiento aportaría la protección necesaria para la nidificación, al menos a las parejas más tempranas.

Para confirmar esta hipótesis, durante los años 1993 y 1994, en fecha 27 de marzo (coincidiendo con las primeras observaciones de

aguiluchos en la zona), se midió en 2 de las zonas o núcleos de cría la altura del cereal de todas las parcelas en el área por la que los aguiluchos habían mostrado gran querencia en años precedentes. En cada parcela, se tomaron 2 medidas en la zona central y se consideró como representativo de la altura del cereal en la parcela, el valor medio de ambas medidas. Posteriormente se valoró si se produjo o no nidificación en las mismas y se relacionó este hecho con la altura del cereal medida previamente. Se realizó un ANOVA de 3 factores para valorar posibles en la altura del cereal en relación con las variables año, zonas y presencia/ausencia de nidos, obteniéndose efectos significativos para las 3 variables y para las interacciones año-zona y año-presencia/ausencia de nidos (tabla 4.2). Los valores medios de altura de siembra (en cms) se muestran en la tabla 4.3.

Tabla 4.2 ANOVA de 3 factores para la altura de las parcelas en relación a los factores *año*, *zona* y *presencia/ausencia* de nidos.

Factor	g.l	F	p
<i>año</i>	1	26,6	<0,001
<i>zona</i>	1	6,2	0,01
<i>presencia nidos</i>	1	17,4	<0,001
<i>año*zona</i>	1	6,6	0,01
<i>año*presencia nidos</i>	1	5,2	0,03
<i>zona*presencia nidos</i>	1	1,0	0,3
<i>año*zona*presencia</i>	1	0,8	0,3

Tabla 4.3 Altura media (cms) del cereal en cada año y zona en el total de parcelas y considerando la presencia ausencia de nidos en las mismas (N= número de parcelas).

AÑO	ZONA 1		ZONA 4		TOTAL			
	X	N	X	N	X	N		
1993	31,5	7	31,8	4	31,6	11		
1994	37,9	13	51,8	7	42,8	20		
	SIN NIDOS		CON NIDOS		SIN NIDOS		CON NIDOS	
	X	d.t	X	d.t	X	d.t	X	d.t
1993	30,5	5,6	37,5	-	30	6,5	37,5	-
1994	35,3	8,3	52,5	7,0	47,2	7,5	79,5	-
TOTAL	33,6	7,6	47,5	10	41,5	10,9	58,5	29,6
					36,3	9,5	51,9	17,5

Durante 1993, no se obtuvieron diferencias significativas en la altura de las siembras entre las parcelas con/sin nido en ambas zonas (ZONA 1: ANOVA $F_{1,5}=1,3$ $p=0,3$ ZONA 4: ANOVA $F_{1,2}=0,9$ $p=0,4$). En 1994, por el contrario, en ambas zonas la altura de las parcelas con nidos fue significativamente superior (ZONA 1: ANOVA $F_{1,11}=7,4$ $p=0,01$ y ZONA 4: ANOVA $F_{1,5}=15,8$ $p=0,01$). Las diferencias observadas entre ambos años y zonas en la altura de las parcelas podrían deberse a variaciones interanuales y locales en el régimen de precipitaciones en los meses de febrero y marzo. En 1993, la altura media en ambas zonas fue similar, sin embargo, en 1994, la altura de las parcelas en la zona 4 fue claramente superior (tormentas muy localizadas espacialmente durante 1994 propiciaron probablemente un mayor crecimiento de las siembras en esta zona), aunque no podemos descartar otras posibles causas que pueden incidir sobre el crecimiento del cereal en las distintas parcelas (laboreo, abonado).

En 1993 la altura media del cereal en la zona 1 para las parcelas sembradas de cebada en fecha 27 de marzo, fue de 33,3 cm (d.t=4 N=5 parcelas); para las parcelas sembradas de trigo fue de 27,5 cm (d.t=9 N=2). Aunque el reducido número de parcelas no permite establecer diferencias a nivel estadístico, en la única parcela (sembrada de cebada) en que se ubicaron los nidos de esta zona, la altura en esa fecha era de 37,5 cm, en las otras 6 parcelas sembradas en sus proximidades, la altura media del cereal fue de 30,5 cm. En 1994, todos los nidos en ambas zonas o núcleos de cría se situaron en cebada. En la zona 1 la mayor parte de las parcelas del área por la que los aguiluchos muestran una gran querencia estuvieron sembradas de cebada (altura media: 38,6 d.t=4; N=11) y la altura de la única parcela sembrada con avena fue de 30 cm). En la zona 4 la altura media de las parcelas con cebada en esa fecha fue 52,1 cm (d.t=15), la única parcela sembrada de trigo en sus proximidades tuvo en esa fecha una altura de 50 cm.

Estos datos, unidos a las observaciones sobre el aspecto general de las siembras en el resto de las zonas, sugieren que los aguiluchos una vez establecidos en las áreas de cría, elegirían para anidar las

siembras que presentan una mayor altura del cereal (y quizás densidad de plántulas, variable no cuantificada), y por tanto, una mejor protección de los nidos. Este hecho podría explicar parcialmente la ausencia de aguiluchos en otras áreas de similar latitud, en las que el desarrollo del cereal es más tardío debido a diferencias en el calendario de siembra o de microclima, y presenta una altura insuficiente para dar una cobertura adecuada a los nidos a la llegada de estas aves.

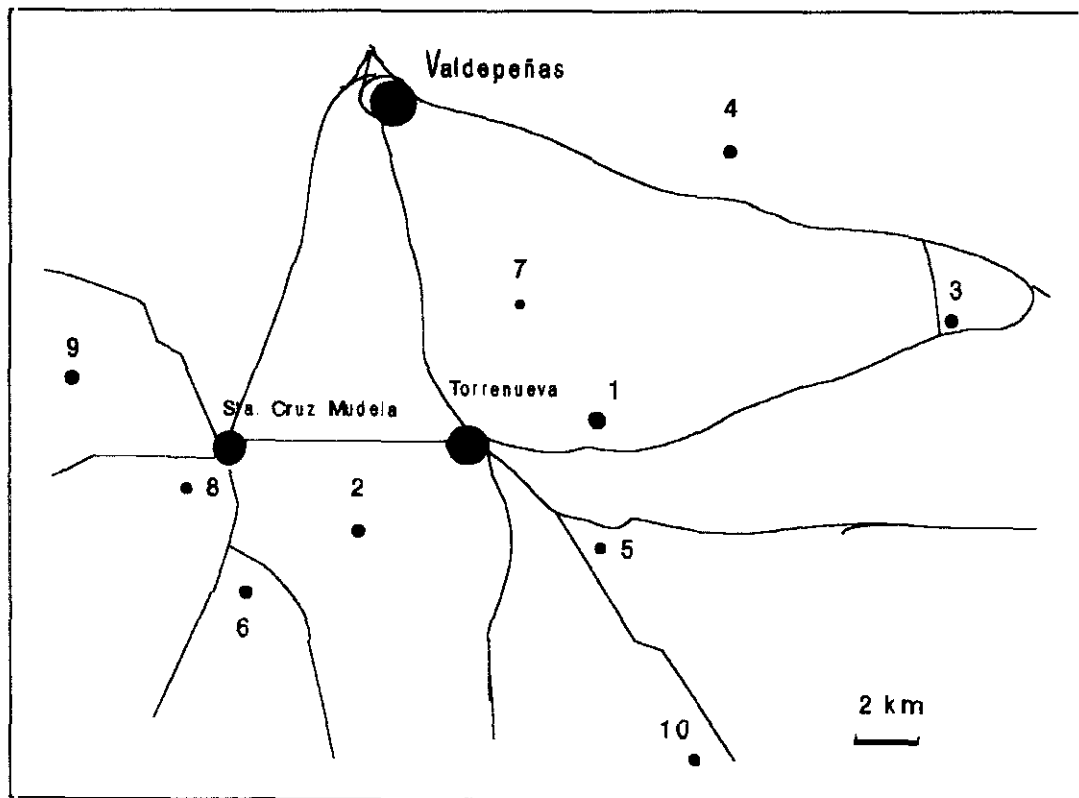
Para establecer si es la altura del cereal o el tipo de cultivo el factor determinante para la nidificación de los aguiluchos en una parcela, se realizó un análisis log-lineal para las variables *tipo de cultivo*, *altura del cereal* y *presencia/ausencia* de nidos en las parcelas. La altura se codificó en 2 clases (superior-inferior) con respecto a la mediana para esta variable en el total de las parcelas. No se obtuvo un efecto de tercer orden significativo ($X^2=0,04$; g.l=1 p=1), y tan sólo para las variables *altura-presencia de nidos*, el efecto resultó significativo ($X^2=6,0$; g.l=1; p=0,01). Parece por tanto, que sería la altura del cereal el factor determinante de la utilización de las parcelas para nidificar. El tipo de cultivo no parece influir en la utilización para anidar de las parcelas, aunque quizás el reducido número de parcelas sembradas en ambas zonas con trigo en esos años (N=3) sea insuficiente para un análisis más completo del posible efecto de esta variable.

4.2 Núcleos de cría: distribución espacial.

El estudio de la distribución espacial de los núcleos de cría se ha realizado en 9 de las zonas en las que se localizaron nidos. Se ha definido como "núcleo de cría" al conjunto de nidos situados en un círculo de 1.000 m de radio, tomando como punto central de referencia el nido de fenología más temprana para cada zona y año. Esto representa una superficie de 314 Has, aunque el 80 % de los nidos aparecían bastante agrupados, en una superficie de menos de 5 Has.

Los distintos núcleos de cría se representaron sobre un mapa a escala 1:200.000. Las distancias para las diversas características del hábitat consideradas, se midieron sobre mapas topográficos 1:50.000 del Servicio Geográfico del Ejército. Para el estudio de la distribución espacial de los nidos y la variabilidad del hábitat se emplearon ampliaciones de fotografía aérea a escala 1:5.000 (M.A.P.A 1986). La distribución espacial en la comarca de los diferentes núcleos de cría se representa en la figura 4.2.

Figura 4.2 Distribución de los núcleos de nidificación (círculos numerados) en el área de estudio. Se indican los núcleos urbanos en la zona de estudio y las carreteras. Los círculos numerados corresponden a los distintos puntos en que nidificó la especie.



La reproducción en cada núcleo se controló durante los siguientes años:

Zona 1: 1988 a 1994	Zona 6: 1992, 1993 y 1994
Zona 2: 1988 a 1993	Zona 7: 1988
Zona 3: 1989 a 1992	Zona 8: 1990 y 1993
Zona 4: 1990 a 1994	Zona 9: 1990, 1991
Zona 5: 1991	Zona 10: 1988, 1989.

El número de nidos para el conjunto de núcleos de cría a lo largo del periodo de estudio ha oscilado entre 1 y 13. En algunos de estos núcleos se han producido sensibles variaciones interanuales en el tamaño de las "colonias" de cría (capítulo 5). El grado de agrupamiento de los nidos ha diferido también en las distintas colonias. Esto se debe probablemente a la variación interanual en la distribución de las parcelas sembradas, aunque en general se ha observado una gran tendencia a que los nidos estén próximos entre sí.

La presencia de aguiluchos en algunas de las áreas de cría se ha mantenido en los diferentes años, lo que sería indicativo de una gran querencia de las aves por determinados enclaves, (informaciones facilitadas por pastores, indican que la especie estaba presente en alguno de los núcleos, al menos desde la década de los 70). Estas han sido las áreas que mayor número de parejas han tenido en los diferentes años e incluyen al 85% de los 134 nidos estudiados.

En algunos núcleos (generalmente de 1 o 2 nidos), sólo se ha observado nidificación en uno o dos de estos años, aunque durante todo el periodo de estudio existió en esas zonas superficie cultivada adecuada para la nidificación. En la mayoría de estos núcleos, fracasó la reproducción, generalmente por perturbaciones originadas por el hombre.

En la tabla 4.4 se indican las distancias entre los 5 núcleos de cría localizados en los que los aguiluchos criaron durante al menos 3 años en el periodo de estudio. El valor medio de la distancia entre los núcleos de cría fue de 15,3 kms (d.t.=6,9). Los núcleos más próximos se encontraron a 4,5 kms y los más alejados a 26 kms.

Tabla 4.4 Distancia (en kms) entre los diferentes núcleos de cría estudiados en los que los aguiluchos nidificaron durante al menos 3 temporadas de cría. (entre paréntesis se indica el n° de años en los que se produjo nidificación en esa zona).

Núcleo		1	2	3	4	6
1	(7)	-	7,2	15	13	11,5
2	(5)		-	22	20	4,5
3	(4)			-	10,5	26
4	(5)				-	24
6	(3)					-

Se ha utilizado el test GMASD (Brown, 1975; Brown y Rothery, 1978) para determinar el tipo de espaciamiento (regular o al azar) de los 9 núcleos de cría en los diferentes años (tabla 4.5). Este estadístico está basado en la estima de la probabilidad de que una serie de puntos en un espacio bidimensional se distribuyan al azar, utilizando la relación existente entre las medias geométricas y aritméticas del cuadrado de las distancias entre los puntos más próximos. Este estadístico puede tomar valores entre 0 y 1, siendo valores de G superiores a 0,65 indicativos de un espaciamiento regular.

Tabla 4.5 Valores del estadístico G en los diferentes años y núcleos de cría considerados.

AÑO	N	Núcleos considerados							G
1990	7	1	2	3	4	5	6	7	0,54
1991	5	1	2	3	4	8			0,72
1992	5	1	2	3	4	6			0,76
1993	5	1	2	4	6	9			0,63

Los valores de GMASD obtenidos indican que el espaciamiento de los distintos núcleos de cría tiende a ser de tipo regular durante 1991 y 1992. En los años 1990 y 1993, la distribución de las zonas de cría no difirió de la esperada por azar.

En condiciones de población reproductora próxima a la capacidad de porte del medio, podríamos esperar una cierta regularidad en la distribución espacial de los núcleos de cría, ya que tanto la distribución de las siembras, lugares potenciales de nidificación, como la disponibilidad de alimento es aparentemente homogénea en la zona de estudio. Sin embargo, entre los núcleos en los que se reproduce la especie, existen amplias zonas "vacías", aparentemente favorables para la nidificación, en las que no se ha observado su presencia. Esta distribución parcheada podría estar originada por una población reproductora inferior a la que puede acoger el área, determinada quizás por características propias del hábitat y/o por posibles interferencias humanas sobre su reproducción (impacto diferencial por siega y actividad cinegética).

La distribución espacial de los nidos de tipo regular ha sido descrita en distintas rapaces. En *Aquila chrysaetos* se ha observado una distribución espacial de este tipo en la ubicación de sus nidos en el Reino Unido y Suecia (Tjernberg, 1985; Watson y Rothery, 1986). La disponibilidad de alimento, para ambas poblaciones en las que los lugares de nidificación no son limitantes, parece ser el factor condicionante de la distancia a la que un pareja reproductora toleraría la presencia de congéneres, y por tanto actuaría como factor regulador de la densidad de la especie en un área concreta. Un resultado similar se obtuvo para *A. nissus* en el Reino Unido, respecto a la regularidad en la distribución espacial y las distancias internidos, en relación con factores como la productividad del suelo y la altitud, ambos relacionados con la disponibilidad de alimento (Newton et al, 1986).

El grado de territorialidad, condicionante de la distribución espacial de los nidos, estimado a partir de la distancia internidos en las dos especies citadas, parece estar determinado por la abundancia de alimento. En el aguilucho cenizo, debido a su tendencia a nidificar en grupos, el comportamiento territorial de exclusión de conespecíficos se limitaría a una pequeña superficie en torno al punto de ubicación del nido, por lo que no parece en principio probable que el espaciamiento de los núcleos estudiados esté causado por un

comportamiento territorial. No obstante, no disponemos de información para excluir esta posibilidad, ya que el radio de campeo de los machos de aguilucho cenizo es generalmente muy amplio, pudiendo llegar a alejarse 10-12 km de los puntos de nidificación (Schipper, 1977), por lo que cabe la posibilidad de que pudieran interaccionar adultos de núcleos distintos, aunque relativamente próximos. Hemos observado que las salidas de caza de los machos, al alejarse de los nidos, se producen con mayor frecuencia hacia determinadas direcciones, aunque no se ha podido valorar si corresponden estas rutas de caza preferentes a determinados individuos. Debido a que no se marcaron adultos, no se ha podido estudiar el uso que los machos hacen del territorio de caza, desconociéndose en qué medida pudiera producirse un cierto solapamiento y quizás algún tipo de interferencia o posible competencia intraespecífica en las zonas de campeo, tanto para machos de un mismo núcleo de cría como para machos de núcleos próximos. Tampoco disponemos de información sobre las características de los individuos que componen una colonia (posibles relaciones de parentesco, posibles diferencias en el grado de filopatria de cada sexo), por lo que no podemos determinar los factores que inducen a los individuos a asentarse en una determinada colonia y a permanecer en ella o cambiar cada año.

4.3 Características fisionómicas de los núcleos de cría.

Para los 10 núcleos de nidificación estudiados, se han considerado diversas características fisionómicas de los biotopos en que se emplazaron, al objeto de valorar posibles factores que pudieran afectar a la elección de las zonas en las que nidifican (tabla 4.6). La mayor parte de estos factores se relacionan con el grado de presencia humana y, por tanto, de probable perturbación para la reproducción de la especie. No consideramos aquí la persecución directa que se produce en los distintos cotos de la zona, difícil de cuantificar con criterios objetivos, pero que muy probablemente haya influido en la actual distribución de los núcleos de cría en la zona.

Mediante una trama de cuadrículas de 1 Km de lado, superpuesta sobre las cuadrículas U.T.M 10x10 en las que se localizaron nidos, se

seleccionaron al azar 10 puntos del territorio en la zona de estudio. En estos puntos se midieron las variables indicadas en la tabla 4.6. Los valores medios obtenidos para estos puntos al azar no mostraron diferencias significativas para ninguna de las variables medidas respecto a los puntos en que se localizaron los núcleos de cría (test t Student, g.l=18 $p > 0,05$ en todos los casos).

Tabla 4.6 Distancias (m) de los distintos núcleos de cría a diferentes puntos del territorio enunciados. Las distancias (en metros) se estimaron con un error de ± 50 m a partir de las hojas 1:50.000 de los mapas del Servicio Geográfico del Ejército.

	media	d.t	mediana	rango	t	p
- Distancia a un cauce de agua.	1.013	1.014	600	25-2.500	0,5	0,5
- Distancia a carretera asfaltada.	861	1.259	200	50-3.800	1,3	0,1
- Distancia a camino no asfaltado.	141	125	100	50-400	0,1	0,8
- Distancia a la localidad más cercana.	3.627	2.120	3.250	1.300-7.500	1,7	0,1
- Distancia a caserío habitado más próximo.	1.188	874	1.300	300-2.500	1,4	0,1
- Distancia a caserío no habitado más próximo.	462	359	350	150-1.250	1,1	0,2
- Distancia al límite de coto de caza más próximo.	722	1.254	250	50-2.000	0,0	0,9

Para los 4 núcleos de cría principales por su número de parejas reproductoras (núcleos 1 a 4), se estimó cuantitativamente la posible variabilidad en cuanto a distintas formaciones vegetales, mediante el cálculo de la cobertura de cada una de ellas en un radio de 1,25 km de un punto considerado como centro del núcleo de cría.

Sobre ampliaciones a escala 1:5.000 de fotografía aérea, se superpuso un eje de coordenadas de 25 cm de longitud, (con graduaciones de 1 cm=50 m a escala real). Se anotó el tipo de formación vegetal coincidente con cada uno de los 100 puntos obtenidos por superposición de los ejes de coordenadas (tabla 4.7).

Tabla 4.7 Porcentaje de terreno ocupado por diferentes tipos de formaciones vegetales en 4 de los núcleos estudiados en un radio de 1,25 Km alrededor de las parcelas de cría.

Zona	labor	viña	olivar	pastizal	arroyo	matorral
1	72	0	22	6	0	0
2	87	0	3	10	0	0
3	71	26	0	0	3	0
4	48	42	6	4	0	0
media	70	17	7,75	5	0,25	0

La superficie de las 4 primeras formaciones vegetales (labor, viña, olivar y pastizal) en un radio de 1.250 m alrededor de las parcelas en que nidificaron los aguiluchos, difirió significativamente entre las 4 zonas ($X^2=133$; g.l=9; $p<0,001$). En todas ellas la superficie de labor (barbechos, rastros y cultivos de cereal) fue mayoritaria. Respecto al resto de los tipos de formaciones vegetales considerados, la gran variabilidad entre las zonas de cría parece indicar que no existe una preferencia concreta, al menos en lo que respecta al área próxima a las parcelas en las que se ubicaron los nidos.

Estos resultados sugieren que no parecen existir requerimientos específicos respecto a los factores del medio físico considerados, que permitan diferenciar las zonas en las que nidifica o está ausente la especie en la comarca, si exceptuamos una superficie suficiente de cultivos herbáceos.

Podríamos entonces considerar la posibilidad de que la distribución espacial observada sea el resultado directo de causas relacionadas con la actividad humana o de otros factores del medio no considerados en este estudio. La distribución espacial actual de los núcleos de cría observada en la zona de estudio podría estar condicionada por la combinación de 2 factores de origen humano: incidencia diferencial de la siega y persecución a la que han sido

sometidos en épocas recientes. Otros factores naturales, como la posibilidad de un sistema poligámico de emparejamiento o la defensa ante depredadores, podrían favorecer la distribución agregada, pero probablemente no influirían sobre la distribución espacial de los núcleos de cría en la zona.

El impacto ocasionado por la siega en la zona se discutirá en el capítulo 8. Respecto a la persecución directa que sufren los aguiluchos, planteamos la posibilidad de que su presencia actual en los núcleos localizados, sea el resultado de una menor presión humana sobre la especie en los últimos años en estos puntos, mientras que su ausencia en las áreas en las que no se ha observado la especie, esté motivada por una mayor persecución en épocas recientes.

El grado de persecución directa es difícil de objetivizar. No obstante, cabría suponer una menor presencia de la especie en los cotos de titularidad privada en los que la caza de la perdiz se realiza con un predominio del componente económico, generalmente mediante cacerías en la modalidad de "ojeos". A este respecto, hemos de indicar que 2 de los núcleos con presencia constante de la especie durante el periodo de estudio, se encuentran en un coto social de caza, gestionado por la Administración, en el que la persecución de la especie no se ha producido o ha sido mínima, al menos en los últimos 10 años. Los núcleos en que ha sido observada su presencia uno o dos años, se encuentran situados en cotos privados, y al menos en 3 de ellos, los aguiluchos fracasaron en su reproducción debido al expolio de los nidos o muerte de las hembras.

La agregación de parejas en los núcleos más importantes podría ser consecuencia indirecta de estas diferencias en el grado de persecución. Los aguiluchos que fracasaron en su reproducción en una zona a causa de continuas molestias o destrucción de nidos, podrían en años sucesivos intentar asentarse en otras zonas. En aquéllas en las que la persecución directa fuese menor, su éxito reproductivo podría aumentar y serían utilizadas en años posteriores. Ambas posibilidades no son excluyentes entre sí y podrían favorecer la presencia de los

aguiluchos en estas zonas. No obstante, en la actualidad no disponemos de información sobre la posible repetibilidad en la elección de los lugares de cría en función del éxito de cría en temporadas precedentes. Su confirmación exigiría del marcaje de un gran número de individuos adultos, para valorar el grado de fidelidad a estas zonas en función de su éxito en la cría. Podrían existir además diferencias en el grado de filopatría entre clases de edad e intersexuales, debido a que la conducta territorial de los machos quizás les vinculase en mayor medida a los territorios en los que han nidificado en años anteriores, en base a una mayor experiencia y conocimiento de la zona.

En las aves, generalmente los costes derivados de la búsqueda de nuevos territorios en los machos de cría parecen ser mayores que en las hembras. Cabe esperar por tanto, que la filopatría en las hembras será menor que en los machos (Haartmann, 1971; Greenwood, 1980). Un mayor grado de filopatría en los machos se ha observado en diversas especies de aves (revisión en Greenwood, 1980; Part, 1994) y parece ser ventajoso para los individuos de este sexo. Una posible llegada a las áreas de cría dependiente del fenotipo de los machos, puede conllevar diferencias en su capacidad de acceder a territorios y quizás en el tamaño de la población reproductora (Moller, 1994). En *Ficedula hypoleuca* (Herlugson, 1981) y *Sialia currucoides*, (Winkel, 1982) se ha observado una tendencia en las hembras a nidificar en un mismo lugar, tras el éxito en la cría de años precedentes. Por el contrario, el fracaso en la reproducción puede conllevar una mayor dispersión en posteriores intentos reproductivos (Richdale y Warham, 1973).

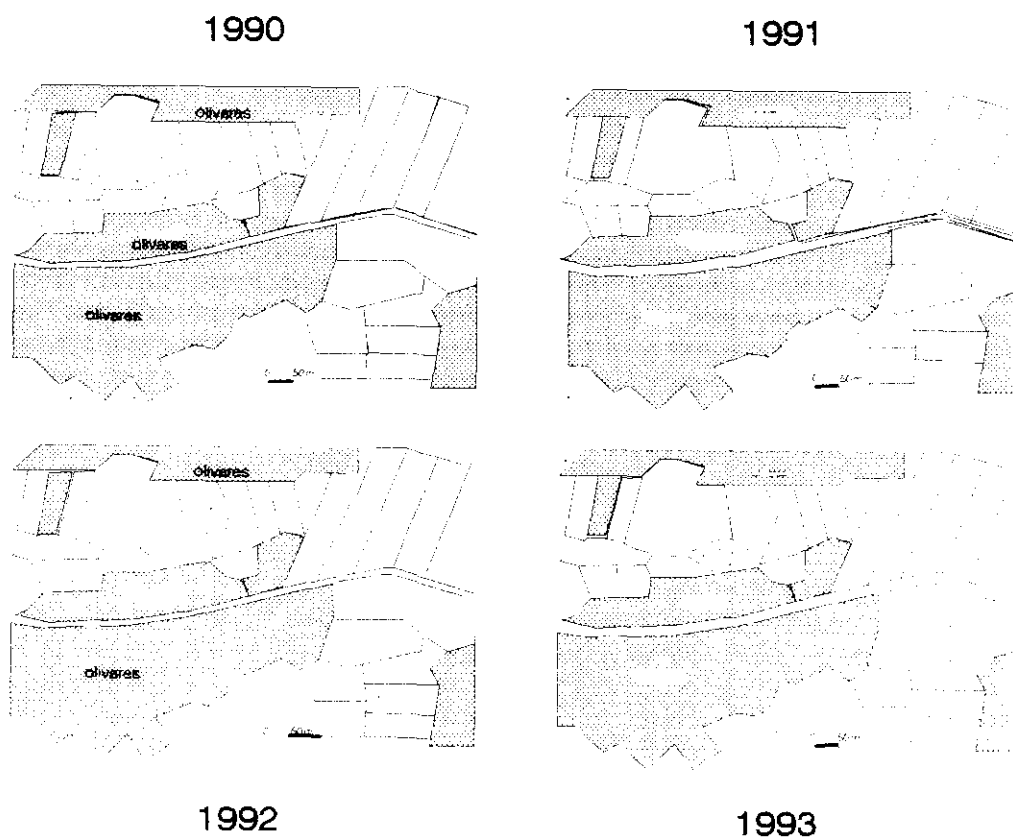
4.4 Ubicación de los nidos dentro del núcleo de cría.

La distribución de los nidos se ha estudiado para el núcleo de cría número 1, (N=36 nidos en el periodo 1989-93), mediante su ubicación aproximada en las parcelas de esta zona, sobre ampliaciones de fotografía aérea (escala 1:5.000; vuelo de 1986, M.A.P.A). Se midieron las distancias entre los diferentes nidos con un error de \pm 10 m. Se han considerado para cada nido la distancia al nido más próximo (DMIN), la distancia media respecto al resto de nidos de la

colonia (DMED) y la distancia al nido más alejado de la colonia (DMAX) (tabla 4.8).

En la figura 4.3 se muestra la distribución de nidos en las parcelas de la zona n° 1 para los años 1990-1993. Las parcelas utilizadas en los diferentes años variaron en función de los turnos de barbecho y del estado de las siembras.

Figura 4.3 Distribución de nidos en las parcelas de la zona 1 para el periodo 1990-1993. Los puntos representan la ubicación aproximada de los nidos en los diferentes años. En 1990 y 1991, no se muestra la ubicación de algunos nidos periféricos que quedarían fuera del área representada, en un radio de unos 200 m.



El espaciamiento internidos en los diferentes años para esta colonia se valoró igualmente mediante el test GMASD (Brown & Rothery, 1978). Podemos suponer que si las características de las parcelas en la zona (distribución, altura y densidad de las siembras) en un mismo núcleo de cría son aproximadamente homogéneas, el espaciamiento de los nidos debería ser de tipo regular, debido a comportamientos territoriales en las proximidades del nido.

Tabla 4.8 Distancias entre nidos (m) en los diferentes años para el núcleo de cría número 1 (N: n° de nidos).

AÑO	N	DMIN			DMED			DMAX			G
		\bar{X}	d.t	mediana	\bar{X}	d.t	mediana	\bar{X}	d.t	mediana	
89	7	305	128	300	651	109	662	922	134	1000	0,72
90	12	186	201	75	530	229	388	1092	223	1000	0,20
91	9	294	243	150	745	186	681	1288	285	1150	0,36
92	3	246	297	75	466	173	405	686	83	735	0,18
93	5	121	150	55	206	130	165	443	43	435	0,19
TOTAL	36	232	203	150	557	244	589	984	340	1000	

Tan sólo en 1989 (7 nidos), la distribución espacial mostró una tendencia hacia la regularidad, ($G=0,72$). Para el resto de los años, el valor de G fue muy inferior a 0,65, indicando un espaciamiento no regular de los nidos en este núcleo de cría. La razón probable para la no regularidad en el espaciamiento entre nidos vendría dada por la distribución no homogénea de las parcelas sembradas adecuadas para la nidificación, y por la acusada tendencia de los aguiluchos a congregarse en las más favorables.

El valor medio de la distancia entre nidos más próximos DMIN, no mostró diferencias significativas para los 5 años considerados (ANOVA $F_{4,35}=0,96$; $p>0,05$). Los valores medios de las distancias medias entre nidos (DMED) y de las distancias entre los nidos más alejados, (DMAX) mostraron diferencias interanuales significativas (ANOVAS para DMED

$F_{4,31}=7,53$; $p<0,001$ y $DMAX F_{4,31}=15,9$; $p<0,001$). Esta diferencia interanual en las distancias medias y máximas entre nidos, indicativa del nivel de agregación de los mismos, estaría ocasionada por diversos factores, tales como el número de parejas nidificantes, la distribución de las siembras, (que varía en función de la rotación desigual de cultivos, barbecho-siembra, en las distintas parcelas de la zona), y por su "calidad" (altura y densidad del cereal), dependiente en gran medida de la climatología en cada año.

El valor medio de la distancia al nido más próximo ($DMIN \pm d.t$ 232 ± 203 m) obtenido en esta población, fue inferior respecto a los aportados por Schipper para 2 poblaciones de la especie en Holanda (522 ± 178 y 559 ± 443 m) y similar al de una 3ª localidad estudiada por este autor (280 ± 204 m). Los valores para *C. pygargus* son en todos los casos inferiores a los descritos para *C. cyaneus* en Orkney, (810 m) y Kincardineshire (1.200 m), (Picozzi, 1978,1979). Esto sería indicativo de una mayor tendencia a la agregación de los nidos en *C. pygargus* con respecto a *C. cyaneus*.

Se realizó un análisis de correlación entre las variables $DMIN$ y $DMED$ y diversos parámetros reproductivos para el núcleo de cría número 1 (tabla 4.9; fecha de puesta, tamaño de puesta, número de pollos nacidos, número de pollos en vuelo, mortalidad total, mortalidad debida a competencia intrapollada y mortalidad excluyendo la originada por la siega; ver capítulo 5). Se han combinado los datos de los diferentes años. En este análisis, se asume que la distancia internidos, es un indicador relativo de la situación más o menos periférica de los nidos en la colonia.

La fecha de puesta se expresó mediante una categoría ordinal, asignando el valor 1 a la fecha de puesta más temprana para esta zona en el conjunto de los años (15 de abril). Las 3 variables relativas a causas de mortalidad de pollos (total, competencia y excluyendo la originada por la siega) consideran respectivamente, el número total de pollos muertos en cada nido, el número de pollos cuya muerte fué atribuida a reducción de pollada por competencia y mortalidad por

cualquier causa, excluida la ocasionada por cosechadoras o empacadoras.

Tabla 4.9 Coeficientes de correlación de Spearman entre las variables relativas a distancias entre nidos en el núcleo de cria número 1 y distintas variables reproductivas. (N: 36 nidos, * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$).

	DMIN	DMED
Fecha de puesta	0,423 *	0,479 **
Tamaño de puesta	0,153	0,138
N° pollos nacidos	0,310	0,189
N° pollos en vuelo	-0,099	-0,256
Mortalidad total	0,474 **	0,447 *
Mortal. excl. siega	0,440 *	0,389 *
Mortal. competencia	0,520 *	0,354

Estos resultados sugieren una relación entre la distribución espacial y el éxito reproductivo. La correlación positiva entre fecha de puesta y distancia media, indica que los nidos que podríamos considerar como periféricos en la colonia, tienden a ser más tardíos. Esta situación periférica podría estar relacionada con una menor calidad de estas parcelas, relativamente alejadas del núcleo central de la colonia, aunque según nuestra apreciación subjetiva respecto a la apariencia externa (cobertura, altura) de estas siembras, no parecen reunir inferiores condiciones para la ubicación de los nidos.

El efecto de la posición relativa de un nido sobre la fecha de puesta podría estar relacionado con el número de nidos en un área dada, y quizás con el status de las hembras nidificantes. No obstante, no se obtuvo una correlación significativa entre la mediana de la fecha de puesta y el número de nidos existentes en los diferentes años para el conjunto de las zonas, por lo que el número de parejas reproductoras en sí mismo, aparentemente no sería un factor determinante en la fenología reproductora en el área.

La mortalidad parece también incrementarse con la distancia internidos, es decir, sería mayor en los nidos periféricos. Esto no parece deberse a su carácter de tardíos, ya que no se obtuvo

correlación significativa entre la fecha de puesta y las tres variables de mortalidad consideradas (r_s mort.total=0,13 p=0,2; r_s competencia=-0,03 p=0,7; r_s excluy.siega=0,14 p=0,1; N=94 en todos los casos). Es posible que esta situación periférica implique una menor calidad de las parcelas en las que se asientan, y les hiciese más vulnerables frente a posibles depredadores o molestias. Esta diferencia en el éxito reproductivo entre nidos en situación central-periférica ha sido descrita en distintas aves de cría colonial, y se ha atribuido a tasas de depredación diferencial en los nidos en ambas situaciones, derivadas de una mayor eficacia en la defensa comunal ante depredadores por parte de los adultos en posiciones centrales de la colonia. (Kruuk, 1964; Patterson, 1965; Veen, 1977; Hoogland y Sherman, 1976; Andersson y Wiklund, 1978; Aebischer y Coulson, pero ver Ryder y Ryder, 1981). Aunque los resultados obtenidos para la población estudiada no parecen apoyar esta hipótesis, ya que las pérdidas por depredación y la mortalidad por siega en esta zona fueron mínimas, no podemos excluir la posibilidad de que los nidos en situación periférica fuesen más vulnerables ante posibles depredadores.

En relación a los resultados de este estudio, parece más probable que la relación entre fecha de puesta tardía y la mayor mortalidad en los nidos periféricos, pudiera deberse a que estos nidos pertenecieran con mayor frecuencia que los centrales a posibles hembras secundarias o en algún caso a puestas de reposición. No se dispone de información que permita valorar en qué medida estos posibles factores u otros relacionados (edad y condición física de la hembra) pudieran influir efectivamente sobre este aspecto, aunque en otras especies de rapaces se ha observado una relación entre fecha de puesta y éxito reproductivo, por una mayor mortalidad de los pollos conforme avanza la estación (Schipper, 1978; Newton, 1984; Simmons et al, 1986; Korpimaki, 1987).

El valor de correlación ($r_s= 0,310$) obtenido para la distancia al nido más próximo DMIN, y el número de pollos nacidos, aunque no llegó a ser significativo (p=0,08), sugiere que una mayor proximidad entre los nidos podría influir negativamente sobre la tasa de eclosión. Esta

tendencia a una menor tasa de eclosión en relación a una mayor proximidad entre nidos, podría relacionarse con un mayor número de interacciones entre hembras en los núcleos con nidos muy próximos entre sí. Sin embargo, debido a que las salidas de las hembras de los nidos suelen tener una corta duración, no parece probable que afecten significativamente al desarrollo de los embriones, y por tanto a la tasa de eclosión. Aunque en base a las observaciones realizadas durante 1993, estos comportamientos asimilables a la expulsión de otra hembra de las inmediaciones del nido, no parecen ser muy frecuentes, (únicamente se han observado 12 interacciones hembra-hembra, que podrían calificarse como "agresivas", 5 de las cuales se produjeron durante la fase de incubación), no podemos excluir la posibilidad de que afecten en alguna medida a la incubación. Comportamientos agresivos entre hembras han sido descritos en distintos estudios. En *Agelaius phoeniceus*, las hembras primarias mostraron mayor agresividad que las hembras de inferior status, y aparentemente compitieron ventajosamente por los mejores lugares de nidificación y tuvieron un mayor éxito reproductivo (Langston et al, 1990).

CAPÍTULO 5. NÚCLEOS DE CRÍA Y ÉXITO REPRODUCTIVO.

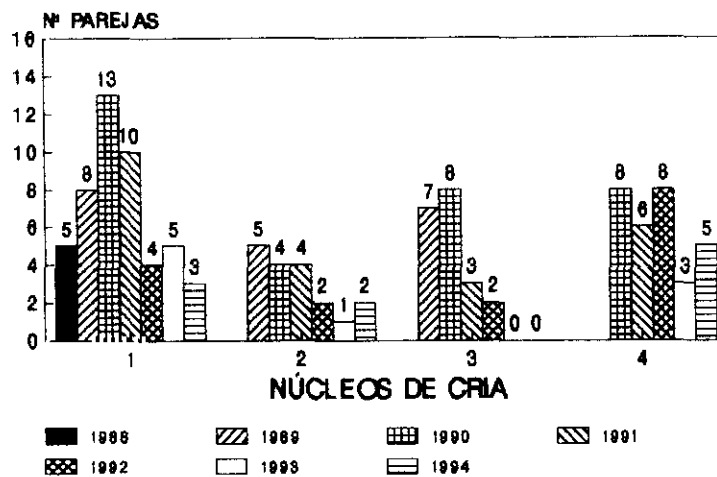
En este capítulo se describen diversos aspectos de la reproducción del Aguilucho cenizo en el área de estudio, durante el periodo 1988-1994. En la Península Ibérica, los aguiluchos cenizos nidifican mayoritariamente en campos cultivados. Este hecho conlleva el que desde hace unos 30 años su reproducción se haya visto afectada por la mecanización de la siega. El elevado fracaso en su reproducción presumiblemente derivado de esta actividad, puede suponer en la actualidad una fuerte presión selectiva e influir en las tendencias demográficas de la especie, por lo que se ha prestado especial atención al efecto que la siega pueda tener sobre su proceso reproductivo. El efecto concreto de esta nueva situación sobre la especie no puede ser evaluado en la actualidad, al desconocer la incidencia global de esta actividad y el posible grado de adaptación de la especie, aunque en principio cabría esperar una disminución en sus poblaciones.

5.1 TAMAÑO DE LOS NÚCLEOS DE CRÍA.

Se ha realizado un seguimiento de la reproducción en 134 nidos, pertenecientes a 9 núcleos de cría. El número de parejas reproductoras fluctuó sensiblemente en los distintos núcleos o zonas durante los diferentes años del periodo de estudio.

El tamaño de los núcleos de cría osciló entre 1 y 13 nidos. La mayor parte de los nidos estudiados (85 %) se localizaron en los núcleos 1 a 4, para los cuales se posee información de al menos 4 años consecutivos. La variación interanual en el número de parejas reproductoras (se asume en este caso igual al número de nidos localizados, sin considerar posibles casos de poliginia) en esas áreas se muestra en la figura 5.1. Debido a que los nidos se localizaron en diferentes fases a lo largo del periodo reproductor, no se dispuso de información completa de los diversos parámetros estudiados para la totalidad de los mismos. Por ello, en el análisis de las distintas variables, se indica en cada caso el tamaño de muestra considerado.

Figura 5.1 Variación interanual en el número de parejas reproductoras (nidos) localizados en los núcleos de cría principales.



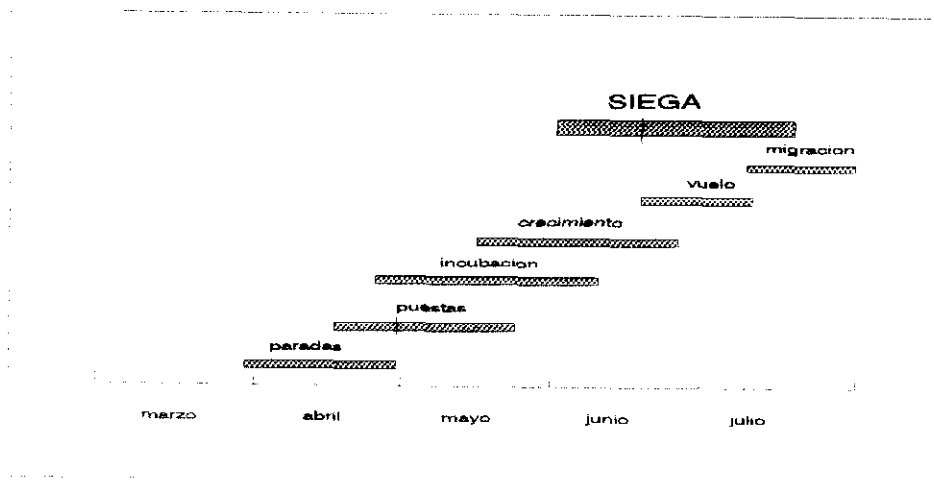
5.2 FENOLOGÍA DE PUESTA.

Las primeras observaciones de aguiluchos en el área de estudio tienen lugar durante la última semana de marzo. (1ª observación: 23 marzo). Los machos son los primeros en llegar a las zonas de cría y en un plazo de tiempo inferior a una semana se observan ya hembras. En los 7 años de duración del estudio, sólo se han observado machos con plumaje subadulto en 2 ocasiones, y únicamente durante 1994 se ha observado un macho de estas características como reproductor en la zona.

Los conspicuos vuelos nupciales de la especie tienen lugar durante el mes de abril, realizándose las primeras puestas durante la segunda mitad de este mes. En la figura 5.2 se esquematiza el calendario de las diferentes fases del periodo reproductor en el área de estudio. La fecha de inicio de puesta pudo establecerse para 99 nidos (figura 5.3). Su valor se ha estimado restando 30 días a la fecha de eclosión del primer huevo, (asumiendo una duración del periodo de incubación de 28 días y que la incubación comenzaría tras la puesta del segundo huevo, con un intervalo de puesta de 2 días; Cramp y Simmons,

1980). La fecha de nacimiento del primer pollo se determinó en base al peso con un error inferior a 1 día, en 35 nidos, en los que la primera entrada se realizó durante el periodo de eclosión. Para el resto de los nidos, en los que la edad de sus pollos en la primera entrada era igual o superior a 6 días, el inicio de puesta se estimó en base a la edad del pollo mayor, obtenida a partir de la ecuación de regresión para el crecimiento de la sexta primaria en los 45 pollos de edad conocida al coincidir la primera visita con el periodo de eclosión (capítulo 6).

Figura 5.2 Calendario de las distintas fases reproductivo en la zona de estudio (se indica el rango para cada fase y la mediana para el periodo de puesta y de siega).



La mediana de la fecha de puesta para el total de nidos fue el 28 de abril y el valor medio de esta variable fue el 30 de abril, con una desviación típica de $\pm 11,1$ días. El 67 % de las puestas se iniciaron entre el 18 de abril y el 2 de mayo. Los nidos posteriores a esta fecha pueden considerarse tardíos, no excluyéndose la posibilidad de que algunas de las puestas realizadas a finales de mayo fuesen de reposición.

En la tabla 5.1 se indican los valores medios y medianas de fecha de puesta en los diferentes años, correspondientes a 99 nidos en los que llegó a nacer al menos 1 pollo, para los que se pudo estimar la fecha de puesta. No hubo diferencias interanuales significativas para esta variable en el periodo 1988-1994 (test de la mediana: $X^2=11,4$; g.l=6; $p=0,07$). En 1993, el inicio de las puestas se adelantó aparentemente respecto al resto de los años, aunque sin alcanzar el nivel de significación estadística (test de la mediana: $X^2=2,50$; g.l=1; $p=0,1$).

Figura 5.3 Distribución de puestas según su fecha de inicio. Las fechas se agrupan en periodos de 5 días. Los valores sobre las barras indican el número de nidos (N=99 nidos).

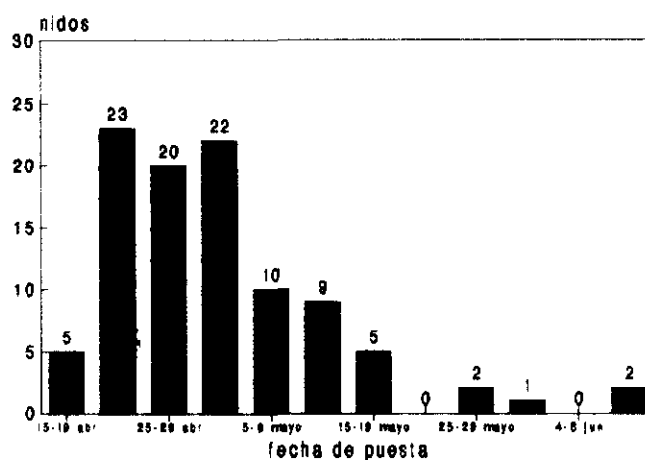


Tabla 5.1 Mediana y media de la fecha de puesta estimada en los diferentes años de estudio.

año	n° nidos	mediana	media	d.t
1988	7	27 abril	28 abril	9
1989	16	29 abril	5 mayo	17
1990	27	26 abril	28 abril	8
1991	19	3 mayo	5 mayo	9
1992	13	28 abril	27 abril	6
1993	8	15 abril	19 abril	7
1994	9	30 abril	30 abril	8
Totales	99	28 abril	30 abril	11

Para evaluar el posible efecto de la fenología sobre los distintos parámetros reproductivos, se ha dividido la época de inicio de puesta en 4 periodos. El primero de ellos incluiría a los nidos cuya fecha de puesta es anterior o igual a la mediana de fecha de puesta en el conjunto de los años, y se correspondería con los nidos que en posteriores análisis definimos como tempranos; los periodos 2 a 4 serán posteriormente considerados como tardíos (tabla 5.2).

Tabla 5.2 Periodos en que se ha dividido la época de inicio de puesta (y sus equivalentes considerando la fecha de eclosión del primer huevo).

Periodo	Fecha de puesta	Fecha de eclosión.
1	≤ 28 de abril	≤ 28 de mayo.
2	entre 29/4 y 8 de mayo	29 mayo - 7 junio.
3	entre 9 y 18 de mayo	8 junio - 17 junio.
4	posterior al 18 de mayo	posterior al 17 junio.

Se han podido asignar a una de estas clases, 109 de los nidos estudiados. En 98 nidos llegó a eclosionar al menos 1 huevo, en los 11 restantes se produjo la pérdida de puesta a causa de la siega. En estos 11 casos en los que la siega se produjo durante la incubación, la puesta tuvo que realizarse en un periodo de tiempo anterior menor a 30 días (periodo de incubación), con respecto a la fecha de siega de las parcelas en que se encontraban. Para asignar estos nidos a un periodo de fenología, hemos asumido que la puesta se realizó 15 días antes de la fecha de siega.

El tamaño de puesta se determinó para 102 nidos. El valor medio fue de 4,3 huevos por nido (d.t=1,01), siendo los tamaños más frecuentes los de 4 y 5 huevos (figura 5.4). No hubo diferencias significativas en este parámetro en los distintos años, (test de Kruskall Wallis: $X^2 = 5,06$ $p=0,5$; $N=102$) ni entre los 4 principales núcleos de cría estudiados (K-Wallis: $X^2 = 1,4$; $p=0,6$; $N= 91$).

El tamaño medio de puesta mostró diferencias significativas en función de la fenología (K-Wallis: $X^2= 10,1$; $p=0,01$; $N=95$). En las comparaciones entre pares de periodos de fenología, sólo las medias de los periodos 1-4 y 2-4 se mostraron estadísticamente diferentes (test U de Mann Whitney, periodo 1-4 $z=-2,6$ $p=0,007$; periodo 2-4: $z=-2,2$ $p=0,02$). La disminución en el tamaño de puesta se produjo para las puestas posteriores al 19 de mayo, aunque es posible que algunas de ellas fuese de sustitución (figura 5.5).

Figura 5.4 Porcentaje de nidos para los diferentes tamaños de puesta (N=102 nidos).

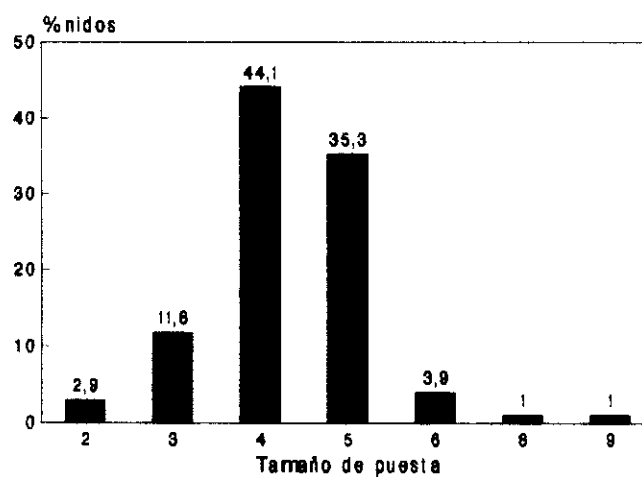
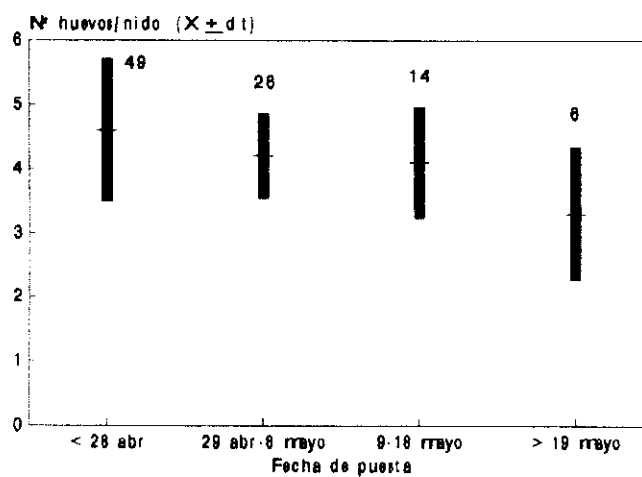


Figura 5.5 Variación en el tamaño de puesta en relación a la fenología reproductora (sobre las barras se indica el número de nidos).



Los datos disponibles sobre el tamaño medio de puesta en diferentes áreas geográficas, indican que apenas existen diferencias entre las diversas poblaciones estudiadas: 4,3 huevos/nido en el Campo de Montiel; 3,9 en Madrid (Arroyo, com.pers); 4,2 en Holanda (Schipper, 1978); 4,2 en Alemania (Hennings, en Cramp y Simmons, 1980); Reino Unido, 4,1 (Bannerman, en Cramp y Simmons).

5.3 PESO Y TAMAÑO DE LOS HUEVOS.

El peso de los huevos se ha determinado en 23 nidos en los que la primera entrada se realizó durante la puesta o la fase inicial de la incubación. Su valor medio fué de 23,2 g (d.t= 1,77 N=104). No hubo diferencias interanuales significativas (ANOVA $F_{3,100}=2,25$; $p=0,08$). El peso medio entre nidos mostró diferencias significativas $F_{22,83}= 11,4$; $p<0,001$). Sin embargo, esta diferencia no parece estar relacionada con el tamaño de puesta, ya que los valores de peso medio no difirieron entre los distintos valores de esta variable ($F_{3,19}= 0,72$; $p=0,5$).

Se midieron 17 huevos no eclosionados, pertenecientes a 7 nidos, algunos de los cuales contenían embriones que no completaron su desarrollo, en algunos casos probablemente tras abandonar la hembra la incubación al tener pollos ya nacidos. Las medidas se realizaron con calibre, con aproximación hasta 0,1 mm. Los valores obtenidos fueron los siguientes ($X \pm$ d.t; Longitud: $40,8 \pm 2,36$ mm; Anchura: $32,3 \pm 1,54$ mm), similares a los descritos para otras poblaciones en la bibliografía (42 x 33 mm: Cramp y Simmons, 1980).

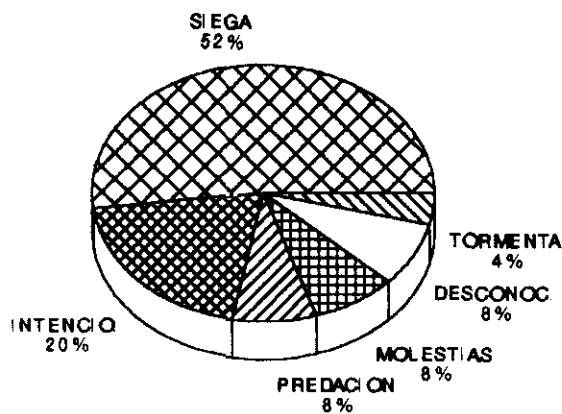
5.4 PÉRDIDA DE LA PUESTA: CAUSAS.

La pérdida de la puesta se produjo en 25 nidos (18 % del total). Los porcentajes indicados a continuación se refieren a estos 25 nidos. La causa más importante de pérdida fue la siega, que afectó a 13 nidos (52 % de las pérdidas de puesta). La depredación fue la causa de la pérdida de otros 2 nidos (8,0 %), en uno de ellos causada por un joven de aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*). El 8,0 % de los nidos se perdió debido a molestias de origen humano, al estar situados en las

proximidades de algún caserío o en zonas muy transitadas. La causa de la pérdida fue desconocida para 2 nidos (8,0%). Un nido (4,0 % de las pérdidas de puesta) se perdió tras producirse una tormenta de granizo. Otros 5 nidos (20%) fueron destruidos intencionadamente, en dos de ellos, además la hembra fue muerta durante la incubación (figura 5.6).

Aunque la causa cuantitativamente más importante de pérdida de puesta fue la siega, su efecto en esta fase probablemente no altere sensiblemente la productividad a nivel poblacional, ya que afectó en su mayoría a nidos tardíos (fecha de puesta posterior al 10 de mayo). Dado lo avanzado de la estación reproductora, y del marcado efecto de la fenología sobre la productividad, (sección 5.9), de haberse producido el nacimiento de los pollos en esos nidos, sus probabilidades de llegar a volar hubiesen sido muy reducidas.

Figura 5.6 Causas de pérdida de puesta (N=25 nidos).

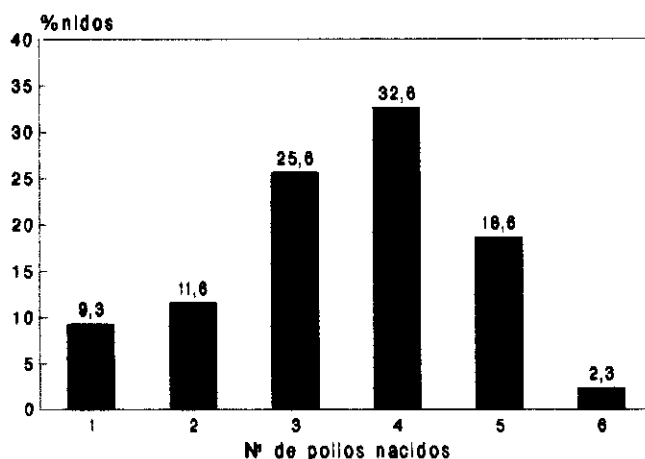


5.5 ÉXITO DE ECLOSIÓN.

Se determinó el número de pollos nacidos en 86 de los nidos en los que al menos eclosionó un huevo. En estos nidos nacieron 298 pollos, lo que representa un valor medio del tamaño de pollada en eclosión de 3,4 pollos nacidos/ nido (d.t= 1,25). En otros 23 nidos no pudo determinarse esta variable, debido a que la primera entrada se

realizó en una etapa más avanzada del crecimiento, no pudiendo excluirse en estos casos una posible reducción de pollada en fases tempranas. Los porcentajes de nidos según el tamaño de pollada en eclosión se indican en la figura 5.7.

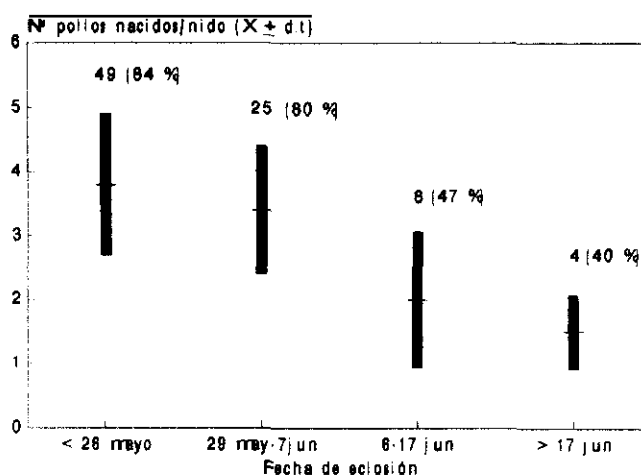
Figura 5.7 Porcentajes de los distintos tamaños de pollada en eclosión (N=86 nidos).



Respecto al total de huevos puestos en los 102 nidos con puesta conocida (N=443), el éxito de eclosión representó el 67,2 %. Si excluimos de este análisis las pérdidas totales de puesta y consideramos únicamente los 86 nidos en los que eclosionó al menos 1 huevo, el éxito de eclosión asciende al 78 % de los huevos que contenían esos nidos. No se observaron diferencias interanuales significativas en el tamaño de pollada en eclosión, (K-Wallis $X^2=6,8$ $p=0,3$) por lo que se han combinado los datos para los diferentes años. Tampoco se obtuvieron diferencias significativas entre los 4 zonas de cría principales (K-Wallis $X^2=5,0$ $p=0,1$). Las tasas de eclosión en otras poblaciones probablemente no afectadas por la siega son similares a la obtenida en este estudio (78%, si excluimos los casos de pérdida total de puesta). En Alemania: 77% de huevos eclosionados N=74 puestas; Reino Unido, 67 % en 13 nidos (en ambos casos tomado de Cramp y Simmons).

El tamaño medio de la pollada en eclosión varió significativamente con la fenología reproductora. (K-Wallis $X^2=22,5$ $p<0,001$). El número medio de pollos nacidos se redujo con el avance de la estación de cría, especialmente en los nidos cuya puesta se realizó con posterioridad al 11 de mayo (figura 5.8). Las comparaciones de medias para pares de periodos de fenología difirieron significativamente a excepción de los periodos 1-2 y 3-4 (Test U de Mann Whitney, periodos 1-3: $z=-3,5$ $p<0,001$; periodos 1-4: $z=-3,1$ $p=0,001$; periodos 2-4: $z=-2,8$ $p=0,004$; periodos 2-3 $z=-2,98$ $p=0,002$), (Test de U-Mann Whitney periodos 1-2 y 3-4, $p>0,1$ en ambos casos). Si excluimos los nidos con pérdida completa de la puesta, la tasa de eclosión para los nidos de los periodos 1 y 2 fue del 84 % y del 80 %, respectivamente. Para los periodos 3 y 4, los porcentajes de huevos eclosionados se redujeron al 47 y 40 % respectivamente. En estos últimos la eclosión se produciría a partir del 8 de junio, fecha aproximada de inicio de la siega en un año medio. Es probable que se solapen, por tanto, los efectos de la actividad de siega y la fenología, provocando una reducción drástica de la tasa de eclosión en los nidos más tardíos.

Figura 5.8 Tamaño de pollada en eclosión en relación con la fenología de puesta (los valores sobre las barras indican el número de nidos, entre paréntesis se indica el porcentaje de huevos eclosionados).



5.6 ÉXITO DE CRÍA.

La productividad de la población se ha valorado mediante tres índices, en función del grupo de nidos considerados. Debido a las particulares condiciones de reproducción de la especie en la zona, el número de nidos con fracaso reproductivo es elevado, tanto en las fases de incubación como durante la crianza de los pollos. Por ello, una sola medida de éxito de cría considerando el total de intentos de reproducción controlados no es completamente representativa de la situación real, por lo que consideraremos aquí las variables definidas a continuación:

PVN Productividad: número de pollos en vuelo/ total nidos controlados (N=134)

PVNP Exito reproductivo: número pollos en vuelo/ nidos en que nació al menos 1 pollo (N=109)

PVNPV Tasa de vuelo: número de pollos en vuelo/ nidos en que voló al menos 1 pollo (N=75)

La estimación del número de pollos en vuelo es conservativa, y se refiere a aquellos pollos completamente emplumados, (edad superior a 25 días) en aparente buen estado y que en su mayoría pudieron ser observados ya en vuelo, en visitas posteriores a los nidos. Los valores de estos índices se indican en la tabla 5.3.

Durante el periodo de estudio, el número de nidos en los que llegó a nacer al menos 1 pollo fue de 109. Al menos 183 pollos volaron en 75 de estos nidos. El número de pollos que llegaron a volar pudo determinarse en 122 nidos (se incluyen los 25 nidos con pérdida de puesta y los 22 nidos en que se perdió la pollada completa). En otros 12 nidos se desconoce el número exacto de pollos que alcanzaron la edad de vuelo. Por tanto, los valores reales podrían ser ligeramente superiores a los aquí expresados, si algunos pollos cuya muerte se considera probable hubiesen sobrevivido. Los valores obtenidos son

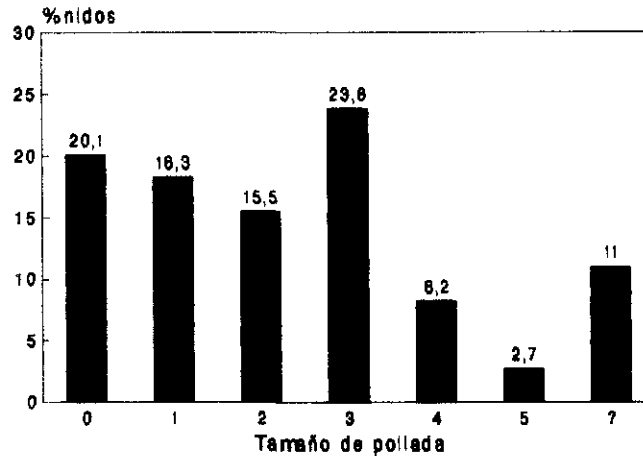
superiores a los que podríamos prever sin la realización de actividades de protección respecto a siega, ya que como veremos posteriormente, el impacto de las cosechadoras en un año medio, reduce drásticamente el número de pollos que alcanzan la edad de vuelo.

En la figura 5.9 se indican los porcentajes de nidos en función del número de pollos que llegaron a volar, considerando únicamente los nidos en que llegó a nacer algún pollo (N=109). El fracaso completo en la reproducción afectó a 22 (20,1 %) de estos nidos.

Tabla 5.3 Valores medios anuales para las siguientes variables estimadoras de éxito reproductivo: **media** \pm d.t. Entre paréntesis se indica el número de nidos considerados en cada caso. PVN: pollos en vuelo/total de nidos; PVNPN: pollos en vuelo/nidos con al menos 1 pollo nacido; PVNPV: pollos en vuelo/nidos en que voló al menos 1 pollo)

AÑO	PVN	PVNPN	PVNPV
1988	1,5 \pm 1,56 (12)	2,1 \pm 1,37 (9)	2,7 \pm 0,95 (7)
1989	1,1 \pm 1,36 (22)	1,4 \pm 1,34 (18)	2,3 \pm 0,92 (11)
1990	1,4 \pm 1,53 (38)	1,6 \pm 1,51 (33)	2,4 \pm 1,22 (22)
1991	1,3 \pm 1,55 (25)	1,7 \pm 1,51 (20)	2,4 \pm 1,28 (15)
1992	1,6 \pm 1,70 (13)	1,6 \pm 1,64 (13)	2,6 \pm 1,0 (8)
1993	1,8 \pm 1,52 (12)	2,7 \pm 0,82 (8)	2,7 \pm 0,82 (8)
1994	0,6 \pm 0,79 (12)	0,8 \pm 0,83 (8)	1,4 \pm 0,54 (5)
Total	1,4 \pm 1,48 (134)	1,7 \pm 1,52 (109)	2,4 \pm 1,12 (75)

Figura 5.9 Porcentaje de nidos en función del número de pollos que alcanzaron la edad de vuelo (en la categoría 0 no se incluyen los nidos con pérdida de puesta. N=109 nidos).



Respecto al total de nidos estudiados (N=134, se incluyen las pérdidas de puesta), el fracaso reproductivo se produjo en 47 nidos (35 %). El tamaño de pollada en vuelo más frecuente fue el de 3 (19 % de los nidos).

La fenología influyó claramente sobre el tamaño de pollada en vuelo, ya que las diferencias en las variables estimadoras de éxito reproductivo se mostraron altamente significativas entre los 4 periodos considerados. En los análisis siguientes se consideraron únicamente los 109 nidos que pudieron ser asignados a los periodos de fenología establecidos, en función de la fecha de puesta estimada (figura 5.10). La variable PVN mostró diferencias significativas en los 4 periodos de fenología considerados (K-Wallis $X^2=25,7$; $p<0,001$ N=109; figura 5.10). La variable PVNPN también mostró una variación significativa para los 4 periodos de la estación reproductora considerados (K-Wallis $X^2=12,3$; $p<0,01$ N=86). Sin embargo, la variable PVNPV (tasa de vuelo) no mostró diferencias estadísticamente significativas, aunque se observó una disminución en el tercer periodo (K-Wallis $X^2=5,2$; $p=0,07$ N=69).

En la tabla 5.4 se indican los valores medios de los parámetros

reproductivos para el subgrupo de nidos en los que se conocen todas las variables analizadas en este capítulo.

El valor medio de productividad para esta población (1,4 pollos en vuelo/nido, equivalente al 49 % de los pollos nacidos), es similar al aportado por diversos autores en otras áreas geográficas. No obstante, los valores para poblaciones nidificantes en vegetación natural son en general superiores a los obtenidos en este estudio. Los datos sobre este aspecto recopilados en la bibliografía se indican en la tabla 5.5. Respecto a los datos para la población en estudio, el valor de productividad citado, se obtuvo tras haber reducido sensiblemente la mortalidad directa por siega. De no haberse realizado la actividad de protección, su valor sin duda sería mucho menor, estimándose en torno a 0,4 pollos/nido (capítulo 8).

Figura 5.10 Valores medios (+ d.t) de las variables de éxito de cría consideradas (PVN, PVNPN, PVNPV), en relación a la fecha de eclosión. Sobre las barras se indica el número de nidos considerado para cada variable.

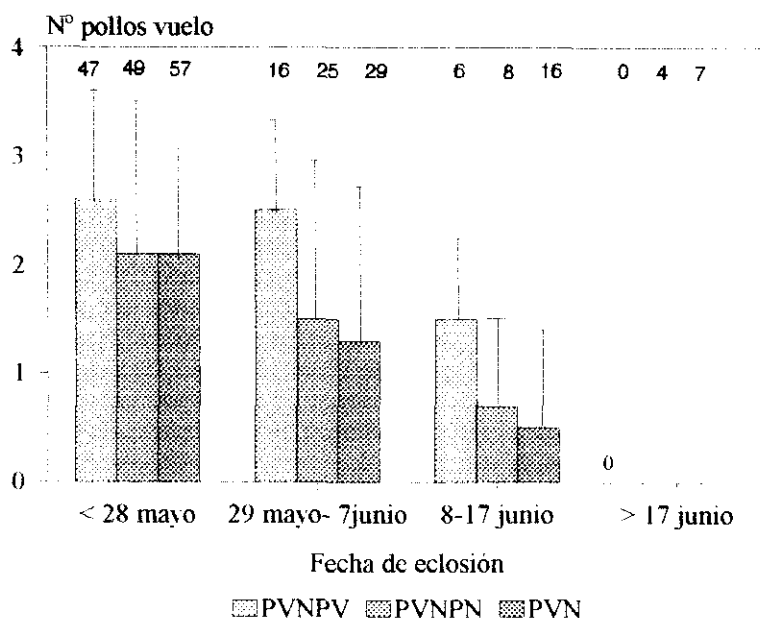


Tabla 5.4: Resumen de las variables estudiadas para el subgrupo de 101 nidos para los que se conocen todas las variables reproductivas consideradas en este capítulo.

	<u>ECLOSION</u>	
	TOTAL NIDOS	NIDOS EXCLUYENDO PERDIDAS PUESTA
N° NIDOS:	101	86
N° HUEVOS:	441	383
N° POLLOS NACIDOS:	300	300
% HUEVOS ECLOSIONADOS:	68%	78,3 %

	<u>PRODUCTIVIDAD</u>		
	TOTAL NIDOS	NIDOS CON POLLOS NACIDOS	NIDOS CON POLLOS EN VUELO
N° NIDOS:	101	86	58
N° POLLOS NACIDOS:	300	300	221
N° POLLOS EN VUELO:	147	147	147
% HUEVOS->POLLOS EN VUELO:	34,7 %	40,1 %	56,2 %
% POLLOS NACIDOS -> POLLOS EN VUELO:	-	49 %	66,5 %

Tabla 5.5 Valores de distintos parámetros reproductivos para otras poblaciones de aguilucho cenizo en Europa. (N indica el número de nidos considerados, en algunas zonas los datos corresponden a varios años).

Area o país	N	% pollos en vuelo	PVN	fuente
Alemania	123	53%	-	Clemens, 1993
Francia (1983)	18		0,7	Leroux, 1987
Francia (1984)	38		2,3	Leroux, 1987
Reino Unido	13	53%	-	Cramp y Simmons (1980)
Suecia (1975-81)	36		1,9	Rodebrand, 1993
Castellón (1989-92)	126		2,4	G.E.R 1992
Murcia	9		1,6	A.M.A 1992
Navarra	68		0,8	Elósegui, 1992
Toledo (1994)	16		0,5	Datos propios
Presente estudio	134	49%	1,4	Datos propios

5.7 EL TAMAÑO DE PUESTA EN EL AGUILUCHO CENIZO EN RELACIÓN CON DIVERSAS HIPÓTESIS SOBRE LA EVOLUCIÓN DEL TAMAÑO DE PUESTA EN AVES ALTRICIALES.

Se han propuesto diversas hipótesis para explicar la evolución del tamaño de puesta en las aves (Klomp, 1970; Perrins y Birkhead, 1983). Citamos a continuación las que pudieran ser de aplicación al aguilucho cenizo, sobre la base de los resultados anteriores, y se discute en qué medida los datos para la población en estudio se adecúan a una u otra.

- 1) El tamaño de puesta viene determinado por la disponibilidad de alimento para la hembra durante la puesta (Perrins, 1970; Drent y Daan, 1980).
- 2) El tamaño de puesta viene limitado por la capacidad de incubación de la hembra (Perrins, 1970).
- 3) El tamaño de puesta viene determinado por el número de pollos que los adultos son capaces de criar en condiciones de sobrevivir hasta formar parte de la población reproductora (Lack, 1954).
- 4) El tamaño de puesta habría evolucionado en relación con el riesgo de depredación sobre los nidos (Slagsvold, 1982).

Se ha demostrado en diversas aves que la disponibilidad diferencial de alimento durante la fase de puesta pudiera actuar como factor limitante en el tamaño y fenología de puesta, e influir en la variabilidad intra e interindividual para estas variables. En distintos estudios se ha observado una relación positiva entre el tamaño de puesta o el éxito reproductor, y la disponibilidad de alimento (Perrins, 1970; Korpimaki, 1987). En experimentos de adición suplementaria de alimento en diversas especies, se ha observado un

incremento en el tamaño de puesta y/o un adelanto en la fecha de su inicio, lo que indica que el alimento es un factor modulador del tamaño de puesta de cada hembra (Högstedt, 1981; Dijkstra et al, 1982; Arcese y Smith, 1988, Wimberger, 1988; pero ver Ewald y Rohwer, 1982). El peso de un huevo en el aguilucho cenizo representa aproximadamente el 7 % del peso corporal de la hembra, por lo que una puesta de 3 a 6 huevos supone entre el 20 y el 41 % de su peso total. Esto sugiere que la realización de la puesta puede representar un cierto coste para la hembra, y la disponibilidad de alimento durante este periodo pudiera, por tanto, ser un factor limitante del tamaño de la puesta. La existencia de una correlación negativa en la población estudiada entre el tamaño de puesta y las precipitaciones durante el periodo de puesta, (ver apartado 5.14), apoyaría la posible existencia de restricciones energéticas durante la puesta, que actuarían como moduladoras de su tamaño.

En *Circus ranivorus*, especie para la que generalmente el tamaño de los huevos aumenta durante la puesta, la disponibilidad de alimento parece influir tanto sobre la secuencia de puesta en relación al tamaño de los huevos, como sobre el tamaño de puesta final, ya que tras suplementar con alimento a las hembras durante la fase de prepuesta, se ha observado una inversión en esta tendencia, pasando a ser los primeros huevos de mayor tamaño que los últimos. Este segundo patrón en relación al tamaño de los huevos en relación a la secuencia de puesta es similar al que ocurre normalmente en otros *Circus* que se reproducen en zonas de clima templado (Simmons, 1994). Se ha interpretado el tamaño del huevo creciente a lo largo de la puesta como una adaptación en *C. ranivorus* a su alimentación basada en presas cuya abundancia a lo largo del periodo reproductor es reducida, pero a la vez predecible. Por el contrario, en los *Circus* del Paleártico, el menor tamaño de los últimos huevos se considera una adaptación que favorecería la reducción de la pollada ante situaciones de escasez de alimento, en unos hábitats en los que el alimento puede ser muy abundante, pero escasamente predecible durante la estación reproductora. Sin embargo, en *Falco tinnunculus*, (Dijkstra et al, 1988), no obtuvieron resultados claros que permitieran determinar si

es el aporte de alimento durante la puesta ó la condición física de la hembra el factor que determina su tamaño. Los resultados obtenidos por estos autores sugieren que la disponibilidad de alimento determina la fecha de puesta, y ésta influiría a su vez sobre el tamaño de puesta.

- Capacidad de incubación.

La capacidad de incubación de la hembra, para el rango de tamaños de puesta normales en la especie, (3 a 6 huevos), no parece ser un factor limitante para este parámetro, ya que aunque con ligeras diferencias, las puestas de 6 huevos tuvieron una mayor tasa de eclosión (tabla 5.6), lo que indica que las hembras de aguilucho son capaces de incubar con éxito puestas de este tamaño, cuya frecuencia es sin embargo muy reducida. No obstante, no podemos excluir la posibilidad de que exista un límite en la capacidad para incubar un número muy superior de huevos que haya actuado limitando el tamaño máximo de la puesta.

Tabla 5.6 Estimadores de productividad para los distintos tamaños de puesta. Sólo se consideran nidos tempranos, con eclosión anterior al 29 de mayo (no afectados por la siega en incubación). Entre paréntesis se indica el número de nidos considerado para cada tamaño de pollada.

PUESTA	% PESO ♀	% huevos eclos.	(n)	% huevos-> pollos en vuelo	(n)	\bar{X} pollos en vuelo	+ d.t
3	20,4	100	(2)	100	(2)	3	+ 0
4	27,2	86,4	(20)	57,8	(16)	2,3	+ 1,07
5	34	86	(20)	56	(15)	2,8	+ 1,47
6	40,8	88,8	(3)	50	(3)	3	+ 1
			N=45			N=36	

Los tamaños de pollada en eclosión más frecuentes para cada tamaño de puesta, exceptuando el de 6 huevos, coincidieron con sus tamaños de puesta respectivos (tabla 5.7). Esto último podría ser

indicativo de una optimización individual para cada hembra en su capacidad de incubación con respecto a su tamaño de puesta. Para la puesta de 6 huevos, este resultado podría ser explicado por una cierta incapacidad para incubar puestas mayores o por una mayor probabilidad de que se perdiera un huevo en las puestas mayores.

Tabla 5.7 Porcentajes y valor medio de tamaños de pollada en eclosión, para los distintos tamaños de puesta en nidos de fenología temprana. En negrita se indica el porcentaje mayor dentro de cada tamaño de puesta.

Puesta \ N° poll.nacidos	0	1	2	3	4	5	6	\bar{X}
2	-	-	100%					2
3	-	-	-	100%				3
4	-	4,8	4,8	42,9	47,6%			3,3
5	-	-	-	10	20	60%		4,3
6	-	-	-	-	-	66%	33	5,3

- Limitaciones tróficas durante la crianza de los pollos.

La hipótesis de Lack (1954), propone el que el tamaño de puesta viene determinado por el máximo número de jóvenes que una pareja de adultos es capaz de criar, a través de la cantidad de alimento que pueden aportar hasta finalizar su crecimiento. Esta hipótesis establece que el tamaño de puesta más frecuente en una especie sería aquél que produjese el mayor número de jóvenes que sobreviviesen hasta entrar a formar parte de la población reproductora. Posteriormente, al constatarse en distintos estudios que el tamaño de puesta medio es generalmente inferior al más productivo, se han introducido modificaciones a su formulación original, que consideran variaciones individuales en la capacidad de las hembras para criar a los pollos, heterogeneidad en la disponibilidad de alimento en los territorios, variabilidad interanual en estos parámetros (Boyce y Perrins, 1987), que conllevarían la existencia de tamaños de puesta óptimos para cada

individuo en función de las circunstancias ambientales (hipótesis de la optimización individual: Perrins y Moss, 1975). El tamaño de puesta a nivel poblacional sería el resultado de la contribución de los distintos tamaños óptimos individuales. Alternativamente, se ha propuesto la denominada hipótesis del coste reproductivo (Charnov y Krebs, 1974), que plantea que la crianza de los pollos supone unos costes para los adultos, ya sea en su capacidad reproductora futura o su supervivencia.

En nuestra población de aguiluchos, el tamaño de puesta más frecuente fué el de 4 huevos (figura 5.4). El tamaño de puesta más productivo hasta el momento del vuelo, medido en términos del % de huevos que dieron lugar a un pollo volandero fué también el de 4, aunque con un valor muy similar al de 5 (tabla 5.6). Al menos hasta alcanzar la edad de vuelo, este resultado parece en principio concordar con las predicciones de la hipótesis de Lack, aunque la carencia de información sobre la tasa de reclutamiento de los jóvenes pertenecientes a distintos tamaños de pollada impide obtener conclusiones acerca de su "productividad", entendida aquí como supervivencia hasta entrar a formar parte de la población reproductora.

Para los tamaños de puesta iguales o superiores a 3 huevos, el tamaño más frecuente de nidada en vuelo fué de 3 pollos (35 % de las nidadas con éxito, figura 5.9). Esto podría ser indicativo de una restricción en la capacidad de los adultos para alimentar adecuadamente polladas mayores (las de 4 o 5 pollos en vuelo suponen tan sólo el 16 % de las nidadas en las que voló al menos 1 pollo). Sin embargo, si consideramos la frecuencia de los distintos tamaños de pollada en vuelo para cada tamaño de puesta (tabla 5.8), este patrón no es tan evidente, ya que para el tamaños de puesta de 4 huevos, no hubo ningún tamaño de pollada en vuelo predominante, y para el tamaño de puesta de 5 huevos, el tamaño de pollada en vuelo más frecuente fué el de 5. Esto podría ser debido a diferencias individuales en la capacidad de criar a los pollos por parte de los adultos (calidad de los territorios, calidad de los propios adultos en términos de capacidad de caza) y muy probablemente esté influido por las desfavorables condiciones para la

nidificación en la zona de estudio, con una fuerte incidencia de la siega y de molestias subsiguientes debido a la alteración del hábitat de cría.

Tabla 5.8 Porcentajes y valor medio de número de pollos en vuelo, para los distintos tamaños de puesta en nidos de fenología temprana, en los que eclosionaron todos los huevos y voló al menos 1 pollo. En negrita se indica el porcentaje mayor dentro de cada tamaño de puesta. N: número de nidos.

Puesta	N° pollos vuelo	N° pollos vuelo					\bar{X}
		1	2	3	4	5	
2	1	-	100%				2
3	2	-	-	100%			3
4	7	13%	29%	29%	29%		2,7
5	8	25%	-	25%	12%	38%	3,4
6	1	-	-	100%	-	-	3

N=19 nidos

La puesta de un número mayor de huevos que el número de pollos que habitualmente pueden ser criados, podría explicarse por el bajo coste relativo que supondría para una pareja de adultos la puesta de 1 o 2 huevos suplementarios, si el alimento disponible durante la fase de puesta fuese suficiente para realizar una puesta superior a 3 huevos. Esto parece probable, al menos, para las puestas de fenología temprana. Este mayor coste relativo durante la puesta, podría ser ventajoso para los adultos en relación con el incremento de éxito reproductivo que conllevaría la crianza de 4 o 5 pollos, en condiciones óptimas de disponibilidad de alimento durante el periodo de crecimiento de los pollos. Podemos plantearnos si en circunstancias más favorables para la reproducción, sin la perturbación causada por la siega, los aguiluchos cenizos serían capaces de criar con mayor frecuencia polladas de 4 o 5 pollos. Un análisis comparativo de las frecuencias de tamaños de pollada con éxito en zonas no afectadas por la actividad de siega (poblaciones nidificantes en vegetación natural) y adiciones de alimento suplementario podrían aportar información sobre la capacidad real de los adultos de criar un mayor número de pollos. No

podemos excluir la posibilidad de que el tamaño de puesta en la especie haya evolucionado originalmente en unas condiciones ecológicas más favorables a las actuales (p.ej, respecto a la abundancia de alimento para la especie observadas actualmente en la zona), y exista un cierto componente de lastre filogenético en el tamaño de puesta actualmente observado.

Se han formulado modificaciones a la hipótesis de Lack al considerar que la crianza de los pollos puede suponer costes para los adultos, en términos de sus expectativas futuras de supervivencia o reproducción. Los modelos sobre costes-beneficios para los adultos en la crianza de la descendencia, proponen que cuando los costes de la crianza para los adultos son proporcionales al tamaño de la nidada, la inversión parental por intento de cría debería ser menor a la teóricamente posible. La selección natural favorecerá a los adultos que sean capaces de criar un mayor número de jóvenes a lo largo de su vida reproductiva. Si la probabilidad de supervivencia de los adultos dependiese del número de jóvenes que crían cada año, sería ventajoso no invertir el máximo posible de pollos en cada intento, y ello podría conducir a un tamaño de puesta inferior al más productivo (Charnov y Krebs, 1974). Este coste derivado de la reproducción ha sido descrito en algunos estudios, principalmente pero no exclusivamente, para paseriformes (Askenmo, 1977; Bryant, 1979; Nur, 1984; Moreno y Carlson, 1989; Dijkstra et al, 1990; pero ver Boyce y Perrins, 1987; Korpimaki, 1988 y Pettifor, 1993). Debido a que no ha sido posible capturar y marcar adultos en esta población, no podemos evaluar si estos costes se producen, ya sea modificando la condición física de los adultos o sus expectativas futuras de supervivencia.

- Tamaño de puesta en relación con la depredación de los nidos.

La hipótesis sobre depredación plantea el que en situaciones de alta depredación sobre los nidos, serían favorecidos los tamaños de puesta-pollada menores. Un tamaño de puesta reducido conllevaría una menor frecuencia de visitas al nido para las cebas por parte de los adultos. Por otra parte, un menor tamaño de puesta conllevaría además

un menor coste para los adultos en la realización de posibles puestas de reposición tras la pérdida por depredación de sus nidos iniciales (Slagsvold, 1984). Esta hipótesis, planteada generalmente para paseriformes, no parece aplicable a los aguiluchos, ya que aunque la nidificación en el suelo hace a sus nidos teóricamente más vulnerables a la depredación, la defensa del nido realizada por los adultos y la permanencia casi continua de la hembra con los pollos hasta que éstos alcanzan una avanzada edad, hace improbable que la tasa de depredación pudiese ser diferente en función del tamaño de la nidada. Por otra parte, el tamaño medio de puesta en el género *Circus* (entre 4 y 5 huevos, Schipper, 1978; González, 1991), es comparativamente alto con respecto a otras Falconiformes de similar tamaño (revisión en Newton, 1979), y la frecuencia de segundas puestas en la especie es muy reducida, produciéndose sólo cuando se produce muy tempranamente la pérdida de la primera (Cramp y Simmons, 1980).

5.8 FENOLOGÍA Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

La disminución en variables como el tamaño de puesta y la productividad a lo largo del periodo reproductor, ha sido descrita para numerosas especies de aves (*Circus sp.*, Schipper, 1978; *A. nisus*, Newton y Marquiss, 1984; *Falco tinnunculus* Daan y Dijkstra, 1988; *Parus major*: Verhulst y Tinbergen, 1991). Para explicar este hecho, se ha propuesto que en hábitats sometidos a estacionalidad, el momento de la puesta parece estar ajustado para que la crianza de los pollos coincida con la época de máxima disponibilidad de alimento.

Al inicio de la estación reproductora, la disponibilidad de alimento no está en su máximo nivel, lo que puede actuar como factor limitante para realizar la puesta. La formación de los huevos requiere de una cantidad importante de nutrientes que, en función de las especies, pueden ser aportados a expensas de reservas internas o ser adquiridos directamente a través del alimento. En estas condiciones, el momento de la puesta podría venir determinado por la conjunción de factores tanto internos como externos al ave, que probablemente interactúen entre sí (fotoperiodo, temperatura ambiente, regulación

hormonal, disponibilidad de alimento), y determinen en la hembra la adquisición de la condición física necesaria para realizar la puesta (Drent y Daan, 1980; Daan et al, 1990). Pueden existir diferencias interanuales o interzonales en algunos de estos factores, (Verhulst y Tinbergen, 1991), lo que a su vez puede implicar variaciones en la fenología y tamaño de puesta, y en último término en el éxito reproductivo.

Si realizar la puesta tempranamente parece incrementar el éxito reproductivo de los individuos (Schipper, 1978; Newton y Marquiss, 1984; Simmons et al, 1986; Korpimaki, 1987, 1988), cabe plantearse las razones por las que no todos los individuos siguen este patrón. Son múltiples los factores que pueden condicionar el momento de inicio de puesta (climatología; edad y condición física de la hembra; calidad de la pareja, medida en términos de cantidad de comida recibida por la hembra, etc). Estos factores, por tanto, podrían ser limitantes respecto a la posibilidad de que la hembra alcance un estado fisiológico adecuado para comenzar la puesta e incubación en fechas más tempranas, aparentemente más favorables.

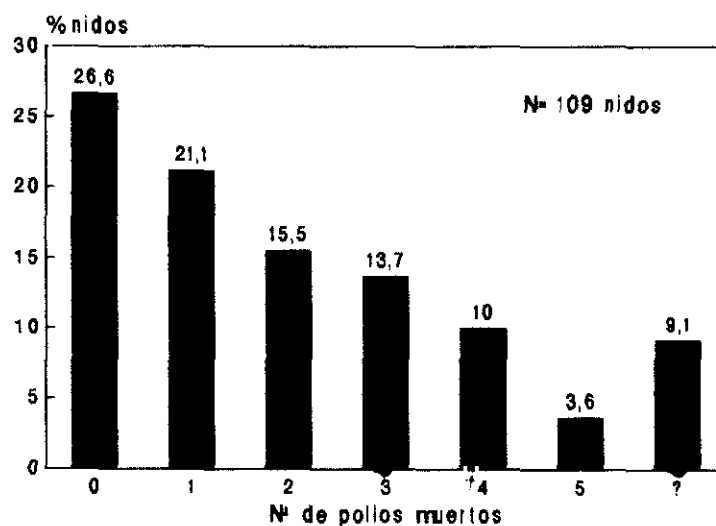
Para la población objeto de estudio, no se dispone de información sobre aspectos como la edad y condición de los reproductores, por lo que no podemos valorar su incidencia en la disminución observada en relación con la fenología reproductora. La actividad de siega, tiene sin duda un efecto importante sobre la productividad, que podría solaparse con los factores antes indicados. Su incidencia sobre la reproducción se discutirá en el capítulo 8.

5.9 MORTALIDAD DE POLLOS.

Se constató la muerte de al menos 167 pollos en 100 nidos. Respecto al número total conocido de pollos nacidos, esta cifra representa el 47 %. Las frecuencias de mortalidad expresadas como porcentaje de nidos según el número de pollos muertos se indican en la figura 5.11. El valor medio de pollos muertos/ nido fue de 1,67 (d.t= 1,50 N=100). La muerte de los pollos pudo conocerse en unos casos por

observación directa de los mismos. En otras ocasiones se estimó en base a la ausencia de los pollos en las distintas visitas a los nidos. Es posible que algunos de los pollos considerados muertos en fases avanzadas de su desarrollo, hubieran sobrevivido, aunque no fueran observados posteriormente. No obstante, pensamos que esto pudo suceder en un número muy reducido de casos, y no alteraría significativamente los resultados obtenidos.

Figura 5.11 Porcentajes de nidos según mortalidad.



Se han considerado las siguientes causas de mortalidad, cuyas frecuencias expresadas como porcentajes se indican en la figura 5.12:

- Competencia entre hermanos.
- Depredación.
- Tormentas.
- Siega.
- Mortalidad indirecta posterior a siega en pollos de edad <5 días en el momento de la siega.
- Expolio.
- Desconocida.

- Competencia entre hermanos.

Se atribuyó a "competencia" la muerte de 33 pollos. (20 % del total de la mortalidad observada). Estos fueron generalmente los últimos en nacer, muriendo en edades inferiores a una semana. Su muerte se atribuyó a esta causa cuando no fueron encontrados en visitas posteriores a los nidos, siempre que se hubiera observado previamente un desfase en peso superior al 70% entre estos pollos y el pollo de mayor edad en cada nido. También se consideró que murieron por esta causa algunos pollos de mayor edad que mostraron un peso sensiblemente inferior al valor medio esperado para su edad en fechas previas a su muerte, y se encontraban desfasados en su crecimiento respecto a sus hermanos mayores.

Debido a la asincronía de eclosión que se produce en la mayoría de los nidos, el pollo/s nacidos en último lugar están en desventaja ante situaciones de posible escasez de alimento. En algunos casos el pollo mayor tuvo un peso superior en un factor de 10, respecto al peso del último de la nidada. (este aspecto se abordará posteriormente en el apartado asincronía de eclosión). Pensamos que en la mayor parte de los casos, esta mortalidad se produciría simplemente por inanición, aunque en 2 ocasiones sospechamos que pudiera haberse producido cainismo o canibalismo, al encontrar en nuestra visita al pollo muerto con heridas recientes.

- Depredación.

Afectó a 12 pollos pertenecientes a 5 nidos. En 3 de los nidos, esta causa supuso la pérdida de la pollada completa. Se han considerado como muertos por depredación a aquellos pollos que se encontraron devorados. En una de las ocasiones el probable depredador fué un jabalí (*Sus scrofa*), ya que en la siembra adyacente pudimos observar encames característicos de esta especie. En el resto de los casos no pudimos determinar el depredador, aunque por los restos encontrados, con los cadáveres fragmentados y esparcidos, parece probable que se tratase de perros asilvestrados o zorros, y quizás en algún caso fueran muertos

por adultos conespecíficos.

- Tormentas.

Se ha atribuido a esta causa la muerte de 1 pollo. La frecuencia de mortalidad debida a esta causa debe ser muy reducida ya que en general, en situaciones climatológicas desfavorables, las hembras cubren a los pollos protegiéndoles de la lluvia o granizo. Como ejemplo, durante 1993, en una de las zonas de cría se produjo una tormenta de granizo que arrasó la siembra en que se encontraba un nido con 3 pollos bastante emplumados, aunque incapaces todavía de volar, los cuales no se vieron afectados por la misma.

- Siega.

La mortalidad directa originada por siega (pollos muertos durante la siega por las cosechadoras o empacadoras) afectó a 38 pollos, (22 % del total de mortalidad) pertenecientes a 18 nidos en los que no se pudo acudir a retirar los pollos durante la siega de las parcelas en que se encontraban. La mortalidad producida en estos nidos se utilizó para estimar el impacto por siega en esta zona en ausencia de actividades de protección.

En estos 18 nidos se tiene constancia de la presencia en el momento de la siega de al menos 54 pollos. La muerte de 38 pollos supone por tanto el 70,3 % de mortalidad por siega. Las cosechadoras ocasionaron la muerte de 27 pollos, mientras que otros 11 pollos murieron durante el empacado de la paja. De los 16 pollos supervivientes a la siega, 7 murieron posteriormente por otras causas, por lo que tan sólo 9 llegaron a volar. La productividad para estos 18 nidos con mortalidad por siega fué de 0,5 pollos en vuelo/ nido (16 % de los pollos existentes en esos nidos en la fecha de siega).

Durante este estudio se realizó una actividad de protección de los pollos de la especie respecto a esta causa de mortalidad, consistente en la retirada momentánea de los pollos durante la siega

de las parcelas con nidos. Tras concluir la siega, los pollos eran colocados de nuevo en el rastrojo en un nidal hecho con la paja, de forma que pasaran lo más desapercibido posible y los pollos pudieran ocultarse. Para el conjunto de nidos en los que llegaron a nacer pollos a lo largo de este estudio (N=109), la mortalidad directa por siega afectó al 12 % del total de pollos nacidos, por lo que la actividad de protección redujo de forma considerable la mortalidad por esta causa.

- Mortalidad indirecta posterior a la siega.

Podemos considerar como mortalidad indirectamente debida a la siega, la de 16 pollos cuya edad en la fecha de la siega era inferior a 5 días. Aunque en estos casos los pollos fueron retirados de las máquinas y se respetó un pequeño rodal sin segar de aproximadamente 2 m², se produjo su muerte en el plazo de pocos días tras la siega. No se pudo determinar si fueron depredados o murieron al estar más expuestos a una mayor insolación y altas temperaturas, durante las previsibles ausencias de la hembra ante molestias por parte del ganado o de trasiego humano en las proximidades, ya que en la visita siguiente los nidos se encontraron vacíos.

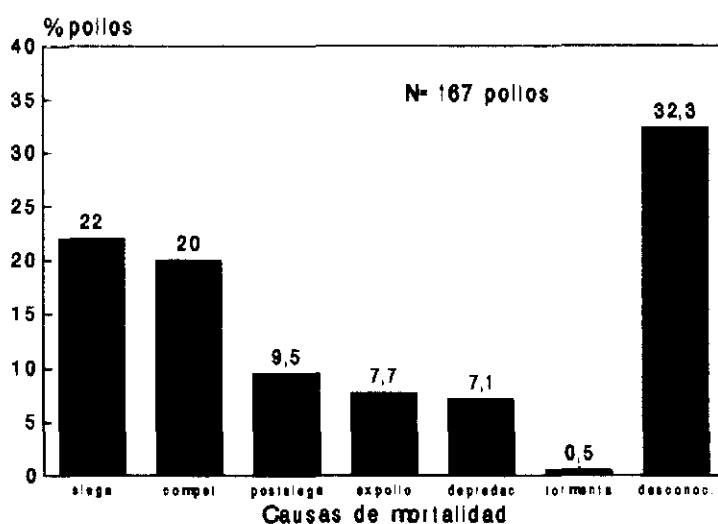
- Expolio.

Se tiene constancia del expolio de 13 pollos pertenecientes a 5 nidos. En estos casos, la muerte de los pollos se relacionó sin duda con la actividad cinegética, de gran importancia en la zona de estudio, y que provocó en ocasiones la destrucción de nidos y la muerte de al menos 2 hembras adultas. Esta causa de mortalidad, se ha incrementado notablemente durante 1994 y probablemente sea muy superior en otras zonas de similar importancia cinegética, en las que predominan los cotos de caza menor de titularidad privada, en los que se realiza un aprovechamiento intensivo de las especies cinegéticas y se persigue a sus depredadores naturales. La muerte intencionada de estas aves en esta zona probablemente se haya reducido durante el periodo de estudio, debido al intensivo control de los nidos y a la frecuente presencia del autor en la zona.

- Desconocida.

En este apartado se incluye cualquier posible causa de mortalidad de los pollos, a excepción de la siega, que no pudo establecerse con razonable seguridad. La causa de la pérdida fue desconocida en 54 pollos (32 % del total de mortalidad). La muerte de la mayor parte de los mismos se considera muy probable, ya que estos pollos no se observaron en los nidos, ni en vuelo en visitas posteriores, aunque no pudo ser confirmada al no encontrarse restos de los mismos.

Figura 5.12 Porcentajes de mortalidad según causas.



- Mortalidad y edad de los pollos.

Las frecuencias de mortalidad, debida a las distintas causas consideradas, en función de la edad a la que se produjo se representan en la tabla 5.9. Se han considerado 3 clases de edad: inferior a 10 días, 11-20 días y superior a 20 días. Considerando conjuntamente todas las causas de mortalidad, no hubo diferencias significativas entre los 3 periodos de edad ($X^2=3,1$; g.l=2; $p=0,2$). La mortalidad producida por competencia y por siega mostró diferencias significativas en función de las clases de edad, ($X^2_{compet} = 26,7$; g.l=2; $p<0,001$; $X^2_{siega} = 8,5$; g.l=2; $p=0,01$). Respecto a la mortalidad por siega, la mayor frecuencia de mortalidad entre 11-20 días es probablemente reflejo de la edad en

que se encuentra la mayoría de los pollos en esta población durante el periodo de siega (edad en fecha de siega: media \pm d.t 19 \pm 12 días, ver capítulo 8). Para el resto de las causas conocidas, el reducido tamaño de muestra y/o el que en la definición de la causa de mortalidad vaya implícita el que afecte a una determinada clase de edad, impide realizar un análisis adecuado de estos datos.

Tabla 5.9 Frecuencias (n° pollos) según causas de mortalidad por clases de edad (en días).

<u>EDAD</u>	<u>COMPETENCIA</u>	<u>SIEGA</u>	<u>INDIR/SIEGA</u>	<u>DEPREDACIÓN</u>	<u>TORMENTA</u>	<u>EXPOLIO</u>	<u>DESCONOCIDA</u>	<u>TOTAL</u>
<10	25	7	12	4	-	1	13	62
11-20	4	21	4	3	1	7	20	60
>20	4	10	-	5	-	5	21	45
TOTALES	33	38	16	12	1	13	54	167

5.10 ASINCRONÍA DE ECLOSIÓN.

La asincronía en la eclosión se produce, en general, cuando la hembra comienza la incubación de los huevos sin haber finalizado la puesta. Este fenómeno, común en aves altriciales (Hahn, 1981; Husby, 1986; Mock y Ploger, 1987; Moreno, 1989; Amundsen y Stokland 1988; Knight 1988, Magrath, 1989; Slagsvold 1982,1985,1986,1989,1991, Amundsen y Slagsvold, 1991; Viñuela, 1991; Veiga 1992, Moreno et al, 1994) y generalizado en las Falconiformes, (Newton 1979) conlleva el que existan diferencias de edad y por tanto de estado de desarrollo, entre los miembros de una misma pollada. Esta circunstancia puede determinar el establecimiento de jerarquías, que en ocasiones tiene como consecuencia la muerte de alguno de los pollos, debida a la competencia entre hermanos por el acceso al alimento en situaciones de escasez (Lack 1968, Ricklefs 1965, Mock 1984, Moreno et al, 1994). Por tanto, cuando se produce la asincronía de eclosión, la probabilidad de superviviencia de los pollos hasta alcanzar la edad de vuelo, puede no ser independiente de su orden de nacimiento. (Hahn, 1981; Slagsvold, 1986; Mock y Ploger, 1987; Amundsen y Stokland, 1988; Knight, 1988). La jerarquía que se establece entre los miembros de una pollada, conlleva el que el/los últimos pollos en nacer muera/n cuando la disponibilidad de alimento es reducida.

Se discute si la asincronía de eclosión es en sí misma adaptativa, o es la consecuencia inevitable de tener que iniciar la incubación tempranamente. En este segundo caso, la asincronía de eclosión se produciría como consecuencia de restricciones impuestas por distintos factores sobre el ritmo de incubación durante el periodo de puesta. Se han propuesto diversas hipótesis para intentar explicar las causas de la asincronía en la eclosión, entre las que podemos citar, como más relevantes, las siguientes:

- reducción de la pollada en condiciones de escasez de alimento (Lack, 1968).
- no simultaneidad de los picos de demanda de alimento en los pollos, (Hussel 1972).

- reducción de la probabilidad de pérdida de huevos o pollos por depredación (Hussel 1972,1975; Clark y Wilson, 1985).
- reducción de la rivalidad entre hermanos, (Hahn 1981).
- regulación hormonal de la puesta e incubación, (Mead y Morton, 1985).
- conflicto intersexual en inversión parental, (Slagsvold y Lifjeld, 1989).
- reducción en la viabilidad de los embriones, (Arnold 1987).

Diversos autores han intentado confirmar experimentalmente estas hipótesis, obteniéndose resultados distintos respecto a su posible validez para explicar la asincronía en las diferentes especies estudiadas. En el estado actual del tema, ninguna de estas hipótesis explica satisfactoriamente la asincronía de eclosión en el conjunto de las especies estudiadas (Stoleson y Beissinger, en prensa). Por otra parte, las predicciones de algunas de estas hipótesis son coincidentes (establecimiento de jerarquías, asincronía dependiente del tamaño de pollada), por lo que dichas hipótesis pueden considerarse complementarias y probablemente contribuyan en diferente grado a explicar las causas de la asincronía de eclosión en las distintas especies consideradas.

El grado de asincronía puede sufrir variaciones para una misma especie, en función de condiciones ecológicas concretas. (p.ej. variaciones a lo largo de la estación reproductora: Nisbet y Cohen, 1975; Veiga, 1992; variaciones en relación con la climatología, Viñuela, 1991). En algunas rapaces y aves marinas (Falconiformes, Procelarifformes, Pelecaniformes), la jerarquía creada por la asincronía puede llegar a producir la muerte por agresiones directas, en las que un pollo, generalmente el mayor, causa la muerte de su hermano, fenómeno al que se ha denominado *cainismo*. Este hecho es frecuente entre las especies de los géneros *Aquila* y *Haliaeetus*, (Newton, 1979). El cainismo puede ser obligado (un hermano siempre muere) o facultativo (en ocasiones sobreviven todos los hermanos). La frecuencia con que se produce en este segundo caso, puede estar condicionada por factores ambientales, como la disponibilidad de alimento (Edwards y Collopy,

1983; Mock, 1984; Simmons, 1988; Viñuela, 1991; pero ver Drummond et al, 1991).

En el aguilucho cenizo, la eclosión es asincrónica en la mayor parte de los nidos. Como ya se ha indicado, esto genera asimetrías en el estado de desarrollo de los pollos, que pueden afectar a su capacidad de acceder al alimento, especialmente en momentos de baja disponibilidad del mismo. El establecimiento de una posible jerarquía entre pollos de desigual edad y tamaño podría influir en la mortalidad atribuible a competencia entre hermanos, por lo que se hará especial referencia a la posible relación entre asincronía y reducción de la pollada por competencia.

El carácter descriptivo de este estudio, en el que no se ha realizado ninguna manipulación sobre esta variable, no permite realizar tests adecuados de las hipótesis citadas. Por tanto, se discutirán los resultados obtenidos en relación con su mayor o menor concordancia con las predicciones que de las mismas se derivan, en especial para la hipótesis de reducción de la pollada.

La asincronía de eclosión, se ha estimado mediante 2 criterios complementarios:

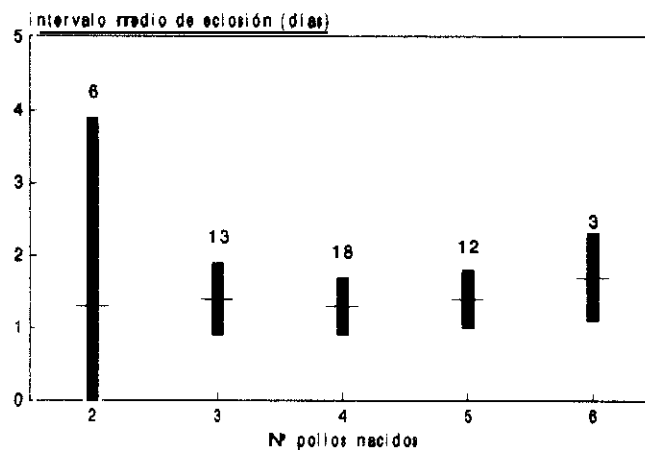
- periodo de eclosión (PE), definido como el número de días en que se produjo la eclosión de toda la pollada.
- diferencia en peso (DP), entre los diferentes hermanos en la primera fase del crecimiento (edad del pollo mayor inferior a 10 días).
- **Periodo de eclosión (PE).**

El número de días transcurridos entre el nacimiento del primer y último pollo en cada nido (*periodo de eclosión*), se estudió en 52 nidos en los que llegó a nacer más de 1 pollo, y para los que se pudo determinar la fecha de nacimiento de los mismos en base a su peso, al

coincidir las visitas al nido con la fase de eclosión. Esta estima de la asincronía es indicativa únicamente de las diferencias en crecimiento esperadas entre el primer y último pollo en cada nido, y por tanto sería en cierta medida representativa de la probabilidad de que se produjese reducción de pollada, al afectar ésta generalmente a los últimos pollos en nacer.

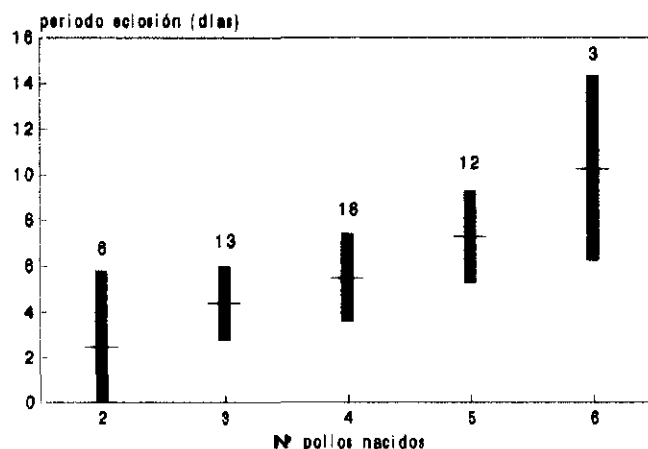
Por este motivo se ha estimado adicionalmente el *intervalo medio de eclosión* por pollo (IMEP) para cada nido. Para ello se ha dividido el periodo de eclosión entre el número de pollos nacidos. Dado que la frecuencia de visitas a los nidos no ha permitido conocer con suficiente detalle el momento de nacimiento de cada uno de los pollos, no hemos podido determinar directamente el intervalo de eclosión para cada uno de los huevos. No se obtuvieron diferencias significativas en el valor medio obtenido de IMEP para los distintos tamaños de pollada, (test de Kruskall Wallis $X^2=4,3$; $p=0,3$; figura 5.13) por lo que podemos asumir que no existen sensibles diferencias para los distintos tamaños de pollada en el intervalo de tiempo transcurrido entre la eclosión de pollos de orden consecutivo.

Figura 5.13 Intervalo medio de eclosión IMEP (días \pm d.t) en función del tamaño de pollada (los valores sobre las barras indican el n° de nidos).



El valor medio del periodo de eclosión PE, mostró diferencias significativas para los distintos tamaños de pollada en eclosión, aumentando de forma aproximadamente lineal con el tamaño de pollada (test de Kruskal-Wallis $X^2=19$; $p<0,001$; figura 5.14). Esta relación entre el número de pollos nacidos y el periodo de tiempo en que se produce su nacimiento, es ilustrativa de las diferencias que pueden establecerse en el estado de crecimiento entre los diferentes miembros de una pollada derivadas de la asincronía en la eclosión. En algunos casos extremos, el peso del pollo mayor superó en un factor de 10 al del último en nacer.

Figura 5.14 Periodo de eclosión PE (n° días \pm d.t) en función del tamaño de pollada en eclosión. Los valores sobre las barras indican en número de nidos para cada tamaño de pollada.



No se han observado diferencias significativas en el periodo de eclosión en función de la fenología (nidos tempranos o tardíos), aunque se observó una tendencia a que los nidos tardíos fuesen menos asincrónicos. Controlando estadísticamente el posible efecto debido a un menor tamaño de pollada a lo largo del periodo reproductor, mediante análisis de covarianza, únicamente esta variable mantuvo una contribución significativa, sin apreciarse diferencias entre ambos grupos de fenología (ANCOVA :fenología $F=0,4$; g.l=1; $p=0,5$; tamaño pollada $F=19,7$; g.l=1; $p<0,001$).

Este resultado no coincide con el patrón observado en otras especies en las que la asincronía de eclosión tiende a incrementarse a lo largo de la estación reproductora (Slagsvold, 1982,1986). Según la hipótesis de la pérdida de viabilidad en el embrión, cabría esperar que avanzada la estación reproductora, las hembras comenzasen antes su incubación para minimizar la mortalidad debida a una ausencia de incubación, en los primeros huevos puestos que podrían haber ya iniciado su desarrollo en unas condiciones ambientales térmicamente favorables (Veiga, 1992). En la zona de estudio, la incubación en los nidos tardíos se produce durante la segunda mitad del mes de mayo, periodo en el que la temperatura ambiente es más cálida, (media de $T_{\text{máx}} = 24,8$) cercana al mínimo fisiológico para el desarrollo del embrión (24 a 26 °C, Webb, 1987), por lo que cabría esperar según esta hipótesis una mayor asincronía en los nidos tardíos, lo cual no ha sido observado en este estudio.

No obstante, en base a nuestros resultados esta hipótesis no puede ser excluida, ya que la menor asincronía observada en nidos tardíos, podría deberse a una mayor mortalidad de embriones que condujese a una menor tasa de eclosión e indirectamente redujese el periodo de eclosión. Por ello, la testificación rigurosa de la posible variación del grado de asincronía con la fenología requeriría considerar los nidos en que los tamaños de puesta y eclosión fueran iguales. En nuestra población, la tasa de eclosión disminuye de forma acusada en los nidos tardíos, en gran parte debido a la incidencia de la actividad de siega, por lo que la valoración del grado de asincronía basada en la duración del periodo de eclosión, es sin duda influida por el menor tamaño de la nidada.

- Diferencias en peso entre hermanos.

La valoración del grado de asincronía de eclosión, en base al número de días en que se produjo la eclosión de todos los pollos (PE), puede no ser representativa del grado de asimetría en el crecimiento entre los mismos, y por tanto de la posible jerarquía que pudiera establecerse en la pollada. El grado de asincronía definido según el

criterio anterior sólo es claramente indicativo de las diferencias que pueden establecerse entre los pollos primero y último en nacer. Las diferencias entre los distintos miembros de una pollada pueden, por tanto, no ser adecuadamente valoradas mediante este procedimiento. Así por ejemplo, en polladas de 4 ó 5, el grado de asincronía y las diferencias en el crecimiento entre los 2 o 3 primeros pollos fueron menos marcadas, estableciéndose una mayor diferencia respecto a los pollos siguientes.

De forma complementaria, se ha intentado cuantificar el posible efecto debido a la asincronía mediante la diferencia en peso entre el primer pollo de cada nido y el resto de sus hermanos, expresada como porcentaje de peso del pollo mayor, en 28 nidos para los que se obtuvieron los pesos de la pollada completa cuando la edad del pollo mayor era inferior a 12 días. En esta fase del crecimiento las diferencias en peso son todavía patentes y se ha asumido que son indicativas del orden de nacimiento y grado de asincronía en la eclosión. Posibles inversiones en el peso observado respecto al orden de eclosión, se producirían esencialmente entre primeros y segundos pollos cuya eclosión hubiese sido aproximadamente sincrónica, y no afectarían sensiblemente a la reducción de pollada, que generalmente afecta a los últimos pollos en nacer.

Para cada nido, se calculó la diferencia en peso entre el primer pollo y cada uno de sus hermanos, y se expresó como porcentaje respecto al peso del pollo mayor. Se obtuvo también el valor medio de este porcentaje para la pollada completa. Se valoró el posible efecto que pudieran tener el tamaño de la pollada en eclosión y la fenología sobre esta variable. A su vez se consideró el posible efecto de las diferencias de peso entre hermanos en la mortalidad observada atribuible a competencia.

Los valores medios obtenidos para los porcentajes de las diferencias en peso se indican en las tablas 5.10 y 5.11.

Tabla 5.10 Diferencia de peso entre el primer pollo de cada nido y sus hermanos expresada como porcentaje del peso del hermano mayor (N: número de nidos).

	Diferencias de peso según orden de eclosión				
	1°-2°	1°-3°	1°-4°	1°-5°	1°-6°
media	13%	39%	65%	79%	84%
d.t	10,4	19	13,2	12,1	11,5
rango	0-39	2-67	28-82	57-91	76-92
N	28	25	23	10	2

Tabla 5.11 Valores medios de diferencias de peso expresadas como porcentaje de peso del pollo mayor, entre el primer pollo y el resto de sus hermanos para los diferentes tamaños de pollada (N: número de nidos; * N=2).

Tamaño de pollada	N	Diferencias de peso según orden de eclosión					valor medio
		1°-2°	1°-3°	1°-4°	1°-5°	1°-6°	
2	3	10,5	-	-	-	-	10,5 *
3	2	11,2	58,5	-	-	-	34,8 *
4	12	14,8	40	70	-	-	41,8 *
5	8	10,1	35,7	61,7	80,1	-	46,9 *
6	3	15,6	31,3	56,6	78	84*	53,1 *

La diferencia de peso entre el primer pollo en nacer y el resto de sus hermanos aumenta dentro de cada tamaño de pollada, como cabe esperar en función de la asincronía en la eclosión. La diferencia media en porcentaje de peso para las polladas completas, mostró diferencias significativas en función del tamaño de la misma (test de Kruskal Wallis $X=10,0$; $p=0,03$; $N=28$). Esta diferencia media de peso en la nidada se correlacionó positivamente con la variable periodo de eclosión PE ($r=0,585$; $p=0,002$; $N=27$ nidos).

Las diferencias de peso entre el primer pollo en nacer y los siguientes fueron, para cada orden de eclosión, inversamente

proporcionales al tamaño de pollada. Esto significa que al aumentar el tamaño de pollada, la diferencia en porcentaje de peso entre el primer pollo y sus hermanos con orden igual o superior al 3°, fué reduciéndose. Esto podría indicar un relativamente menor grado de asincronía en las polladas mayores, aunque no obstante, esta relación inversa también pudiera ser debida a una menor ganancia de peso en los pollos mayores al tener que "compartir" el alimento disponible con un mayor número de hermanos. Ambas posibilidades no son mutuamente excluyentes por lo que la valoración de su contribución para explicar este resultado requeriría de una medición más exacta (con un detalle de horas) del grado de asincronía y de la frecuencia y calidad de las presas aportadas en estas primeras fases del crecimiento. No disponemos de información sobre las posibles diferencias en el esfuerzo reproductor de los adultos, en lo relativo a un mayor aporte de presas según el tamaño de la pollada, por lo que no podemos valorar esta posibilidad. Si la tasa de aportes de presa fuese independiente del tamaño de pollada en eclosión, el resultado anterior sería explicable en términos de una menor disponibilidad de alimento por pollo nacido, favoreciéndose la muerte de los últimos pollos, en concordancia con las predicciones de la hipótesis de reducción de la pollada (Lack, 1968).

La diferencia media en porcentaje de peso para las polladas, no mostró variación estadísticamente significativa en función de la fenología, (K-Wallis $X^2=0,15$; $p=0,6$; $N=28$ nidos) aunque para este análisis sólo se dispuso de datos correspondientes a nidos de los periodos 1 y 2 (eclosión anterior al 9 de junio), ya que en los periodos posteriores la tasa de eclosión se reduce drásticamente y el reducido tamaño de muestra no permite el tratamiento estadístico de esta información.

- Posible valor adaptativo de la asincronía de eclosión en el aguilucho cenizo.

Las distintas hipótesis formuladas sobre la evolución de la asincronía de eclosión, han contemplado este fenómeno como el resultado de restricciones que impiden la existencia de sincronía o bien han

considerado a la asincronía como adaptativa en sí misma (Stoleson y Beissinger, en prensa).

La hipótesis de reducción de la pollada (Lack, 1968), ha sido la que más atención ha recibido en relación con la testificación experimental de sus predicciones. Algunos estudios parecen confirmar su validez (Husby, 1986; Knight, 1988; pero ver Magrath, 1989), sin embargo, esta hipótesis no parece ser aplicable en otros casos (Amundsen y Stokland, 1988). Otras hipótesis relativas a la reducción de la competencia entre hermanos (Hahn, 1981; Mock y Ploger, 1987) o al incremento de la eficiencia de los adultos en condiciones asincrónicas (Amundsen y Slagsvold, 1991) han sido testificadas experimentalmente en otras especies.

Los resultados obtenidos en este estudio indican que la probabilidad de que se produjera reducción de pollada por competencia depende en gran medida del tamaño de la misma (tabla 5.12), y por tanto del grado de asincronía de eclosión directamente asociado a esta variable. La mortalidad por competencia (n° pollos muertos/nido) mostró diferencias significativas en función del tamaño de pollada (test de Kruskal Wallis $X^2=23,7$; $p<0,001$; $N=76$). A la vez, se obtuvo una correlación significativa entre el valor del periodo en eclosión PE, y la mortalidad atribuida a competencia ($r_s=0,47$; $p=0,001$; $N=52$).

Tabla 5.12 Número de nidos, (porcentaje) según el número "n_i" de pollos muertos por competencia para cada tamaño inicial de pollada. Se indica el valor medio \pm d.t de mortalidad por esta causa para cada tamaño de pollada. N: número de nidos.

Tamaño de pollada	N	N° nidos en los que murieron n _i pollos por competencia (% nidos)				media \pm d.t
		n: 0	1	2	3	
2	10	9 (90)	1 (10)	-	-	0,1 \pm 0,31
3	21	19 (90,4)	2 (9,6)	-	-	0,1 \pm 0,30
4	27	18 (66,7)	7 (25,9)	2 (7,4)	-	0,4 \pm 0,63
5	15	6 (40)	7 (46,7)	2 (13,3)	-	0,7 \pm 0,70
6	3	-	-	1 (33,3)	2 (66,6)	2,6 \pm 0,57
	76	52	17	5	2	0,4 \pm 0,73

La mayor mortalidad por competencia en las polladas mayores, a la vez más asincrónicas, en principio parece ajustarse a lo esperado según la hipótesis de Lack, en relación con la evolución de la asincronía de eclosión como mecanismo para permitir la reducción de pollada en situaciones de escasez de alimento. Esta reducción de pollada, por tanto, actuaría como un mecanismo de ajuste en fases tempranas de la crianza de los pollos, por el que los adultos distribuirían su esfuerzo reproductor entre el número de pollos que son capaces de criar en función de los recursos disponibles, minimizando posibles pérdidas o deterioro de la condición física de los pollos. El valor adaptativo de la reducción de pollada en una fase temprana del crecimiento de los pollos, se produciría si ésta tuviera como consecuencia unas mejores condiciones para el crecimiento de los pollos supervivientes, que condujesen a un mayor número de pollos producidos en los nidos asincrónicos que en los sincrónicos en condiciones de escasez de alimento.

Sin embargo, a pesar de lo indicado, la mortalidad atribuída a competencia intrapollada no se correlacionó con las diferencias de peso imputables a la asincronía de eclosión entre los primeros pollos y los últimos en polladas de 4 o 5 (1° - 4° : $r_s = -0,07$; $p = 0,7$; $N = 20$ y 1° - 5° : $r_s = 0,19$; $p = 0,5$; $N = 9$). Esta ausencia de correlación sugiere que a pesar de la gran diferencia inicial en tamaño entre estos pollos, no parece que se haya producido una mayor reducción de pollada en aquellos nidos en los que la asimetría entre los hermanos primero y último fue mayor. Un factor importante a considerar a este respecto es la variabilidad en la calidad de los adultos, especialmente del macho, en términos de su capacidad de aportar presas al nido. En alguno de los núcleos de cría, para nidos de similar fenología situados en la misma parcela de siembra, y por tanto con unas condiciones de hábitat y de siega similares, se obtuvieron sensibles diferencias en el éxito reproductivo, ya que en alguno de estos nidos los adultos consiguieron criar 5 pollos, mientras que en otros nidos próximos de similar fenología los adultos sólo consiguieron sacar adelante 2 o 3 pollos. Dado que en estos nidos más productivos también existe asincronía de eclosión, esto parece indicar que los adultos pueden, a través de un

mayor aporte de alimento, reducir la competencia desigual entre hermanos nacidos asincrónicamente.

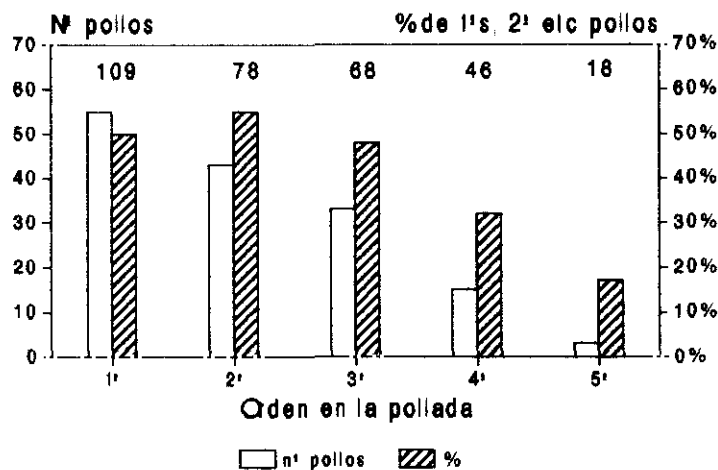
La tasa media de crecimiento en peso en cada nido, estimada a partir de la pendiente de la recta de regresión de crecimiento en peso para cada uno de los pollos durante la fase lineal de crecimiento (ver capítulo 6), no se correlacionó significativamente con el periodo de eclosión ($r_s=0,178$; $p=0,3$; $N=24$ nidos). Esto podría indicar que el grado de asincronía no parece influir en la tasa de crecimiento de los pollos. No obstante, como veremos en el capítulo siguiente, la tasa de crecimiento puede ser afectada por variables como el sexo y el orden en la pollada, por lo que el valor medio obtenido para cada pollada, puede no ser representativo de las condiciones de crecimiento en relación con la asincronía existente en cada nido.

De forma alternativa al valor adaptativo de la reducción de pollada para explicar la asincronía de eclosión, se han propuesto diversas hipótesis que consideran la asincronía de eclosión como la consecuencia de la existencia de restricciones que obligan a un inicio temprano de la incubación, para reducir la pérdida de nidos por depredación (Clark y Wilson, 1985) o por disminución de la viabilidad de los embriones (Arnold, 1987). Ambas hipótesis podrían en principio ser aplicables a los aguiluchos. Debido a que la nidificación en el suelo les hace en principio ser susceptibles de una mayor depredación y a que el periodo de tiempo en el que los huevos o pollos permanecen expuestos a la acción de un depredador es mayor en los nidos sincrónicos que en los asincrónicos, no podemos excluir la hipótesis de que la asincronía haya evolucionado en orden a disminuir la depredación. No obstante, la escasa tasa de depredación en la población estudiada impide analizar si hubo diferencias respecto a esta posible presión selectiva relacionadas con el grado de asincronía.

- Probabilidad de alcanzar la edad de vuelo en relación con el orden de eclosión.

Como ya se ha indicado, en el aguilucho cenizo, la eclosión es asincrónica en la mayoría de los nidos. Esto puede traducirse en una diferente probabilidad de supervivencia durante el periodo de estancia en el nido, dependiente del orden de eclosión (Hahn, 1981; Slagsvold, 1986; Mock y Plogger, 1987; Moreno et al, 1992; pero ver Husby, 1986; Amundsen y Stokland, 1988). Como cabría esperar, la probabilidad de alcanzar la edad de vuelo decrece con el orden de nacimiento (figura 5.15). Aproximadamente la mitad de los primeros y segundos pollos en nacer alcanzaron la edad de vuelo. El porcentaje de pollos en vuelo se reduce de forma notable para los 4^{os} y 5^{os} pollos. En ningún nido llegaron a volar 6 pollos, siendo este tamaño inicial de pollada el que tuvo una mayor reducción de la misma. La supervivencia hasta la edad de vuelo no es, por tanto, independiente del orden de nacimiento. Los primeros pollos se beneficiarían de unas mejores condiciones de crianza, por su mejor posición en la jerarquía entre hermanos que parece establecerse como consecuencia de la asincronía de eclosión. Como ya hemos indicado, la mortalidad por competencia afectó generalmente a los últimos pollos en nacer. En las etapas iniciales del crecimiento, cuando la capacidad de desplazamiento de los pollos es reducida, podemos suponer que la mortalidad debida a causas distintas de competencia intrapollada sería independiente de la edad. Según aumenta la edad de los pollos, y por tanto su capacidad de escape u ocultación, podemos suponer que disminuye la probabilidad de ser afectados por un depredador.

Figura 5.15 Número y porcentaje de pollos en vuelo según el orden de eclosión. Para cada categoría ordinal, se indica sobre las barras el total de pollos nacidos.



5.11 CLIMA Y PARÁMETROS REPRODUCTIVOS.

La reproducción de las distintas especies de aves en zonas de clima templado, en los que existe una fuerte estacionalidad en la disponibilidad de recursos tróficos, tiende a coincidir con el momento más favorable para la cría de los pollos (Lack, 1954; Perrins, 1970; Perrins y Birkhead, 1983; Korpimaki, 1987). Esta estacionalidad de la época de reproducción viene determinada esencialmente por factores ambientales de tipo estacional o climático (fotoperiodo, temperatura y precipitaciones) y en último término por la disponibilidad trófica, a los que se ajustan los ciclos biológicos de las diversas especies.

En este apartado se estudia la posible incidencia de diversos

parámetros climáticos sobre la reproducción del aguilucho cenizo en el área de estudio. Para ello, se obtuvieron datos medios mensuales de temperatura y precipitación, correspondientes al periodo de estudio, para tres estaciones termopluviométricas cuya distancia a los 4 núcleos de nidificación principales estudiados era inferior a 6 km. Se ha asumido que los datos climatológicos de estas estaciones son representativos de los diferentes núcleos de cría estudiados, aunque en lo referente a precipitaciones pudiera existir alguna variación relacionada con el carácter en ocasiones puntual de fenómenos tormentosos, en especial durante los meses de mayo y junio.

Se consideraron los valores mensuales medios de temperaturas (máximas, medias y mínimas) y los valores de precipitación entre los meses de febrero a junio (para esta variable se valoraron las posibles combinaciones de sumas de precipitaciones mensuales, bimensuales y trimestrales en este periodo, debido a que podría ser la cantidad total de precipitación caída durante un periodo superior a un mes, la que influyese en las variables reproductivas consideradas). Para los 4 núcleos de cría más importantes en los diferentes años (85 % del total de nidos estudiados), se realizó un análisis de correlación entre diversos parámetros reproductivos y las variables climáticas que, a priori en base a la fenología reproductora de la especie en la zona, se consideró que podrían influir sobre cada uno de los parámetros reproductivos estudiados. Los resultados de este análisis se indican en la tabla 5.13. En la figura 5.16 se representan las correlaciones estadísticamente significativas o próximas al nivel de significación del 5 %.

Tabla 5.13 Valores del coeficiente de correlación de Spearman entre variables climatológicas y reproductivas.

precipitaciones

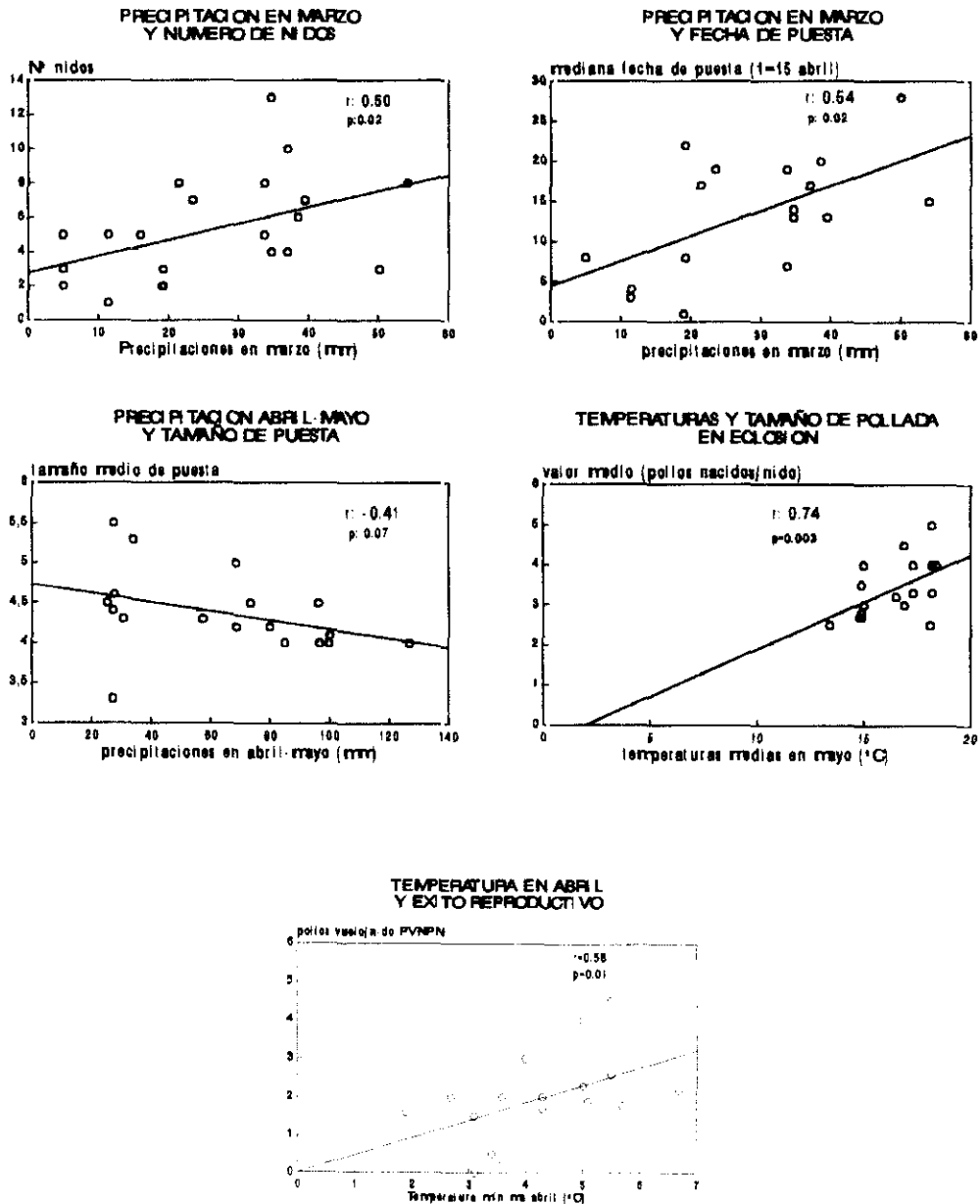
N° nidos	febrero -0,28 p=0,2 n=21	marzo 0,50 p=0,02 n=21	abril 0,30 p=0,5 n=21	febr-abril 0,26 p=0,2 n=21	marzo-abril 0,49 p=0,02 n=21
Mediana fecha puesta	marzo 0,54 p=0,02 n=17	abril -0,29 p=0,2 n=17	mayo -0,40 p=0,1 n=17	marzo-abril -0,001 p=0,9 n=17	abril-mayo -0,41 p=0,09 n=17
Tamaño medio puesta	-0,04 p=0,8 n=19	-0,34 p=0,1 n=19	-0,16 p=0,5 n=19	-0,34 p=0,1 n=19	-0,41 p=0,07 n=19
Media pollos nacidos	abril -0,04 p=0,8 n=18	mayo -0,14 p=0,5 n=18	abril-mayo -0,01 p=0,9 n=18		
Exito reprod, PVNPN	abril -0,21 p=0,3 n=18	mayo -0,11 p=0,6 n=18	junio 0,18 p=0,4 n=18	abril-mayo -0,29 p=0,2 n=18	mayo-junio 0,02 p=0,9 n=18

temperaturas medias mensuales

(med=medias M=máximas m=mínimas)

Nidos	marzo-med 0,07 p=0,7 n=15	marzo-M 0,11 p=0,6 n=15	marzo-m 0,05 p=0,8 n=15	abril-med -0,21 p=0,3 n=19	abril-M -0,15 p=0,5 n=19	abril-m -0,24 p=0,3 n=19
Mediana fecha puesta	abril-med 0,07 p=0,7 n=17	abril-M 0,33 p=0,1 n=17	abril-m -0,18 p=0,4 n=17			
Tamaño medio puesta	abril-med 0,32 p=0,1 n=19	abril-M 0,33 p=0,1 n=19	abril-m 0,25 p=0,1 n=19	mayo-med 0,19 p=0,4 n=18	mayo-M 0,14 p=0,5 n=18	mayo-m 0,27 p=0,2 n=18
Media pollos nacidos	0,28 p=0,2 n=18	0,17 p=0,4 n=18	0,21 p=0,3 n=18	0,74 p=0,003 n=17	0,48 p=0,05 n=17	0,63 p=0,007 n=17
Exito reprod, PVNPN	0,46 p=0,05 n=18	0,29 p=0,2 n=18	0,58 p=0,01 n=18	-0,01 p=0,9 n=17	-0,18 p=0,4 n=17	0,19 p=0,4 n=17

Figura 5.16 Relación entre variables climatológicas y reproductivas cuyos coeficientes de correlación resultaron ser significativos o próximos al nivel de aceptación del 5%.



- Precipitaciones y tamaño de la población reproductora.

El número de nidos localizados en estos 4 núcleos de cría se correlacionó positiva y significativamente con la precipitación caída en el mes de marzo. Esta correlación sugiere que las lluvias de inicio

de primavera tendrían un efecto positivo sobre el número de parejas reproductoras que pudiera acoger una determinada zona, el cual se manifestaría a través de un mejor estado de las siembras en el momento de llegada de los aguiluchos a las zonas de cría y durante la época de vuelos de emparejamiento.

- Precipitaciones, fecha y tamaño de puesta.

La mediana de la fecha de puesta se correlacionó positivamente con el nivel de precipitaciones del mes de marzo. Dado que los aguiluchos llegan a la zona a finales de este mes, el posible efecto sobre la fecha de puesta de estas lluvias, pudiera manifestarse a través de un menor tiempo disponible o una menor eficacia en la captura de presas. A esto se podrían unir unos mayores costes energéticos para termorregulación en días lluviosos. En conjunto, ambos factores podrían retrasar el momento en que las hembras alcanzan la condición fisiológica necesaria para realizar la puesta y por tanto la fecha de su inicio (Cavé, 1968; Drent y Daan, 1980). La aparente tendencia a una disminución en el tamaño de puesta con el nivel de precipitaciones en abril-mayo también podría ser explicada mediante la existencia de restricciones de tipo energético y nutricional en periodos lluviosos.

Se ha valorado también la posible relación entre el número de nidos existentes en las distintas zonas de cría y la fenología reproductora, (a través de la mediana de la fecha de puesta), ya que ambos aspectos están a su vez correlacionados positivamente con las precipitaciones de inicio de primavera y el posible retraso en la nidificación pudiera estar influido por el número de parejas en cada año, y no por el nivel de precipitaciones. El coeficiente de correlación para el número de nidos y fecha de puesta no fue significativo ($r_s=0,321$; $p=0,19$; $N=17$).

- Temperatura y tasa de eclosión.

El número de pollos nacidos se correlacionó positiva y significativamente con la temperatura media del mes de mayo. Esto

sugiere que en unas condiciones ambientales más cálidas durante la fase de incubación, se favorecería la eclosión de los huevos, quizás mediante una mayor supervivencia de los embriones bajo estas condiciones ante las interrupciones de la incubación que supone la salida de las hembras de los nidos para alimentarse o de defensa de los nidos ante posibles depredadores.

- Temperatura y éxito reproductivo.

El éxito reproductivo (número de pollos en vuelo en los nidos en que nació al menos 1 pollo) se correlacionó positiva y significativamente con la temperatura mínima del mes de abril. La interpretación de esta correlación es menos evidente, ya que durante este mes los aguiluchos se encuentran en fase de cortejo y puesta. Una posible explicación para este resultado se relacionaría con una posible mayor abundancia de alimento futura a través de unas mejores condiciones para la reproducción de las especies que les sirven como presa (micromamíferos, paseriformes y gallináceas), que durante el mes de abril se encuentran en las fases iniciales de su reproducción. En este sentido, se obtuvo una correlación positiva, aunque no significativa ($r_s=0,60$; $p=0,13$; $N=7$), entre el valor medio de la temperatura mínima del mes de abril y el número de perdices capturadas en la temporada cinegética siguiente, en el coto de caza en el que se situaron los núcleos 1 y 2 (63 nidos, 47 % del total de reproducciones controladas en este estudio, ver capítulo 10).

Discusión.

La información existente para otras especies sobre la posible influencia de la climatología sobre parámetros reproductivos es contradictoria, en función de las especies estudiadas y de la zona geográfica en la que se presentan. Para *Pernis apivorus*, en Alemania, se obtuvo una correlación negativa entre las precipitaciones del mes de mayo y el número de parejas nidificantes (Kostrzewa, 1987). En *Falco tinnunculus*, se observó un retraso en el inicio de la puesta, relacionado con el nivel de precipitaciones en la fase de prepuesta

(Cavé 1968). Este resultado coincide con lo obtenido en este estudio y podría ser explicado en términos de unas peores condiciones en tiempo lluvioso para que la hembra adquiriera el estado fisiológico necesario para la formación del huevo. En el grévol (*Bonasa bonasia*) especie de tamaño similar a la perdiz roja, en Finlandia y Polonia, Swenson et al (1994) observaron una correlación negativa entre el éxito reproductivo y las precipitaciones en el periodo anterior a la puesta. Los autores sugieren que este probable efecto negativo de las lluvias se relacionaría con una menor disponibilidad de alimento en el periodo en que las hembras deberían alcanzar la condición fisiológica necesaria para la puesta, influyendo sobre el tamaño de la puesta y quizás sobre el nivel de nutrientes en los huevos. Resultados similares se obtuvieron para *Lagopus lagopus* en Noruega, (Erikstad y Andersen, 1983), y para *Tetrao urogallus* en Escocia (Moss, 1986), en los que se ha asociado una menor tasa de crecimiento en peso y/o una mayor mortalidad de los pollos, a periodos fríos y húmedos durante el periodo de cría. Sin embargo, otros estudios en tetraónidas, (*Tetrao tetrix*, Moss, 1986), no han detectado una relación entre condiciones climáticas desfavorables y el éxito reproductor.

Las lluvias primaverales también pueden tener un efecto positivo sobre la reproducción de los aguiluchos, ya que además de favorecer unas mejores condiciones de nidificación a través del estado de las siembras, podrían también incrementar la futura disponibilidad de alimento. Una mayor cobertura vegetal podría a su vez incrementar la productividad de las especies que les sirven de presa (paseriformes, gallináceas, pequeños reptiles e insectos). Aunque no se dispone de datos cuantitativos sobre la relación de estos parámetros climáticos y la productividad de las especies potencialmente presas de los aguiluchos en el conjunto de la zona, datos indirectos apoyan esta posibilidad. Una primavera lluviosa conlleva un mejor crecimiento de la vegetación herbácea, por lo que este presumible incremento de la productividad primaria, también podría incidir favorablemente sobre la reproducción de micromamíferos, paseriformes u otras especies de presas potenciales de los aguiluchos, influyendo de forma indirecta sobre su reproducción. En concordancia con esta hipótesis, se obtuvo una

correlación positiva para las lluvias caídas durante el mes de mayo y el número de liebres cazadas en el otoño-invierno siguiente en el coto en que se situaron los núcleos de cría 1 y 2 ($r_s=0,82$; $p=0,04$; $N=7$ años). Las precipitaciones durante el mes de junio mostraron una correlación positiva con el número de perdices cazadas en la temporada de caza siguiente, aunque sin llegar a ser estadísticamente significativa ($r_s=0,67$ $p=0,09$ $N=7$ años). Si asumimos que el número de ejemplares cazados depende del éxito reproductivo de ambas especies cinegéticas en el periodo previo de cría, esta correlación sugiere que en primaveras lluviosas, la productividad de especies como la liebre y la perdiz roja sería mayor.

El posible efecto positivo de las lluvias de final de primavera sobre la productividad de las especies cinegéticas (índice indirecto de la productividad de presas potenciales de los aguiluchos), coincide con los resultados de un estudio realizado en la provincia de León sobre la perdiz roja, *Alectoris rufa* (Lucio ,1990). En este caso también se observó una correlación positiva entre las lluvias de los meses de junio-julio (periodo de crecimiento de los pollos de perdiz en esa zona) y el éxito reproductivo de esta galliforme, medido a través del tamaño de los bandos en verano. Este resultado se ha asociado a una mayor cobertura de vegetación no cultivada, abundancia de artrópodos y probable menor impacto de las cosechadoras sobre los nidos de perdiz. Estas consideraciones podrían ser también válidas para la reproducción de la perdiz roja en la zona de estudio, siempre que las lluvias no tengan carácter torrencial, lo cual podría afectar negativamente a los pollos muy pequeños de *Alectoris*, que aún no habrían alcanzado una capacidad de termorregulación efectiva.

En hábitats subtropicales, para *Hieraaetus spilogaster* (O. Falconiformes) se ha descrito un efecto positivo de las lluvias en un estudio sobre variaciones interanuales en la densidad de parejas reproductoras y en su productividad en relación con los niveles de precipitaciones (Hustler y Howells, 1988). En años de lluvias abundantes la fecha de puesta fue más temprana, el tamaño de puesta y el éxito reproductivo fueron superiores a los de años de sequía. Estos

autores consideran que el mayor éxito reproductivo se debería a una mayor productividad global del ecosistema, y por tanto con una mayor disponibilidad de alimento.

Por el contrario, el éxito reproductivo en poblaciones de *Pernis apivorus*, *Buteo buteo*, *Accipiter gentilis* y *Falco tinnunculus* en Alemania, fue afectado negativamente por las precipitaciones en la época de nacimiento de los pollos, probablemente mediante la reducción de la disponibilidad de alimento y de la supervivencia de los pollos en las 2 primeras semanas de vida (Kostrzewa, 1987; Kostrzewa y Kostrzewa 1990). Para *C. pygargus* en Holanda, también se ha descrito una relación negativa entre las lluvias en la etapa inicial de crecimiento de los pollos y el éxito reproductivo (Schipper, 1978). Para el milano negro *Milvus migrans* en Doñana, se ha descrito una relación indirecta entre la climatología y el éxito reproductivo de la especie a través de la diferente incidencia de la mixomatosis sobre las poblaciones de conejo en primaveras secas y lluviosas (Viñuela, 1991). En este caso, estas lluvias tendrían un efecto negativo, ya que provocarían una menor incidencia de esta enfermedad, y reducirían la cantidad de conejos afectados, más fácilmente capturables por los milanos.

Las consideraciones anteriores sobre el efecto negativo de las lluvias de final de primavera, parecen no ser de aplicación a los aguiluchos nidificantes en la zona de estudio, ya que no se han observado correlaciones significativas entre las precipitaciones en los meses de mayo y junio (nacimiento-crecimiento de los pollos) y la tasa de eclosión o el éxito reproductivo. Las observaciones no sistematizadas realizadas en la zona de estudio, indican que la cobertura de los pollos por parte de las hembras en periodos de lluvia, debe ser muy eficaz, ya que sólo hemos podido asociar directamente a fuertes precipitaciones la muerte de 1 pollo bastante crecido, perteneciente a una pollada de 4.

En regiones de climas templados, el efecto de las lluvias de final de primavera parece ser diferente en función de la latitud. El

efecto negativo descrito por diversos autores para estas lluvias en latitudes septentrionales, probablemente se deba a que generalmente se asocian a bajas temperaturas, por lo que cabe esperar que tengan un mayor efecto negativo sobre la tasa de eclosión o el crecimiento de los pollos (Erikstad y Andersen, 1983). En zonas de clima mediterráneo estas precipitaciones suelen ser intensas, pero de corta duración y no están asociadas generalmente a fuertes descensos de temperatura, por lo que su efecto sobre el éxito reproductivo sería previsiblemente menor.

Es más difícil de evaluar el posible efecto indirecto de los periodos lluviosos sobre el crecimiento de los pollos y su probabilidad de supervivencia, a través de una posible disminución en la tasa de captura de presas por parte de los machos en días de lluvia. En *Milvus migrans*, el número de días de lluvia parece afectar negativamente al crecimiento de los pollos, quizás debido a una menor actividad de búsqueda de alimento por parte de los adultos (Hiraldo et al. 1990). Aunque hemos podido observar a los machos en vuelos de caza durante periodos de lluvia, no se dispone de información que permita cuantificar su eficiencia en estas situaciones. No obstante, durante el periodo de crecimiento de los pollos las precipitaciones suelen ser de tipo tormentoso y de corta duración, por lo que no parece probable que influyan de manera decisiva en la tasa de aporte de presas a los nidos.

5.12 DENSIDAD DE PAREJAS REPRODUCTORAS EN EL ÁREA.

La densidad poblacional durante la época de reproducción puede tener un efecto importante sobre el proceso reproductivo en las diversas especies de aves. Distintos estudios han puesto de manifiesto este hecho, detectándose variaciones en la productividad y las condiciones físicas de la descendencia en relación con la densidad de reproductores (Alatalo y Lundberg, 1984; Blondel et al, 1987; Arcese y Smith, 1988; Coulson et al 1982; Simmons, 1993; Ferrer, 1993). En general, una mayor densidad de población ejerce un efecto negativo, que se traduce generalmente en una disminución de los recursos tróficos

disponibles para cada unidad reproductora. Ambos factores aparecen con frecuencia asociados, siendo difícil establecer relaciones causa-efecto, ya que la disponibilidad de alimento, también a su vez podría actuar como un factor limitante de la población reproductora (y por tanto de la densidad) presente en una zona y en último término de la productividad (Arcese y Smith, 1988).

La densidad de parejas reproductoras en la zona de estudio sufrió fuertes variaciones interanuales. Los datos que se indican a continuación se refieren al número de nidos localizados en los núcleos de cría estudiados. Es posible que en el área de estudio nidificara alguna pareja aislada no detectada. No obstante, su número sería muy reducido ya que los aguiluchos parecen tener una gran tendencia a agregarse, y por tanto se tiene la certeza de que todos los núcleos importantes en el área han sido localizados.

Otra posible fuente de error en la estima de la densidad vendría dada por la pérdida temprana de nidos en los núcleos de cría, antes de que fuesen localizados, aunque pensamos que esto pudo ocurrir en un número muy reducido de casos. No obstante, se ha considerado la posibilidad de que algunos nidos excesivamente tardíos, se correspondiesen con puestas de reposición de nidos cuya pérdida se comprobó previamente. En estos casos, las probables puestas de reposición no se han contabilizado en el cálculo de la densidad de reproductores. Los valores de densidad estimada para el área de estudio desde 1990, año a partir del cual se realizó el seguimiento de los 4 núcleos principales se indican en la tabla 5.14.

Tabla 5.14: Densidad de parejas reproductoras durante el periodo 1990-1994.

<u>año</u>	<u>N° parejas/100 km²</u>
1990	6,1
1991	4,2
1992	2,9
1993	2,0
1994	2,0

Estos valores son muy inferiores a los existentes en otras zonas del país de características similares en las que la especie nidifica en campos cultivados (observaciones personales en las comarcas de Antequera en Málaga: 20-25 parejas/100 km² en 1993; Llanos de Cáceres: 36 parejas/100 km² en 1995). En la tabla puede observarse que se ha producido una clara disminución en el número de parejas reproductoras de los núcleos controlados a lo largo de este estudio. No obstante, la carencia de información respecto a años previos impide obtener conclusiones acerca del alcance de este marcado declive. No podemos saber si la situación favorable para la presencia de los aguiluchos observada durante los años 1990 y 1991 es normal, o constituye una excepción en una zona en la que las condiciones desfavorables para la reproducción de la especie, derivadas de la elevada mortalidad por siega y la persecución ejercida sobre los aguiluchos a causa de la actividad cinegética, son crónicas.

En la Charente Maritime (SW de Francia), la especie nidifica en vegetación natural. En esta población se han descrito fuertes variaciones interanuales en la densidad de reproductores y en su productividad (Leroux, 1987), asociadas a cambios en la abundancia de *Microtus*, presa principal de los aguiluchos en esa zona. Para la zona de estudio, pensamos que parte de esta disminución en la densidad de población de los 3 últimos años, estaría causada por unas condiciones climáticas desfavorables (fuerte sequía) durante los años 1992 a 1994, que provocaron un escaso desarrollo de las siembras y probablemente también una menor disponibilidad de alimento. La destrucción intencionada de nidos y la probable muerte de adultos en 1992, ha sido la causa de la pérdida del núcleo de cría número 3, que contó con 20 nidos en los años anteriores.

- Densidad poblacional y parámetros reproductivos.

El estudio de la posible influencia de la densidad sobre la reproducción, a través de variaciones en la disponibilidad de alimento, se realizó mediante un análisis de correlación entre el número de nidos de los diferentes núcleos de cría en los distintos años y diversos

parámetros reproductivos (tabla 5.15).

Tabla 5.15 Coeficientes de correlación entre el número de nidos en los distintos núcleos de cría y los respectivos valores medios de diversos parámetros reproductivos a lo en cada núcleo de cría a lo largo del periodo de estudio. (PVN: pollos en vuelo/total nidos; PVNPN: pollos en vuelo/nidos con pollos nacidos; PVNPV: pollos en vuelo/nidos con al menos 1 pollo en vuelo. N=18 en todos los casos).

	TAMAÑO PUESTA	POLLOS NACIDOS	PVN	PVNPN	PVNPV
NUMERO DE NIDOS	-0,02	-0,14	-0,38	-0,47	-0,38
p	0,9	0,5	0,1	0.05	0,1

Tan sólo el éxito reproductivo (PVNPN) se correlacionó negativa y significativamente con el número de nidos en la colonia. Debido a que para el cálculo de este parámetro se consideran únicamente los nidos en los que nacieron pollos, este resultado podría ser interpretado a través de una menor cantidad de alimento disponible/nido con pollos, como consecuencia de un mayor tamaño de la colonia.

Sin embargo, esta correlación negativa observada podría ser también explicada en base a un efecto combinado de otros factores asociados a la densidad de reproductores (fenología reproductora y quizás poliginia). En los núcleos con mayor número de parejas, algunas hembras realizan las puestas en fechas más tardías, sufriendo una menor tasa de eclosión y reduciéndose por tanto el éxito reproductivo de la colonia. Los nidos de núcleos de 1 o 2 parejas suelen ser tempranos, teniendo en principio unas mayores probabilidades de tener éxito. Por otra parte, debido a los múltiples factores que inciden sobre la productividad de la especie en esta zona, (climatología, siega, persecución humana), es difícil valorar en qué medida los resultados obtenidos pueden ser asociados a un efecto dependiente de la densidad.

- Posibles causas de la nidificación en colonias.

En el apartado anterior, hemos analizado el posible efecto negativo que la densidad de reproductores, materializada a través de una mayor agregación en los núcleos de cría, pudiera tener sobre su reproducción. Dado que en la especie existe una acusada tendencia a la nidificación en grupos, podemos suponer que este hecho les confiere ventajas respecto a la nidificación aislada. A continuación valoraremos las posibles causas de la tendencia observada a la nidificación en pequeñas colonias.

En distintas especies, se ha asociado la nidificación en colonias a requerimientos específicos respecto a los lugares de nidificación, en ocasiones irregularmente distribuidos en el espacio (Newton, 1979). En otros casos, se considera la nidificación en colonias como ventajosa ante la existencia de fuentes de alimento escasamente predecibles en su distribución espacio-temporal, lo cual llevaría a los individuos reproductores a agruparse en las zonas más favorables (Horn, 1968; Rich, 1986; pero ver Baker y Brooks, 1981). La defensa ante depredadores ha sido otra de las posibles causas aducidas para explicar la nidificación en colonias (Kruuk, 1964; Andersson y Wiklund, 1978).

La tendencia a la cría en colonias en los aguiluchos cenizos ha sido descrita para otras poblaciones (Pérez Chiscano y Fernández Cruz, 1971; Schipper, 1978; Leroux, 1987). Podemos suponer por tanto, que la nidificación en grupos debería conferir alguna ventaja en su reproducción. Cabría pensar inicialmente en la disponibilidad de lugares de nidificación y/o de alimento como los factores determinantes de este tipo de nidificación.

La nidificación de la especie en vegetación natural, previa a la extensión de los cultivos, probablemente implicara en el pasado una menor disponibilidad de lugares adecuados para anidar (pastizales naturales, marismas, etc). Inicialmente esto podría haber condicionado la tendencia a la agregación de los nidos en áreas favorables con este

tipo de vegetación, cuya distribución espacial es irregular. En la actualidad, la disponibilidad de lugares en los que anidar, no sería un factor determinante de esta tendencia en los aguiluchos a nidificar en colonias para el área de estudio. En esta zona existe una gran extensión de superficie cultivada que permitiría a los aguiluchos disponer de múltiples lugares en los que nidificar aisladamente, y evitar así los posibles efectos negativos derivados de la cría en grupos (p.ej. reducción de la cantidad de alimento por unidad reproductora, conflictos territoriales).

El factor trófico (su distribución irregular en el espacio) como causante de la distribución en agregados, tampoco parece ser de aplicación a la población de aguiluchos en estudio, ya que en conjunto, la disponibilidad de alimento en el área es elevada, y su distribución aproximadamente homogénea, por lo que no parece probable que la nidificación en núcleos observada se deba a una elección de las áreas con mayor abundancia de alimento.

Otra posible causa de esta tendencia a la agregación en diversas especies de aves vendría dada por una posible mejor defensa frente a depredadores (Kruuk, 1964; Birkhead, 1977; Andersson y Wiklund, 1978). En el aguilucho cenizo, las particulares condiciones de nidificación al construir sus nidos en el suelo, les hace en principio vulnerables a un mayor número de posibles depredadores. La cría en colonias podría conferirles ventajas en lo que respecta a la defensa contra determinados depredadores, o cuando menos a una mayor capacidad de alertar de su presencia.

En relación con esta posible ventaja que les supondría la cría en colonias, hemos observado frecuentemente a lo largo de este estudio comportamientos de defensa de los nidos ante potenciales depredadores (*Circus aeruginosus* (9 ocasiones), *A. adalberti* (4), *A. chrysaetos* (2), *C. gallicus* (3), *H. pennatus* (2), *M. migrans* (3), *B. buteo* (3), *F. tinnunculus* (4), *P. pica* (6)). En la mayor parte de los casos fueron los machos los que hostigaron y ahuyentaron al intruso, aunque no se produjeron diferencias apreciables entre ambos sexos respecto a este

comportamiento de defensa ($X^2=0,6$ g.l=1 $p=0,4$; tabla 5.16). Tampoco se ha observado una relación aparente entre el tamaño del posible depredador y el número o sexo de los individuos que contribuyeron a su expulsión.

Tabla 5.16 Observaciones de comportamientos de defensa de nidos, en función del número y sexo de los aguiluchos que intervinieron en la expulsión del posible depredador.

	Fase del periodo reproductor.		
	<u>puesta-incubación</u>	<u>crianza pollos</u>	<u>total</u>
1 macho	11	4	15
1 hembra	7	4	11
≥ 1 ambos sexos	6	4	10
	24	12	36

En 26 (72%) de estas observaciones, la expulsión del posible depredador la realizó un sólo individuo, a pesar de que en los núcleos de cría implicados había un número de nidos igual o superior a 3, y probablemente otros individuos en las proximidades. El mayor número de expulsiones de posibles depredadores corrió a cargo de los machos, especialmente durante el periodo de puesta e incubación, aunque la frecuencia de expulsiones realizadas por cada uno de los sexos por separado no mostró diferencias significativas para los dos periodos considerados (machos $X^2=3,2$ g.l=1 $p=0,07$; hembras $X^2=0,8$ g.l=1 $p=0,3$). Este resultado parece lógico, ya que las hembras en fase de incubación no abandonarían los nidos, a menos que la amenaza sobre los mismos fuese directa. Como ejemplo, en la mayoría de nuestras primeras entradas a los nidos, las hembras salieron cuando nos encontrábamos a una distancia inferior a 5 m del nido (en ocasiones a menos de 1 m).

Durante la fase de crianza de los pollos, es más probable que alguna hembra estuviese fuera del nido y por tanto es más frecuente que participase en la defensa de los nidos. Es posible que esta presencia de la hembra fuera del nido cuando los pollos tienen una edad superior

a 12-15 días, pudiera deberse en parte a una situación de alarma generada por las visitas previas realizadas a los nidos para la toma de datos. En esta fase, los machos pasan la mayor parte del tiempo cazando lejos de los lugares de nidificación, por lo que se reduce la probabilidad de que estén presentes en la zona ante la aparición de un posible depredador y por tanto, participen en su expulsión.

Las observaciones de comportamientos defensivos ante posibles depredadores alados en el área de estudio, sugieren que la nidificación en grupos no parece implicar un comportamiento de defensa "colectiva" de los nidos frente a depredadores. Alternativamente, pensamos que la ventaja principal obtenida por este tipo de agrupaciones, vendría dada por una mayor capacidad de detección de posibles enemigos naturales. Durante la mayor parte del tiempo, algún individuo permanece en la zona de cría y podría alertar de la presencia de un posible predador. A la vez, este comportamiento de alarma, podría distraer la atención del depredador y atraer a otros individuos que podrían colaborar en su expulsión.

Para las parejas que nidificaran aisladamente, durante el tiempo que el macho está lejos del nido, la capacidad de detección y expulsión de un depredador se vería probablemente reducida durante las fases de incubación y etapas iniciales del crecimiento de los pollos, ya que la hembra permanece en el nido la mayor parte del tiempo.

En lo que se refiere a otros posibles enemigos naturales de la especie (zorros, jabalíes, mustélidos, etc), no parece probable que un comportamiento agresivo por parte de los aguiluchos pudiera ser efectivo para alejarles de las zonas de nidificación. En estos casos sólo podría producirse la detección del depredador y quizás su distracción por parte de los adultos. No obstante, en la actualidad, la depredación por parte de estas especies en medios agrícolas sería reducida debido a la dificultad de localización de los nidos en un medio tan homogéneo. En esta población, la tasa de depredación previa a la siega fue despreciable, sin embargo, este tipo de depredación puede ser más importante en poblaciones que nidifiquen en vegetación

natural, en condiciones similares a las que suponemos fueron las iniciales antes de la extensión de los cultivos herbáceos.

El progresivo deterioro de las áreas con vegetación natural en las que nidifica la especie, derivado de la actividad humana (roturaciones, desecación de humedales), ha reducido sensiblemente las zonas de este tipo susceptibles de acoger a la especie. Paralelamente se ha producido un incremento en las formaciones herbáceas cultivadas, proporcionando a los aguiluchos nuevas zonas en las que situar sus nidos. Estos campos cultivados, debido a su gran extensión y homogeneidad, a la vez probablemente ofrecen a los nidos una mejor protección frente a depredadores terrestres. Esta situación inicialmente más favorable, parece estar invirtiéndose en las últimas décadas, debido al impacto que la mecanización de la recogida del cereal ocasiona sobre su reproducción (capítulo 8).

- Comportamientos de defensa frente al hombre.

En lo que respecta al comportamiento de la especie ante la presencia humana en la zona de nidificación y la entrada en los nidos, suele producirse la huida a la vez que emiten sonidos de alarma característicos. Los aguiluchos tienden a permanecer cicleando a gran altura durante nuestra permanencia en la zona.

Aunque no se dispone de datos cuantitativos sobre diferencias entre ambos sexos en relación con su conducta ante nuestras entradas, nuestras observaciones indican que en general, las hembras permanecieron en vuelo a una altura inferior a los machos y sus sonidos de alarma fueron de mayor intensidad.

Se ha observado una variación en la respuesta de los aguiluchos ante nuestras entradas a los nidos, a lo largo de la estación reproductora. En las visitas que se produjeron durante la fase de incubación, las hembras al salir del nido se limitaron a remontarse a gran altura durante nuestra estancia en la zona, sin apenas emitir sonidos de alarma, volviendo a entrar en el nido tan pronto nos

alejábamos. La intensidad de las voces de alarma aumenta durante el periodo de crecimiento de los pollos hasta volver a disminuir una vez que los pollos son capaces de volar.

Estas observaciones coinciden con lo señalado por diversos autores respecto a comportamientos de defensa o alarma frente al ser humano (Knight, 1986; Andersen, 1990; Ferrer, 1990), y apoyan la hipótesis de que la intensidad en los comportamientos de defensa del nido se relaciona con el grado de inversión parental ya realizada en la crianza de los pollos (Andersson et al, 1980). No obstante, se ha observado una disminución en la intensidad de este tipo de comportamiento de alarma al final del periodo de nidificación, cuando los pollos pueden ya realizar cortos vuelos, precisamente en el momento en que la inversión ha llegado a su máximo. Este descenso final, podría ser el resultado de una menor sensación de peligro por parte de los adultos una vez que los pollos pueden volar, aunque este descenso podría también interpretarse como el resultado de una cierta habituación a nuestra presencia.

La carencia de individuos marcados, impide conocer si algunos de los adultos criaron en temporadas anteriores en la zona, y se produjeron variaciones en el comportamiento de defensa ante nuestra presencia como consecuencia de la experiencia adquirida en años previos. No obstante, algunas observaciones sugieren que esto ha podido ocurrir en alguna medida. En uno de los núcleos de cría, durante los años 1990, 1991 y 1992, una hembra (muy probablemente la misma en los tres años), manifestó un atípico comportamiento agresivo ante nuestra entrada a los nidos para la toma de datos. Esta hembra se lanzaba en picado sobre nosotros mientras permanecíamos en el nido, llegando incluso a tocarnos en una ocasión la cabeza con sus garras. Este tipo de comportamiento defensivo coincide con el observado para una hembra de *C. cyaneus* que nidificó en esta misma zona durante el periodo 1988 a 1991. En esta última especie este tipo de comportamiento de defensa del nido, es muy característico y ha sido descrito por distintos autores (Newton, 1979).

En Europa, para la mayoría de las rapaces, la presencia humana en el último siglo ha debido asociarse generalmente a una amenaza para los nidos, motivada por la fuerte persecución de que han sido objeto en el pasado. Por ello, el comportamiento de huida ante el ser humano es general, y alteraciones de este comportamiento hacia conductas agresivas como las descritas anteriormente, serían maladaptativas desde la aparición de las armas de fuego, ya que estos individuos serían rápidamente eliminados. En *A. adalberti* se ha descrito una variación en el comportamiento de defensa del nido en respuesta a las visitas por parte de los investigadores en el Parque Nacional de Doñana. (Ferrer et al 1990). La distancia a la que permanecen del investigador ha disminuído y los displays agresivos han aumentado en los últimos años. Se ha interpretado este tipo de respuesta como una cierta habituación reciente de estas águilas, a una presencia humana en los nidos que no conlleva un daño hacia los pollos o los adultos, y que reforzaría este comportamiento ante el "éxito" obtenido en su defensa. En esta especie se ha observado una diferencia entre los sexos para este comportamiento de defensa del nido, siendo la hembra la que lo realiza con mayor intensidad. Por el contrario, Andersson y Wiklund (1987), encontraron en *Buteo lagopus*, un patrón intersexos opuesto en la defensa del nido, ya que en esta especie los machos manifestaron una mayor agresividad en la defensa de nido, tanto ante depredadores naturales como ante intrusiones humanas.

CAPÍTULO 6. CRECIMIENTO.

El crecimiento en las aves ha sido objeto de numerosos estudios, relacionados en general con los patrones que siguen las distintas especies en función de su modelo de desarrollo, y la forma en que éste puede ser condicionado por otros aspectos relacionados con su historia evolutiva (relaciones filogenéticas, ecología). El proceso de desarrollo tiene una importancia decisiva sobre las condiciones en las que los pollos alcanzan la edad de vuelo o adquieren su independencia, y por tanto, sobre sus posibilidades de supervivencia y sus expectativas futuras de reproducción (Perrins, 1965, Alatalo y Lundberg, 1984; Nur, 1984; Slagsvold, 1986; Knight, 1988; Tinbergen y Boerlijst, 1990; Verhulst y Tinbergen, 1991).

Diversos autores han centrado su atención en el análisis de los patrones de crecimiento, desarrollando modelos matemáticos que describan el tipo de curva al que se ajustan las distintas especies. (revisión en Ricklefs, 1967,1968; Zach et al, 1984). En otros casos se ha estudiado la posible relación entre el modelo de crecimiento existente en las distintas especies y posibles presiones selectivas derivadas de factores ecológicos, (requerimientos energéticos, depredación: Lack 1968; Hiraldo et al, 1990; competencia intra pollada y/o fratricidio: Werschkul y Jackson, 1979; Edwards y Collopy, 1983; Bortolotti, 1986; Platteeuw et al, 1995; probabilidad de supervivencia: Kersten y Brenninmeijer, 1995; variaciones regionales en el régimen trófico: Veiga, 1985) o de variaciones a nivel intraespecífico e intersexos (Picozzi, 1983; González, 1991; Schaadt y Bird, 1993).

Ricklefs (1973), plantea la hipótesis de que el patrón de crecimiento en las aves esté condicionado esencialmente por factores intrínsecos a cada especie, con un alto nivel de determinación genética, como el tamaño corporal del adulto y el grado de precocidad en el desarrollo de los pollos en el momento de su nacimiento. Como alternativa a esta posibilidad, se plantea la hipótesis de la existencia de una cierta plasticidad en el patrón de crecimiento, que permitiría dentro de ciertos límites adaptarse a variaciones en las

condiciones ambientales (O'Connor, 1984; Redfern, 1984).

Las Falconiformes presentan un modelo de desarrollo semialtricial, caracterizado por una reducida capacidad de movimiento en las primeras fases de su crecimiento y una total dependencia de los adultos durante este periodo (O'Connor, 1985). Para las especies del género *Circus* en Europa, se han realizado estudios de crecimiento en los aguiluchos pálido (Scharff y Balfour, 1971; Picozzi, 1980) y lagunero (González, 1991). Para el aguilucho cenizo, sin embargo, la información sobre este aspecto es casi inexistente, en especial para las poblaciones ibéricas. El hecho de que la mayoría de las especies del género *Circus* nidifiquen en el suelo (la excepción es *C. assimilis*, especie del continente australiano que construye sus nidos en árboles), siendo por tanto teóricamente más vulnerables a la depredación que otras especies de rapaces, plantea la posibilidad de que en alguna medida, el patrón de crecimiento de algunas estructuras anatómicas pudiera haber sido acelerado para disminuir el riesgo de depredación, por ejemplo mediante una mayor precocidad en la maduración de la capacidad motriz o de vuelo.

En este capítulo se estudia el crecimiento de los pollos de aguilucho en esta población y la posible influencia de factores como el sexo, el tamaño de la pollada, el orden de nacimiento, la fenología reproductora y de siega, sobre las diversas variables consideradas.

- Determinación del patrón de crecimiento.

El crecimiento de variables como el peso y la longitud de tarso se ajustan a una curva de tipo sigmoide. Se han propuesto diversos tipos de ecuaciones para describir este patrón de crecimiento (Logística, Gompertz, Von Bertalanffy, revisión en Ricklefs, 1968, 1973). Estas ecuaciones difieren básicamente en el momento en el que se produce el punto de inflexión de la curva que describe su crecimiento. En general, para las aves rapaces el crecimiento en peso suele ajustarse a una curva de tipo logístico (Ricklefs, 1968, 1973; Veiga e Hiraldo, 1990; Schaadt y Bird, 1993), cuyo punto de inflexión se

produce al alcanzar el 50 % del valor de la asíntota (Ricklefs, 1973).

El ajuste a estas curvas para obtener la tasa de crecimiento (K) de cada uno de los pollos, requiere de un número suficiente de medidas y el conocimiento del valor de la asíntota para cada una de las variables en estudio. Dado que la periodicidad en las visitas a los nidos no ha permitido obtener suficientes valores para el ajuste en un número elevado de pollos, los parámetros de la ecuación de crecimiento según el modelo logístico para peso y tarso, se han obtenido a partir de los valores medios obtenidos para cada una de las edades en ambos sexos en el conjunto de los pollos.

Para la variable *peso*, se ha estimado además la tasa de crecimiento individual mediante la pendiente de la recta de regresión en el periodo en el que el crecimiento es aproximadamente lineal (edad inferior a 21 días). Para la variable *tarso*, la tasa de crecimiento se estimó utilizando el conjunto de medidas hasta una edad inferior a 17 días, periodo en el que el crecimiento de esta variable es aproximadamente lineal.

6.1 Variables morfométricas estudiadas.

Los parámetros de crecimiento para distintas variables (*peso*, *tarso*, *6ª primaria*, *ala plegada*) se obtuvieron mediante series de medidas tomadas a los pollos durante su estancia en el nido, hasta la edad de vuelo (25 a 35 días). La periodicidad de la toma de datos fue generalmente de 5 a 6 días, por lo que para la mayor parte de los pollos se obtuvieron de 4 a 6 medidas de crecimiento en peso (media 4,8; rango 3 a 8). En algunos nidos, el intervalo entre visitas fue inferior, coincidiendo con la fecha de siega, o, en las últimas fases del crecimiento, con el marcaje de los pollos.

Para reducir en lo posible el tiempo de estancia y las molestias consiguientes cuando los pollos eran muy pequeños, en la mayor parte de los nidos sólo se tomaron valores de su peso en esta etapa inicial del crecimiento. Cuando los pollos tuvieron una edad superior a 10

días, se midieron además el resto de variables consideradas. Por ello, el tamaño de muestra para la primera fase del crecimiento es reducido, correspondiendo la mayor parte de las medidas tomadas (exceptuando el peso) a edades superiores a 10 días.

6.2 Edad de los pollos.

La edad de los pollos se determinó en base al peso en 45 pollos pertenecientes a 19 nidos en los que la primera entrada se produjo durante el periodo de eclosión. En esta fase temprana, se ha considerado que el error cometido en la estima de la edad en base al peso es inferior a 1 día. La serie de medidas para estos 45 pollos, permitió obtener mediante regresión lineal, una ecuación para el crecimiento de la 6ª primaria. Esta ecuación se utilizó para estimar la edad de aquellos pollos en los que la primera toma de datos se realizó a una edad superior a 7 días, en los que la determinación de la edad mediante el peso está sujeta a un mayor error, al ser esta variable sensible a factores como el sexo, orden y tamaño de pollada, estado nutricional, etc. Por el contrario, el crecimiento de las rémiges es menos dependiente de factores externos, lo que conlleva el que esta variable sea utilizada frecuentemente para la estima de la edad (Roskft y Slagsvold, 1985; Olsen y Olsen, 1987; Bednarz y Hayden, 1991; Zijlstra et al., 1992).

6.3 Sexado de los pollos.

El sexo de los pollos se ha determinado desde 1991 mediante el color del iris. El sexado se realizó cuando los pollos tenían una edad superior a 20 días, momento en el que las 2 tonalidades de color (marrón grisáceo en machos, y marrón oscuro en hembras) son claramente apreciables en la mayor parte de los casos. Este criterio ha sido confirmado en el aguilucho pálido *Circus cyaneus*, (Hammerstrom 1968, Balfour 1970, Scharf y Balfour 1971, Picozzi 1980, 1981, 1984) y ha sido utilizado también para el sexado en el aguilucho cenizo (Schipper, 1978).

Se ha intentado confirmar la validez de este criterio en individuos que fueron recogidos como pollos, mantenidos en cautividad en el Centro de Recuperación de Sevilleja de la Jara, observando el cambio con la edad en la coloración del iris, y el posterior cambio de plumaje indicativo de su sexo. En estos pollos se obtuvieron también datos biométricos (peso, tarso, culmen), aunque su aspecto general motivado por su estado de cautividad pudiera influir sensiblemente en variables como el peso y la longitud del culmen y por tanto restar validez a estas medidas. El criterio del iris ha podido ser confirmado en 11 individuos, (6 machos y 5 hembras). En los machos, aproximadamente a los 4-6 meses de edad se produce un aclaramiento en el iris que pasa de ser marrón grisáceo, a blancuzco o amarillento. En las hembras, el cambio en la coloración es más lento y al primer año de edad el iris se mantiene marrón oscuro, sin apenas tonos amarillentos, que comienzan a apreciarse a los 2 años de edad. Estas observaciones sobre un cambio más rápido en la coloración del iris en los machos, coinciden con las tomadas en otros Centros de Recuperación (M. Pomarol, com.pers), aunque en este caso no se ha comprobado si se corresponden con las tonalidades observadas inicialmente en los pollos.

En 73 pollos nacidos en los años 1989 y 1990, para los que no se consideró esta variable, el sexado se realizó en base a una función discriminante obtenida a partir de los datos finales de crecimiento (edad superior a 25 días) de 37 pollos cuyo sexo se determinó mediante el color de iris. La función obtenida clasificó correctamente al 86 % de los pollos sexados en base al color de iris. Este aspecto se comentará más ampliamente en el capítulo siguiente.

6.4 DETERMINACIÓN DE LA EDAD MEDIANTE REGRESIÓN DE LA LONGITUD DE LA 6ª PRIMARIA Y LA LONGITUD ALAR.

- Crecimiento de la 6ª primaria y ala plegada.

Se han utilizado para este análisis 105 valores de crecimiento en longitud de la 6ª primaria y 93 valores de longitud de ala plegada obtenidos en los 45 pollos de edad estimada en base al peso. La primera

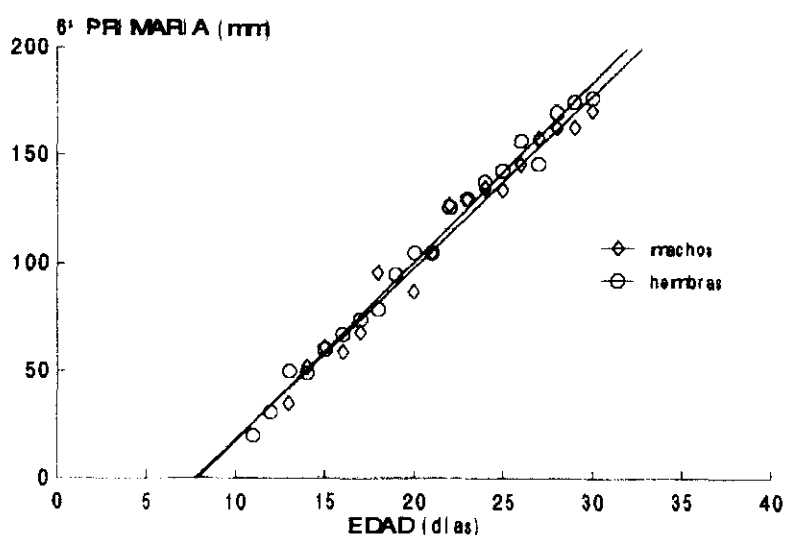
toma de datos de estos pollos se realizó durante el periodo de eclosión, generalmente en una edad igual o inferior a 5 días (para 10 de ellos en el día de su nacimiento) por lo que se considera que el posible error cometido en la estima de su edad mediante su peso es inferior a 1 día. La 6ª primaria comienza a ser visible aproximadamente en el séptimo u octavo día. Se midió su longitud (en mm) desde el punto de inserción con la piel hasta su extremo apical. Para valorar el posible efecto de las variables *sexo* y *orden de eclosión* sobre el crecimiento de la primaria y ala plegada, se realizó un análisis de regresión múltiple con ambas variables independientes además de la edad. En este caso se utilizó el total de medidas disponibles para esta variable (N=254 para 6ª primaria y N=222 para ala plegada). El valor de edad de 149 de estas medidas se estimó en base a la ecuación de regresión anterior.

El patrón de crecimiento de la pluma obtenido fue de tipo lineal. Para la muestra estudiada, se obtuvo la siguiente recta de regresión, (figura 6.1) definida por la ecuación:

$$\text{LONG. PRIM (mm)} = -53,868 + 7,68 \times \text{EDAD (días)}$$

$$r=0,97 \quad N= 105 \text{ medidas}$$

Figura 6.1 Crecimiento de la 6ª primaria (valores medios de longitud para cada sexo en función de la edad).



El sexo no parece influir significativamente en el crecimiento de la primaria ya que el valor del coeficiente de regresión no fue estadísticamente significativo. Sin embargo, el orden de eclosión sí parece influir negativamente en su crecimiento, lo que implicaría un más lento crecimiento de esta estructura en los pollos menores. Los resultados de la regresión múltiple se indican en la tabla 6.1.

Tabla 6.1. Parámetros de regresión múltiple para el crecimiento de la 6ª primaria en la población estudiada.

variable	coeficiente	t	p
cte	-54,369	-15,0	< 0,001
EDAD	7,842	86,8	< 0,001
ORDEN DE ECLOSIÓN	-1,802	-3,4	< 0,001
SEXO	0,507	0,4	0,6

R²= 0,97

- Crecimiento del ala.

El patrón de crecimiento del ala plegada (incluye crecimiento de estructura ósea y de pluma) también fue de tipo lineal (figura 6.2). El crecimiento de esta variable se ajustó a la siguiente ecuación de regresión:

$$\text{LONG. ALA (mm)} = 9,97 + (8,15 \times \text{EDAD (días)})$$

r= 0,97 N= 93 medidas

En el análisis de regresión múltiple incluyendo como variables independientes *edad*, *sexo* y *orden de eclosión*, los coeficientes de todas ellas contribuyeron significativamente al modelo de regresión lineal obtenido (tabla 6.2).

Figura 6.2 Crecimiento del ala plegada. (valores medios para cada sexo en función de la edad).

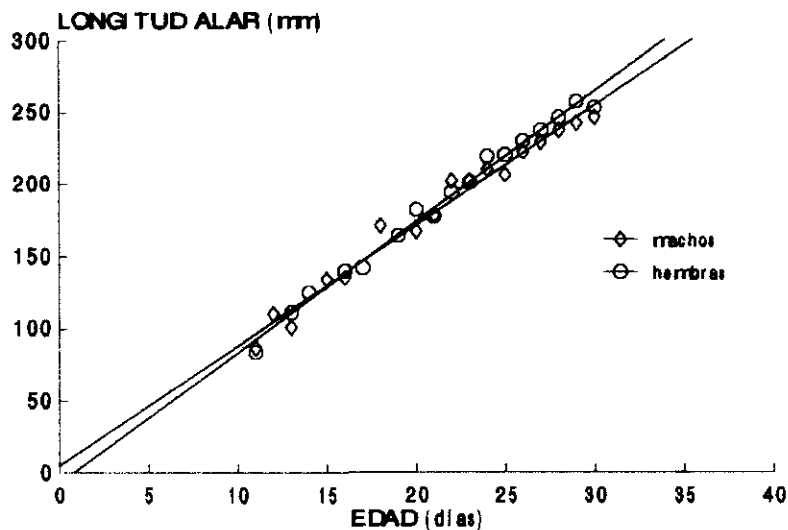


Tabla 6.2 Estadísticos de regresión múltiple para el crecimiento del ala plegada.

variable	coeficiente	t	p
cte	2,27	0,5	0,6
EDAD	8,450	71,7	<0,001
ORDEN DE ECLOSIÓN	-1,96	-3,19	<0,01
SEXO	3,71	2,57	0,01

R²= 0,96 N= 222

- Valoración de la estima de la edad mediante ambos parámetros.

Con el fin de comparar ambos métodos para la estima de la edad de los pollos, se obtuvieron para el conjunto de la población estudiada, los correspondientes valores estimados de edad a partir de la longitud de la primaria y del ala plegada en ambas ecuaciones. Para cada una de las medidas, se calculó la diferencia entre los valores obtenidos por ambos procedimientos.

En promedio, la estima de edad a partir de la longitud de la 6ª primaria fue inferior en 0,17 días a la obtenida a partir de la

longitud del ala plegada (d.t=0,87 N=238 medidas). Los valores medios de la diferencia de las estimas de edad mediante primaria y ala en ambos sexos mostraron diferencias significativas (ANOVA $F_{1,239}=14,4$; $p=0,002$. En los machos la primaria proporcionó una estima de edad ligeramente superior a la del ala plegada (diferencia media 0,11 días, d.t=0,82 N=91 medidas). En las hembras, por el contrario, el valor medio de la estima de edad a partir de la 6ª primaria fué inferior al obtenido mediante el ala plegada (diferencia media=-0,31 días; d.t=0,85; N=150 medidas). No se obtuvo una variación significativa en la diferencia de la estima de edad mediante primaria y ala en relación con el orden de eclosión ANOVA $F_{4,223}=0,04$ $p=0,7$).

La gran similitud en las estimas obtenidas a partir de ambas variables permitiría utilizar indistintamente cualquiera de ellas para datar pollos de aguilucho cenizo para edades comprendidas entre 8 y 28 días. Dado que ambas variables son afectadas por el orden de eclosión, en este trabajo se ha preferido utilizar la longitud de la 6ª primaria como variable para estimar la edad, debido a que parece existir un menor efecto del factor sexo sobre el crecimiento de esta variable.

6.5 CRECIMIENTO EN PESO.

El peso es la variable biométrica para la que más diferencias existen entre ambos sexos. El valor de esta variable a la edad de vuelo, se ha mostrado en distintas especies de aves como indicativa de la condición física con la que los pollos afrontan el periodo de independencia de los adultos, y por tanto en cierta medida de sus posibilidades futuras de supervivencia (Perrins, 1965; Tinbergen y Boerlijst, 1990; Verhulst y Tinbergen, 1991).

En este apartado se estudia el crecimiento en peso, en base a los datos pertenecientes a 133 pollos, con un total de 884 medidas. Para 45 de estos pollos se determinó su edad con un error inferior a 1 día en base al peso al coincidir la primera entrada al nido con el periodo de eclosión. Para el resto de los pollos, la edad se estimó mediante la ecuación de regresión obtenida para la 6ª primaria. Los valores

medios de peso en función de la edad para cada sexo se representan en la figura 6.3. Los valores de peso para machos y hembras (figura 6.3), se ajustaron a una ecuación logística de la forma:

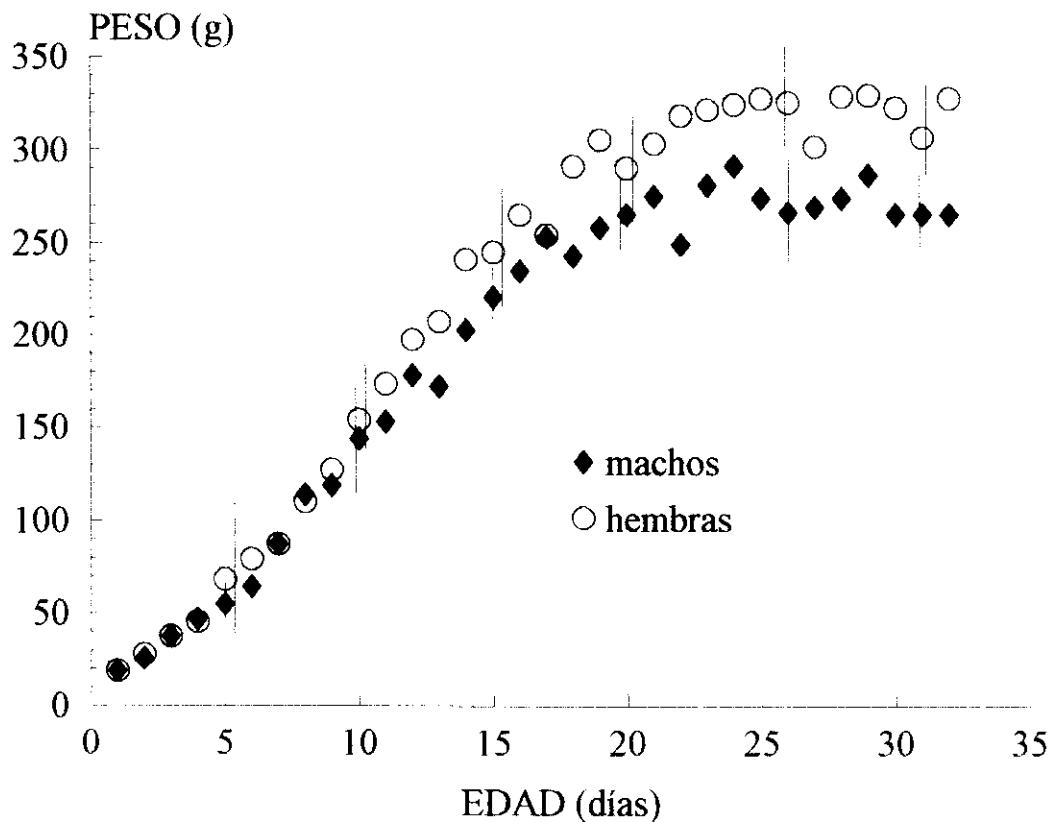
$$\text{Peso} = a / (1 + (b \times e^{-K \times (\text{EDAD} - t_m)}))$$

donde a es el valor de la asíntota en gramos, K es la tasa de crecimiento y t_m es la edad a la que se alcanza la mitad del valor de la asíntota. Los valores para cada sexo de estos coeficientes, estimados mediante regresión no lineal ajustada a la anterior ecuación, se indican en la tabla 6.3:

Tabla 6.3 Valores de la tasa de crecimiento en peso K y de la asíntota a obtenidos a partir de la ecuación de crecimiento ajustada a un modelo logístico. Entre paréntesis se indica el error standar de la estima.

	machos		hembras	
a	297	(3)	336	(3)
K	0,235	(0,01)	0,248	(0,007)

Figura 6.3 Crecimiento en peso en función de la edad (valores medios para cada sexo; las barras en determinadas edades indican ± 1 d.t.).



- Tasa de crecimiento en peso hasta la edad de 20 días.

Se ha estimado la tasa de crecimiento en peso para una edad inferior a 20 días en 133 pollos. Hasta esta edad, el crecimiento en peso es aproximadamente lineal, por lo que la pendiente de la recta obtenida mediante regresión lineal, se considera un estimador válido de este parámetro (Zach y Mayoh, 1982; Veiga e Hiraldo, 1990; Platteeuw et al, 1995).

Para 79 de estos pollos se dispuso de al menos 3 medidas de peso durante este periodo. En otros 54 pollos sólo se tomaron en este periodo 2 medidas de peso, careciendo del valor de su peso en la primera semana de edad (fase inicial del crecimiento). A estos pollos se les asignó el peso medio obtenido para pollos de edad conocida a la edad de 4 días (46 g). Para tan corta edad, la variación en el peso existente es muy reducida, por lo que se considera que el posible error cometido no afecta sensiblemente a la estima de la tasa de crecimiento.

Se realizaron ANOVAS de 1 factor para las siguientes variables, con objeto de valorar su posible efecto de la tasa de crecimiento en peso en la fase lineal de crecimiento (tabla 6.4). Para la variable *fenología* se consideraron 2 periodos, tempranos y tardíos (clases 1 y 2 respectivamente). La variable *edad en siega* se codificó en 3 clases de edad (inferior a 10 días, 10-20 días y superior a 20 días). Esta variable se ha considerado para analizar posibles efectos posteriores a la siega, derivados de un incremento previsible en las posibles molestias a los nidos que podrían influir en el crecimiento de los pollos. Para el análisis en relación al *tamaño de la pollada*, sólo se han considerado los 27 nidos para los que se determinó la tasa de crecimiento de todos sus pollos. El *número de visitas* a los nidos para toma de datos a los pollos en una edad inferior a 21 días osciló entre 1 y 5. Los valores medios para cada sexo según las variables *fenología*, *orden de eclosión* y *tamaño de pollada* se indican en la tabla 6.5.

Tabla 6.4 ANOVAS de 1 factor para el efecto de diversas variables independientes sobre la tasa de crecimiento en peso hasta una edad de 20 días.

FACTOR	F	p
<i>sexo</i>	$F_{1,134}: 16,6$	<0,001
<i>fenología</i>	$F_{1,131}: 2,8$	0,09
<i>Orden eclosión</i>	$F_{2,105}: 3,2$	0,01
<i>Tamaño pollada</i>	$F_{2,78}: 0,4$	0,8
<i>Nº visitas</i>	$F_{2,128}: 1,8$	0,1
<i>Edad en siega</i>	$F_{2,118}: 1,8$	0,4
<i>Año</i>	$F_{2,126}: 2,6$	0,02

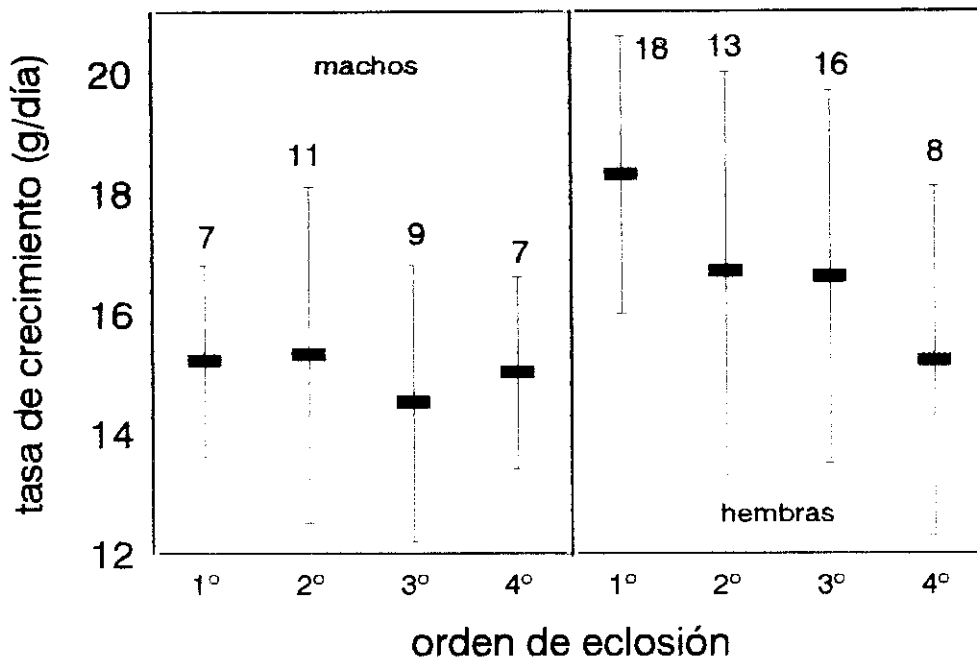
Tabla 6.5. Valores medios de la tasa de crecimiento hasta la edad de 20 días para cada sexo en función del orden de eclosión, fenología y tamaño de pollada. N: número de individuos.

	MACHOS			HEMRAS		
	X	+ d.t	N	X	+ d.t	N
TOTAL	14,91	+ 2,07	44	17,0	+ 2,96	62
<u>ORDEN</u>						
primeros	15,2	+ 1,64	7	18,3	+ 2,35	18
segundos	15,3	+ 2,83	11	16,7	+ 3,32	13
terceros	14,5	+ 2,32	9	16,6	+ 3,15	16
cuartos	15,0	+ 1,62	7	15,2	+ 2,95	8
quintos	13,6	+ 1,20	2	-	-	-
Total			36			55
<u>FENOLOGIA</u>						
tempranos	14,8	+ 1,98	26	17,0	+ 2,97	44
tardíos	15,0	+ 2,25	18	16,9	+ 3,03	18
<u>TAMAÑO DE POLLADA</u>						
2	14,9	+ 2,49	4	16,7	+ 2,00	4
3	14,2	+ 2,11	8	17,7	+ 3,80	20
4	15,8	+ 2,19	12	16,9	+ 2,57	22
5	15,0	+ 1,55	7	17,8	+ 1,12	3

Únicamente para las variables sexo, orden de eclosión y año se obtuvo una variación significativa de la tasa de crecimiento en peso. En el ANOVA de 2 factores para las variables sexo y año, tan sólo la primera de ellas tuvo un efecto significativo, ($F_{\text{sexo}}=4,1$ $p=0,04$; $F_{\text{año}}=1,27$ $p=0,2$; $F_{\text{sexo-año}}=1,4$ $p=0,2$), lo que indicaría que las diferencias interanuales obtenidas en el ANOVA de 1 factor podrían deberse a diferencias interanuales en las frecuencias de individuos de ambos sexos. En el ANOVA de 3 factores para las variables sexo, fenología y orden de eclosión, tan sólo el sexo tuvo un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento en la fase lineal ($F_{\text{sexo}}=5,1$ $p=0,02$; $F_{\text{fenología}}=0,04$ $p=0,8$; $F_{\text{orden}}=0,8$ $p=0,4$; $F_{\text{sexo-fenología}}=0,1$ $p=0,6$; $F_{\text{sexo-orden}}=0,7$ $p=0,5$; $F_{\text{fenología-orden}}=0,04$ $p=0,9$; $F_{\text{sexo-fenología-orden}}=0,1$ $p=0,9$). Aunque no se obtuvo un efecto significativo del orden de eclosión sobre la tasa de

crecimiento en peso, se observa una tendencia a que en las hembras disminuya su valor con el orden de eclosión (fig. 6.4).

Figura 6.4 Interacción sexo-orden en la pollada sobre la tasa de crecimiento en peso estimada.



- Peso estimado de vuelo.

Se ha analizado la posible variación en el peso de los pollos completamente crecidos (edad superior a 25 días), en relación con diversos factores. Se realizaron ANOVAS de un factor para valorar su posible efecto sobre el peso en edad de vuelo (tabla 6.6).

Tabla 6.6 ANOVAS de 1 factor para el peso estimado de vuelo en relación con las siguientes variables:

FACTOR	F	p
<i>sexo</i>	$F_{1,128}: 104,2$	$<0,001$
<i>fenología</i>	$F_{1,130}: 10,1$	$0,001$
<i>orden eclos.</i>	$F_{4,91}: 1,3$	$0,2$
<i>tamaño pollada</i>	$F_{4,58}: 1,0$	$0,3$
<i>n° visitas</i>	$F_{4,90}: 0,2$	$0,8$
<i>edad en siega</i>	$F_{3,124}: 1,5$	$0,2$

Los valores medios de peso en edad de vuelo para ambos sexos fueron los siguientes [media \pm d.t (N)]: machos: $271 \pm 22,9$ (55) hembras: $323 \pm 31,7$ (75).

Se realizó un ANOVA de 3 factores para valorar posibles efectos conjuntos de las variables *sexo*, *fenología* y *orden de eclosión*. Sólo el sexo mantuvo un efecto significativo, ($F_{\text{sexo}}=27,8$ $p<0,001$), aunque el efecto de la *fenología* se aproximó al nivel de significación ($F_{\text{fenología}}=2,8$ $p=0,09$) y se obtuvo un efecto significativo de la interacción *sexo-orden de eclosión* ($F_{\text{interaccion}}=2,6$ $p=0,05$). Aún sin llegar a ser significativo en este ANOVA el efecto de las variables *fenología* y *orden en la pollada*, se observa una tendencia a un menor peso de vuelo de ambos sexos en nidos tardíos, y a decrecer con el orden de eclosión en las hembras (figuras 6.5 y 6.6).

Figura 6.5 Valores medios de peso (\pm d.t) para cada sexo en relación a la fenología (tempranos: eclosión anterior a 29 mayo; tardíos: eclosión igual o posterior a esa fecha).

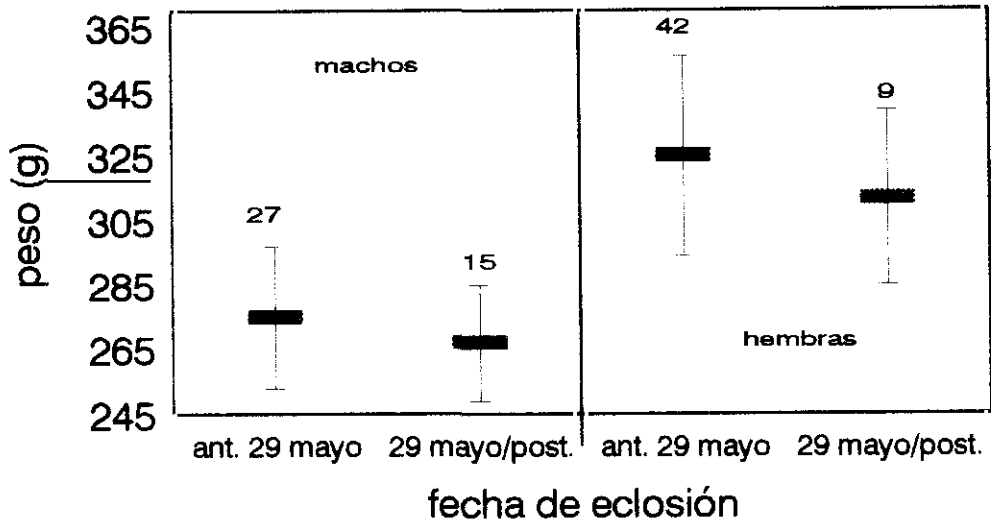
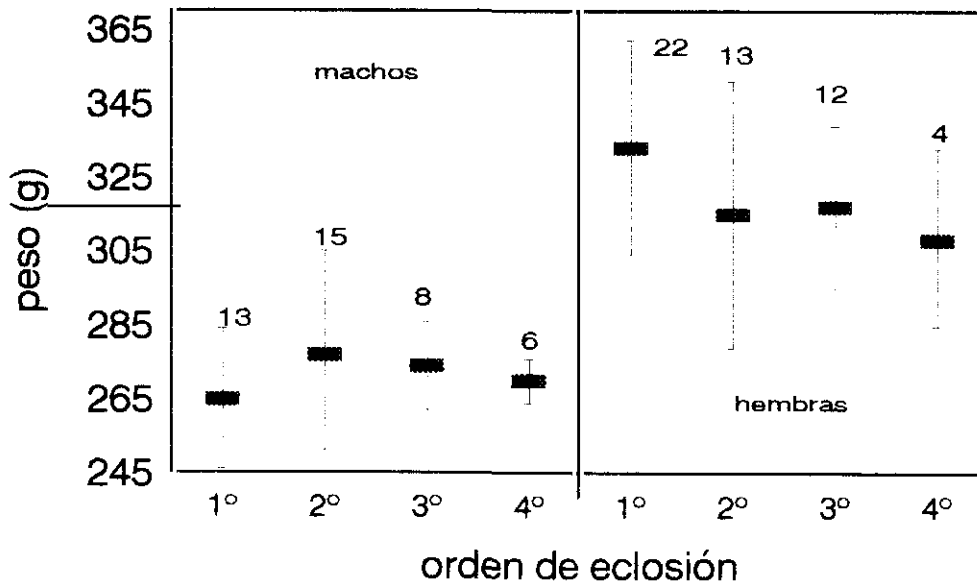


Figura 6.6 Valores medios de peso (\pm d.t) para cada sexo en relación al orden de eclosión.



Podemos observar que en las hembras, el peso estimado de vuelo tiende disminuir con el orden de eclosión, mientras que en los machos apenas varía. Al considerar únicamente los órdenes 1° y 2° en relación a la secuencia de eclosión según la composición en sexos ($\sigma\sigma$ $\sigma\text{♀}$ $\text{♀}\sigma$ $\text{♀}\text{♀}$; tabla 6.7), los valores medios de peso en edad de vuelo en las hembras entre las 3 combinaciones mostraron diferencias significativas (ANOVA $F_{1,15}=11,0$ $p<0,001$). Si consideramos solamente a las hembras en secuencias mixtas, las diferencias fueron también significativas ($F_{1,6}=11,9$ $p=0,01$). En los machos, al considerar sólo las secuencias mixtas, las diferencias en los valores medios se aproximaron al nivel de significación ($F_{1,6}=4,3$ $p=0,08$). Al considerar las 3 secuencias conjuntamente, las diferencias no fueron significativas ($F_{2,15}=2,2$ $p=0,1$).

Tabla 6.7. Peso en edad de vuelo según la secuencia de eclosión para los órdenes 1° y 2°. (media \pm d.t en cada sexo, N).

<u>secuencia</u>	<u>machos</u>		<u>hembras</u>	
$\sigma \sigma$	269	$\pm 23,9$ 10	-	
$\sigma \text{♀}$	263	$\pm 25,9$ 4	267	$\pm 49,4$ 4
$\text{♀} \sigma$	294	$\pm 14,5$ 4	363	$\pm 26,2$ 4
$\text{♀} \text{♀}$	-		340	$\pm 26,2$ 12

En polladas mixtas $\sigma \text{♀}$, el peso en vuelo de ambos sexos fué menor que el de polladas $\text{♀} \sigma$. Este resultado podría ser consecuencia de una mayor competencia en polladas $\sigma \text{♀}$, en las que la jerarquía debida al orden de eclosión estaría menos definida, debido a la mayor tasa de crecimiento de las hembras. En las polladas $\text{♀} \sigma$, la previsible jerarquía derivada de la asincronía sería quizás más estable, y limitaría posibles conflictos entre pollos de ambos sexos, por lo que los valores de peso en edad de vuelo serían superiores.

Un mayor tamaño corporal conlleva en general unos mayores requerimientos energéticos (Fiala y Congdon, 1983; Slagsvold y Roskaft,

1986), por lo que en estas circunstancias, una posible secuencia de puesta o eclosión sexo dependiente en la que las hembras nacieran primero, podría tener un valor adaptativo. Si un mayor peso en el momento del vuelo conllevara una mayor posibilidad de supervivencia en la fase posterior de independencia, para las hembras, sería ventajoso el nacer en primer lugar. En otros órdenes dentro de la pollada, la tasa de crecimiento de las hembras parece ser menor, al igual que el valor de su peso estimado de vuelo. En el caso de los machos, el nacer en primer lugar podría ser desventajoso si el segundo y/o tercer pollo es una hembra, ya que podría encontrarse en una situación de inferioridad competitiva ante posibles situaciones de inversión de jerarquías, debido al mayor tamaño y tasa de crecimiento en peso de las hembras. Las hembras de aguilucho nacidas en primer lugar se beneficiarían de un mayor acceso al alimento derivado de su puesto predominante en la jerarquía de la pollada, como consecuencia de la asincronía de eclosión, maximizando su tasa de crecimiento y alcanzando una mejor condición en el momento del vuelo. En los machos, sus posibles menores requerimientos energéticos para crecimiento reducirían la posible desventaja competitiva que conllevaría el que una hembra les precediese en el orden de jerarquía derivado de la asincronía de eclosión. Esta posibilidad de una secuencia de eclosión sexo dependiente se ha sugerido en *Haliaetus leucocephalus*, especie en la que la secuencia predominante de eclosión en polladas mixtas es hembra-macho, teniendo la secuencia macho-hembra una alta probabilidad de reducción en la pollada (Bortolotti, 1986, pero ver Drummond et al., 1991).

- Relación entre peso estimado de vuelo, tasa de crecimiento en peso, tamaño de pollada y asincronía.

Se obtuvo una correlación positiva entre la tasa de crecimiento en peso en la fase lineal y el peso estimado de vuelo ($r=0,52$ $p<0,001$ $N=95$). Debido a que ambas variables muestran diferencias intersexos significativas, este análisis de correlación se hizo también para cada sexo por separado, obteniéndose una correlación significativa en ambos casos (machos $r= 0,34$ $p=0,03$ $N=39$; hembras $r= 0,41$ $p=0,003$ $N=46$).

No se obtuvo correlación entre la tasa de crecimiento media en peso para cada nido y el tamaño final de pollada ($r_s=0,07$ $p=0,7$ $N=27$ nidos) o el grado de asincronía estimado a partir del periodo de eclosión ($r_s=0,17$ $p=0,3$ $N=24$), por lo que ninguna de estas 2 variables parece influir sobre la tasa de crecimiento.

6.6 CRECIMIENTO DEL TARSO.

El patrón de crecimiento del tarso se ajusta también a una curva de tipo sigmoide. Esta curva se ajustó a una ecuación de tipo logístico, cuyos parámetros estimados mediante regresión no lineal se indican en la tabla 6.8.

Tabla 6.8. Parámetros estimados a través de la ecuación de regresión logística para el crecimiento del tarso en ambos sexos. Entre paréntesis se indica en error standar.

	machos	hembras
asíntota	58,9 (0,61)	62,6 (0,64)
K	0,254 (0,016)	0,191 (0,009)

El superior valor de K obtenido en los machos parece ser indicativo de una mayor precocidad de este sexo en el desarrollo de esta estructura necesaria para la locomoción, que alcanzaría los valores finales de crecimiento para esta variable a una edad más temprana.

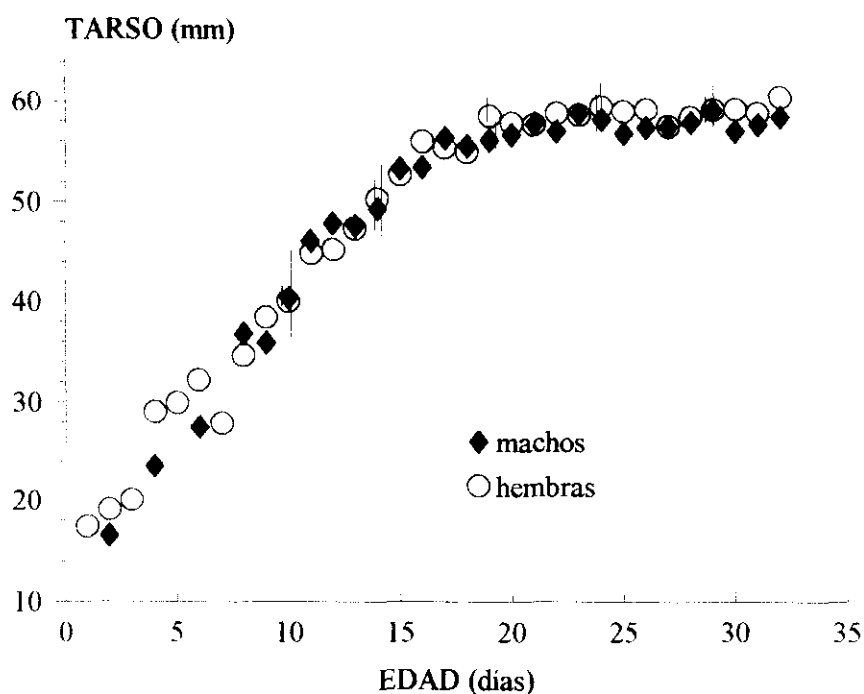
Mediante análisis de regresión simple se estimó la tasa de crecimiento de esta variable en la fase aproximadamente lineal (edad inferior a 17 días) para el conjunto de medidas de todos los pollos. El crecimiento del tarso en esta fase para el conjunto de los valores es descrito por la siguiente ecuación:

$$\text{LONGITUD TARSO (mm)} = 14,246 + 2,583 \times \text{EDAD (días)}$$

$$r = 0,96 \quad N = 107$$

En la figura 6.7 se representan los valores medios de esta variable para cada sexo en función de la edad.

Figura 6.7 Valores medios de crecimiento de tarso para ambos sexos.



Para esta variable no se dispuso de un número suficiente de medidas de crecimiento para estimar la tasa de crecimiento en la fase lineal en cada pollo. Por ello, se realizó un análisis de regresión múltiple incluyendo como variables independientes además de la edad, el sexo y el orden dentro de la pollada. Los valores de significación para los coeficientes correspondientes a las variables *sexo* y *orden de eclosion* no fueron estadísticamente significativos. Los parámetros de regresión obtenidos se indican en la tabla 6.9.

Tabla 6.9 Coeficientes de regresión múltiple para el crecimiento del tarso durante la fase lineal para las siguientes variables:

variable	coeficiente	t	p
cte	15,714	7,44	<0,001
edad	2,550	29,7	<0,001
sexo	0,09	0,12	0,8
orden	-0,46	-1,39	0,1

- Longitud del tarso a la edad de vuelo.

Las variables peso y tarso pueden, en general, considerarse representativas del tamaño corporal (Fiala y Congdon, 1983; Bortolotti, 1986; Slagsvold y Roskaft, 1986; Drummond y Osorno, 1991; pero ver Freeman y Jackson, 1990). Ambas variables están altamente correlacionadas en cada uno de los sexos ($r_s = 0,481$ $p < 0,001$ $N = 58$; $r_s = 0,572$ $p < 0,001$ $N = 82$). Sin embargo, la longitud del tarso en pollos completamente crecidos (edad >25 días), presenta una ventaja respecto al peso como estimador de tamaño, ya que una vez completado su crecimiento no sufre variación. El peso en edad de vuelo puede sufrir mayores cambios en función de variaciones en la disponibilidad de alimento, migración, etc. (Dijkstra et al., 1988). En la discusión posterior, se considera a la longitud del tarso como indicadora del tamaño corporal del individuo. Esta variable no mostró diferencias interanuales significativas, por lo que en los siguientes análisis se han combinado los valores correspondientes a los diferentes años.

Se realizaron ANOVAS de un factor para valorar posibles efectos de las distintas variables sobre la longitud del tarso en edad de vuelo (tabla 6.10).

Tabla 6.10 ANOVAS de 1 factor para la longitud final del tarso en relación con las siguientes variables:

FACTOR	F	p
<i>sexo</i>	F _{1,128} : 10,9	0,001
<i>fenología</i>	F _{1,130} : 5,6	0,01
<i>orden eclos.</i>	F _{3,90} : 1,5	0,1
<i>tamaño pollada</i>	F _{3,57} : 3,1	0,03
<i>nº visitas</i>	F _{4,75} : 0,6	0,6
<i>edad en siega</i>	F _{3,124} : 4,3	0,005

Los valores medios \pm d.t (N) para cada sexo fueron los siguientes: machos: 57,6 \pm 2,27 (58); hembras: 58,9 \pm 2,26 (82).

Se realizaron ANOVAS bifactoriales para valorar posibles efectos de los factores *sexo* junto a *número de pollos en vuelo*, *fenología* y *edad en siega* sobre la longitud final del tarso (tabla 6.11). Los valores medios de tarso para cada sexo en relación a estas variables se indican en las figuras 6.8 a figura 6.11).

Tabla 6.11: ANOVAS bifactoriales para la longitud del tarso en edad de vuelo en relación a las variables *sexo*, *tamaño de pollada en vuelo*, *edad en fecha de siega* y *fenología*.

Factor	g.l	F	p
<i>sexo</i>	1	9,4	0,003
<i>número pollos</i>	4	2,9	0,03
<i>interacción</i>	4	0,5	0,6
<i>sexo</i>	1	8,2	0,004
<i>edad en siega</i>	3	2,7	0,04
<i>interacción</i>	3	0,3	0,7
<i>sexo</i>	1	6,8	0,009
<i>fenología</i>	1	1,3	0,2
<i>interacción</i>	1	0,1	0,7
<i>sexo</i>	1	6,3	0,01
<i>orden eclosión</i>	3	1,0	0,3
<i>interacción</i>	3	0,8	0,4

Figura 6.8 Valores medios (\pm d.t) de longitud de tarso en relación al número de pollos en vuelo. Los valores en la gráfica indican el número de pollos en cada caso.

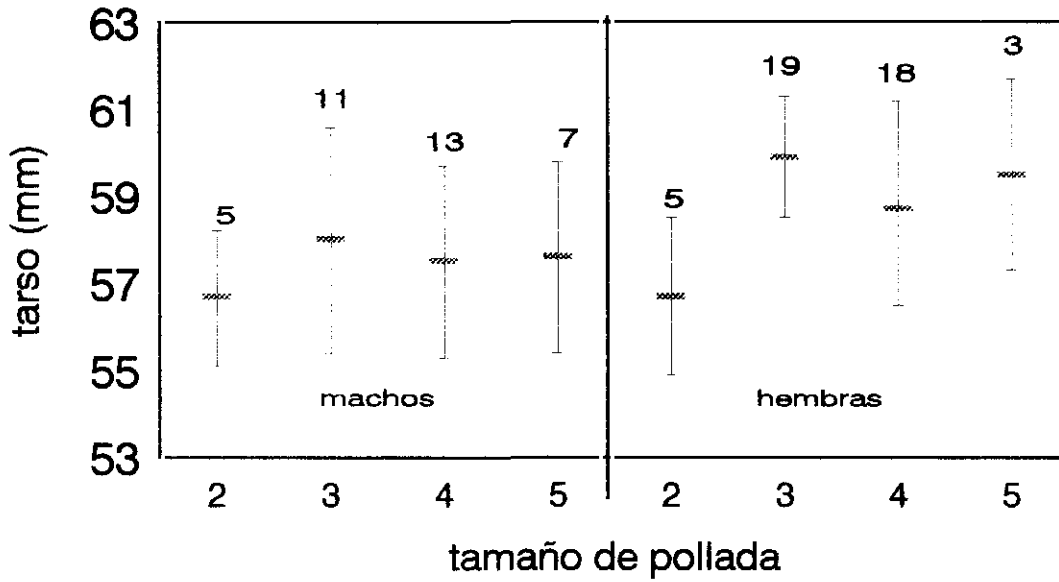


Figura 6.9 Valores medios de longitud de tarso (\pm d.t) en relación a la edad en fecha de siega.

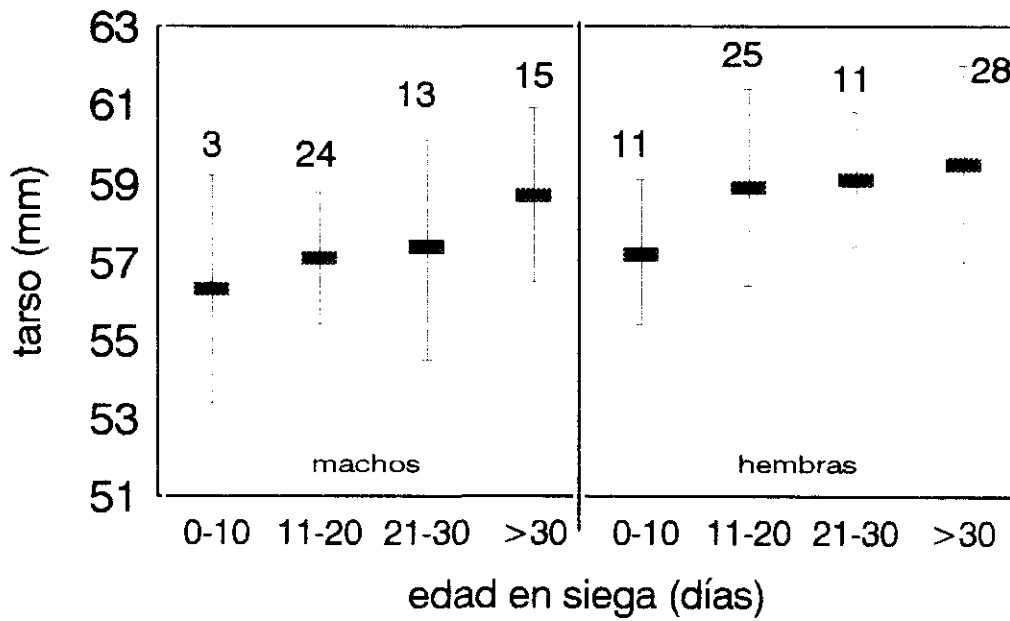


Figura 6.10 Valores medios (\pm d.t) de longitud de tarso en relación a la fenología.

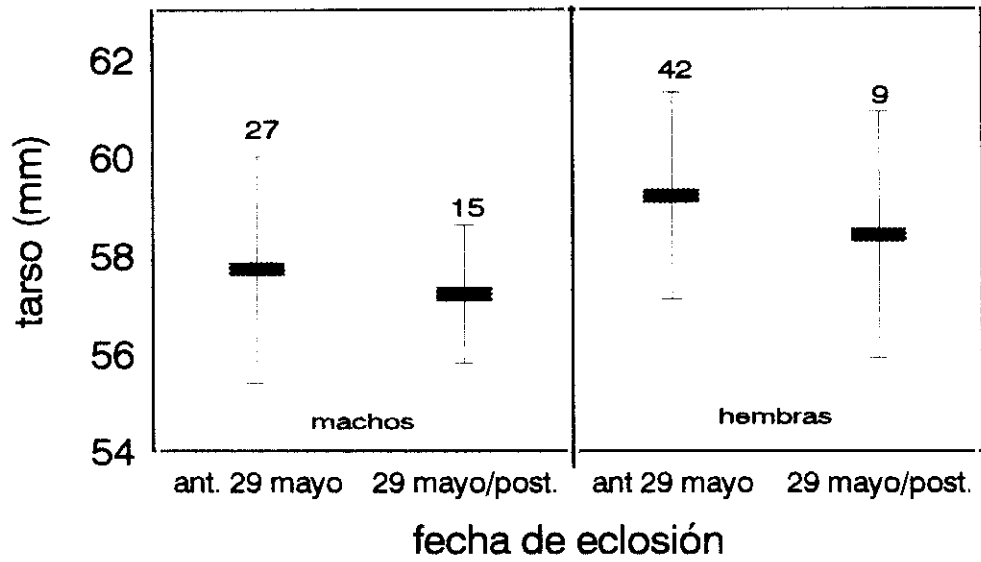
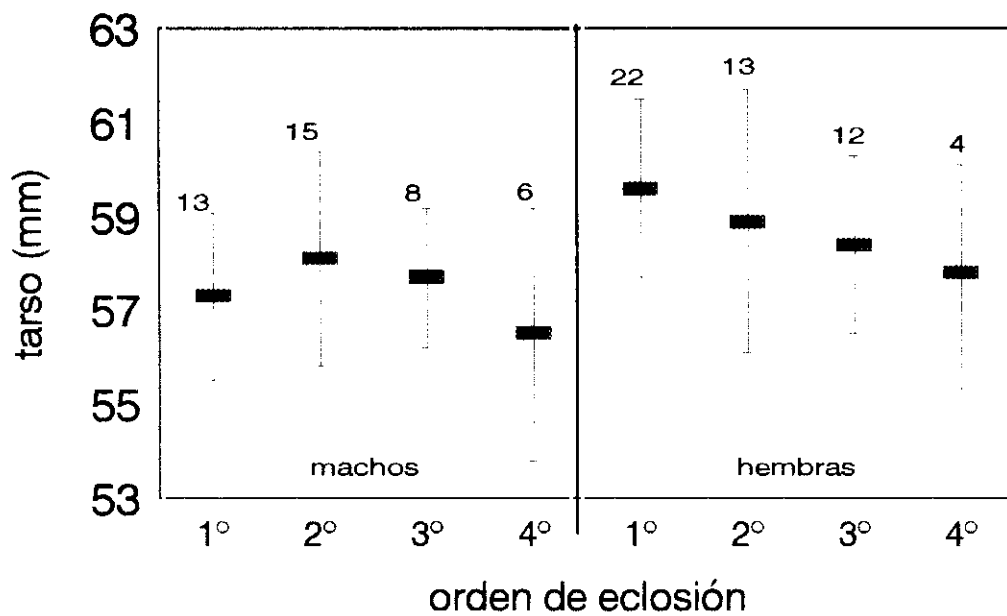


Figura 6.11 Valores medios (\pm d.t) de longitud de tarso en relación al orden de eclosión.



Se observa una cierta disminución de la longitud del tarso en pollos completamente crecidos (sin llegar a ser estadísticamente significativa) en relación con la fenología, lo que parece indicar que los pollos de nidos tardíos tendrían un menor tamaño corporal. En relación con el orden de eclosión, la disminución de la longitud final del tarso es más marcada en las hembras, especialmente para los terceros y cuartos pollos. Este patrón en relación al orden de eclosión se ha observado también para el peso, por lo que podemos suponer que en terceros y cuartos pollos hembra el tamaño corporal es menor, y quizás posean una peor condición física al abandonar el nido. En el caso de los machos, también se produce una disminución en ambas variables en relación al orden de eclosión, aunque menos marcada que en las hembras. Los machos nacidos en segundo lugar tienen una longitud de tarso (y también un peso de vuelo) superior al de los primeros.

En diversas aves se ha asociado un mayor peso al final del crecimiento con una mayor capacidad de supervivencia posterior (Nur, 1984; pero ver Harris y Rothery, 1985; Slagsvold et al, 1995). Por otra parte, los requerimientos energéticos son menores en los individuos de menor peso (Fiala y Congdon, 1983). Podría producirse, por tanto, un trade-off en relación con el tamaño corporal, que quizás afectara de forma diferente a ambos sexos. Un menor peso (asimilado aquí a tamaño corporal) podría implicar unos menores requerimientos energéticos, lo que sería ventajoso en periodos de escasez de alimento, pero a la vez, un menor peso de vuelo podría conllevar unas menores probabilidades de supervivencia tras el final del cuidado parental. La probabilidad futura de llegar a formar parte de la población reproductora de individuos nacidos en nidos tempranos o tardíos, y en los diferentes órdenes dentro de la pollada, dependería entre otros factores, de en qué medida los requerimientos energéticos (dependientes del tamaño) y reservas para afrontar situaciones de escasez (posiblemente dependientes de su peso) influyan sobre la supervivencia de los pollos.

El tamaño corporal, además de afectar a la supervivencia, podría influir sobre la capacidad de reproducción de los individuos. Diversos autores han asociado en las rapaces el menor tamaño corporal en los

machos con respecto a la hembras, con una mayor agilidad en el vuelo. (Newton, 1979). Esta relación podría implicar diferencias en el éxito reproductivo de los individuos relacionadas con su tamaño corporal. Así por ejemplo, se ha observado una relación entre el grado de agilidad de los machos (a través del número de displays en vuelos de cortejo), con la frecuencia de poliginia y el éxito reproductivo (Simmons, 1988). De otra parte, Andersson y Wiklund, (1987) sugieren que la mayor intervención de los machos en la defensa ante depredadores descrita en *Buteo lagopus*, podría deberse a una mayor agilidad que les permitiría hostigar a posibles depredadores con menor riesgo.

La similar tasa de crecimiento de la *primaria* en ambos sexos, y el menor valor final en los machos, podría implicar una mayor precocidad de este sexo en el desarrollo en las estructuras de vuelo. La energía ingerida podría ser distribuida preferentemente hacia crecimiento de pluma, una vez que en este sexo se ha completado la ganancia de peso. Esto permitiría a los machos en la fase final del crecimiento, disminuir su posible desventaja competitiva frente a las hembras en el acceso al alimento, originada por su menor tamaño y por la secuencia de nacimiento sexo dependiente observada (capítulo 7). Durante la estancia de los pollos en el nido, cuando su edad es superior a 15 días, con frecuencia encontramos a los pollos separados entre sí en las inmediaciones del nido. En algunos casos, esto pudiera deberse a un comportamiento de huida ante nuestra entrada, ya que en esta fase la hembra suele estar fuera del nido y alerta de nuestra aproximación con sus voces de alarma. No obstante, esta separación de los pollos pudiera también servir para evitar conflictos entre los miembros de la pollada, quizás derivada de una competencia desigual debida a jerarquías intrapollada, e influir en el acceso de los mismos al alimento aportado por la hembra.

En otras rapaces, se han obtenido diferentes resultados respecto a las tasas de crecimiento intersexos. Una relativa precocidad de los machos (sexo de menor tamaño) se ha descrito en *Accipiter nissus* (Newton, 1979) *Falco columbarius* (Picozzi, 1983) *Accipiter gentilis* (Mañosa, 1991). En *Pandion haliaetus* no se observaron diferencias

intersexuales en los parámetros de crecimiento, a pesar de las diferencias en los valores de sus asíntotas (Schaadt y Bird, 1993). Los resultados obtenidos en esta población de aguilucho cenizo, parecen indicar diferencias en el crecimiento entre ambos sexos, en relación a la fenología de los nidos y al orden de eclosión. Estas diferencias podrían influir en la condición física con la que los pollos abandonan el nido e inician su independencia, y por tanto en la mortalidad post-vuelo. No obstante, la reducida tasa de recuperaciones de individuos anillados o marcados impide evaluar posibles efectos de estas variables sobre sobre la mortalidad tras el proceso de dispersión e independencia.

CAPÍTULO 7. SEX RATIO.

En las aves el sexo de los individuos está determinado genéticamente, siendo la hembra el sexo heterogamético. La proporción en la descendencia de ambos sexos en la mayoría de las especies tiende a equilibrarse, como consecuencia de la selección natural (Fisher, 1930). En términos generales, cabe esperar por tanto, que dicha proporción sea 1:1.

Múltiples estudios han centrado su atención en la determinación de la sex ratio en diversas especies de aves (Howe, 1977; Newton y Marquiss, 1979; Fiala, 1981; Ankney, 1982; Ryder, 1983; Richter, 1983; Blank y Nolan, 1983; Bortolotti, 1986; Clutton Brock, 1986; Swenson, 1986; Leblanc, 1987; Edwards y Collopy, 1988; Arnold, 1989; Ligon y Ligon, 1990; Slagsvold et al. 1992; Wiebe y Bortolotti, 1992; Zijlstra et al, 1992; Negro e Hiraldo, 1993). Algunos de estos estudios no han observado desviaciones de la proporción de sexos 1:1. En otros, se ha obtenido un sesgo a favor de uno de los sexos.

La posible variación en la sex ratio respecto a la proporción 1:1 en las aves, puede producirse ya antes de la eclosión de los huevos, en relación con el orden de puesta y eclosión (Ankney, 1982; Ryder, 1983; Bednarz y Hayden, 1991) o durante la fase de crecimiento e independencia de los pollos por mortalidad diferencial en ambos sexos (Howe, 1976,1979; Balfour y Cadbury, 1979; Fiala y Congdon, 1983; Swenson, 1986). Otros factores como la edad de la hembra (Blank y Nolan, 1983), la competencia entre hermanos (Bortolotti, 1986) y la fenología de puesta pueden influir sobre la sex ratio de la descendencia (Dijkstra et al, 1990; Olsen y Cockburn, 1991; Wiebe y Bortolotti, 1992).

7.1 DIMORFISMO SEXUAL EN TAMAÑO Y SEX RATIO.

Un aspecto importante a considerar en relación con la sex ratio de la descendencia, es el tamaño corporal de los individuos de cada sexo. En especies en las que son similares en tamaño, podemos suponer

que los costes de crianza para los adultos no difieran en función del sexo de los pollos. En aves con dimorfismo sexual en tamaño, los costes reproductivos derivados de la crianza de los pollos de cada sexo pueden ser diferentes, debido a que el de superior tamaño requiere una mayor inversión parental en términos de alimento necesario para su crecimiento (Fiala y Congdon, 1983; Roskaft y Slagsvold, 1985; Slagsvold et al, 1986; Teather y Weatherhead, 1989). Para el mantenimiento de las especies a largo plazo, la selección natural debería favorecer una inversión parental equilibrada entre ambos sexos (Fisher, 1930). En estas condiciones, en especies sexualmente dimórficas en tamaño, podría producirse un sesgo en la sex ratio a favor del sexo cuya crianza fuese menos costosa para los padres, en general las hembras al ser de menor tamaño (Fisher, 1930). Cabe esperar que este sesgo fuese tanto más pronunciado cuanto mayor sea el grado de dimorfismo entre los sexos.

En las rapaces, el patrón general de dimorfismo sexual en tamaño es el opuesto al de otros grupos de aves. Se produce la denominada "inversión del dimorfismo sexual en tamaño", (RSD) es decir, las hembras suelen ser mayores que los machos. No obstante, existe gran variación en este aspecto entre las distintas especies de Falconiformes y Strigiformes. Esta inversión en el dimorfismo y el grado en que se produce parece estar relacionada con el estilo de vida de las rapaces, en particular con el tipo de dieta (Newton, 1979). El mayor grado de dimorfismo sexual se produce en especies que se alimentan de presas más ágiles, como las aves. Este patrón se produce dentro de un mismo género, con casos extremos en los géneros *Falco* y *Accipiter*. De otra parte, las rapaces carroñeras muestran escaso o ningún dimorfismo entre los sexos (Newton, 1979).

Cabe preguntarse cual es la causa de que las hembras sean en general de mayor tamaño que los machos. Se han propuesto diversas hipótesis para explicar este hecho, aunque ninguna de ellas parece aplicarse al conjunto de las especies, ya que sólo son plausibles en especies muy dimórficas en las que existen claras diferencias en la dieta entre ambos sexos. Diversos autores han analizado las distintas

hipótesis sobre las causas que han conducido a esta inversión en el dimorfismo (Pleasants y Pleasants, 1988; Mueller, 1989; Mueller y Meyer, 1985; Shine, 1989), en relación a la selección hacia un mayor tamaño de las hembras o un menor tamaño de los machos, aunque ninguna de ellas parece haber obtenido evidencias suficientes para explicar satisfactoriamente este hecho. Podemos citar como las más importantes:

- *reducción de competencia por las presas entre ambos sexos*. Esto implicaría que ambos sexos seleccionarían preferentemente presas diferentes (distintas especies o clases de edad) permitiendo abarcar un espectro trófico más amplio y reducir así la posible competencia por este recurso. No obstante, esta separación de nichos tróficos se podría producir igualmente sin inversión del dimorfismo entre ambos sexos.
- *mayor agilidad del macho* en relación con una mayor abundancia de presas pequeñas, más fácilmente capturables por los machos, favoreciendo el aporte a la hembra y a los pollos durante la incubación y primeras etapas del crecimiento de los pollos.
- *dominancia de la hembra* en posibles conflictos intra e intersexuales.

Los diversos estudios realizados sobre sex ratio en aves rapaces aportan resultados muy diversos al respecto. Algunos estudios no detectan desviaciones globales de la proporción 1:1 entre ambos sexos en los pollos. (Newton y Marquiss, 1979; Clutton Brock, 1985; Dijkstra, 1990; González, 1991; Negro e Hiraldo, 1992). En otros casos se han encontrado desviaciones significativas de la unidad, con sesgos a favor de uno de los sexos, ya sea a nivel global o en relación con el orden de la pollada o la fenología de reproducción (Balfour y Cadbury, 1979; Picozzi, 1983; Bortolotti, 1986; Dijkstra, 1990; Bednarz y Hayden, 1991; Olsen y Cockburn, 1991; Wiebe y Bortolotti, 1992).

Se han propuesto diversas hipótesis para explicar las proporciones de sexos observadas en las aves, entre las que podemos

citar las siguientes:

- *Equilibrio en la inversión parental en ambos sexos* (Fisher, 1930). Establece que, en especies con reproducción sexual, la selección natural favorecería una inversión parental igual para la descendencia de cada sexo. En especies sexualmente dimórficas en tamaño, predice que debería producirse un sesgo a favor del sexo de menor tamaño.
- *Reducción de la competencia por recursos locales* (Clark, 1978). Establece que los adultos deberían invertir más en la descendencia del sexo con el que compiten menos. Debido al diferente grado de filopatría en ambos sexos existente en distintas especies, los padres competirían más con el sexo de mayor tendencia filopátrica y por tanto invertirían más en el sexo con una mayor tendencia dispersiva.
- *Variación en función de condición física de los adultos y recursos del medio* (Trivers y Willard (1973). Según esta hipótesis, bajo ciertas condiciones ambientales, los adultos ajustarían la sex ratio favoreciendo al sexo con un mayor valor reproductivo futuro. Ambos sexos diferirían en su varianza respecto al éxito reproductivo, y su condición física en etapas tempranas de su vida afectaría a su futura productividad. En situaciones de abundancia de recursos, los adultos "invertirían" en producir individuos de alta calidad del sexo con un mayor potencial reproductivo futuro.
- *Antagonismo en las presiones selectivas sobre ambos sexos* (Burley, 1981). Según esta hipótesis y sobre la base de cierta heredabilidad y de presiones selectivas opuestas para el tamaño corporal en cada sexo, las hembras de tamaño "grande" tenderían a producir hijas de gran tamaño y "alta calidad" e hijos de "gran tamaño" y "baja calidad". Lo contrario sucedería para hembras de tamaño "pequeño", que tenderían a producir machos "pequeños" de "alta calidad" y hembras "pequeñas" de

"baja calidad".

- *Patrones de crecimiento diferentes en ambos sexos* (Richter, 1983). Establece que el equilibrio en la sex ratio en especies sexualmente dimórficas se alcanzaría gracias a diferencias entre sexos en el ritmo de crecimiento de estructuras de vuelo y en la relativamente más temprana adquisición de los valores de los adultos. Esto reduciría las diferencias en requerimientos energéticos entre sexos que cabría esperar sobre la base de su peso corporal.

En este capítulo describimos los resultados obtenidos para la sex ratio en la descendencia en la población estudiada, y se discute la posible adecuación de estos resultados a las hipótesis previamente enunciadas, en relación con el grado de dimorfismo sexual y con otros aspectos descritos en el capítulo sobre crecimiento.

7.2 SEX RATIO EN LA POBLACION ESTUDIADA.

En los adultos de esta población se ha observado un sesgo aparente hacia las hembras en algunos núcleos de cría y en determinados años, con una proporción machos/nidos 0.6:1. Entre las posibles causas de esta aparente desproporción entre los adultos, podríamos considerar la existencia de un sesgo real hacia las hembras (producido antes o tras abandonar el nido), o por una más temprana incorporación de las hembras a la población reproductora. La determinación de la sex ratio en los pollos de esta población reviste, por tanto, un especial interés, ya que una desviación significativa en la misma podría contribuir a explicar el sesgo observado en los adultos. Esta posible desviación de la sex ratio en los pollos, podría producirse ya antes de que los pollos naciesen, o bien durante las fases de crecimiento o el periodo de independencia, a través de una mortalidad diferencial. En este estudio se ha intentado determinar si existe un sesgo en la proporción de sexos entre los pollos nacidos en esta población hasta completar su crecimiento y, de producirse, las posibles causas del mismo.

La información disponible no permite conocer la sex ratio primaria (en eclosión), debido a que no ha sido posible determinar el sexo de los huevos no eclosionados o de los pollos muertos en etapas iniciales del crecimiento. Por tanto, los resultados obtenidos sobre este aspecto corresponden a la denominada sex ratio secundaria, pollos casi completamente crecidos, próximos a la edad de vuelo.

- Sexado de los pollos.

El sexado de los pollos se ha realizado desde 1991 en base al color del iris (99 pollos), siendo este carácter fácilmente distinguible cuando los pollos tienen una edad superior a 20 días. En los años precedentes no se observó esta variable, por lo que el sexado de los 73 pollos correspondientes a 1989 y 1990 se ha realizado mediante una función discriminante obtenida a partir de los datos biométricos de 37 pollos en edad de vuelo en los años 1991-1992, cuyo sexo se determinó mediante el criterio del color del iris.

El análisis discriminante por pasos proporcionó una función lineal que clasificó correctamente al 86,6 % de los pollos sexados por el color del iris (88% de los machos y 84 % de las hembras). Las variables incluidas en la función discriminante fueron el peso, la longitud del tarso y la longitud del culmen. Los coeficientes para estas variables y los estadísticos correspondientes a la función se indican a continuación.

$$\text{SEXO} = -9,847 + (0,037 \times \text{PESO}) + (1,009 \times \text{CULMEN}) - (0,266 \times \text{TARSO})$$

Grupos centroides: machos - 0,978
 hembras 0,927

Eigenvalue: 0,959
Correlación canónica: 0,69
Wilks Lambda: 0,510
Chi cuadrado: 22,5 g.l=3 p<0,0001

Se aplicó esta función discriminante a los datos biométricos obtenidos para los pollos de edad igual o superior a 25 días en los años 1989 y 1990. La clasificación obtenida está sujeta a un cierto error que pudiera afectar al valor de sex ratio obtenido. Este error podría incrementarse si los valores finales de crecimiento sufrieran grandes variaciones interanuales de forma diferencial en ambos sexos, lo que conllevaría que la función obtenida para pollos de los años 1991-1992 no fuese válida para los pollos de años anteriores. Para valorar esta posibilidad, se realizaron ANOVAS bifactoriales para los factores *sexo* y *periodo bianual* para las variables *peso*, *tarso* y *culmen* en pollos de edad superior a 25 días.

La variable *peso* mostró diferencias próximas al nivel de significación entre los periodos 1989-90 y 1991-92, ANOVA bifactorial ($F_{\text{sexo}}=97,2$ $p<0,001$; $F_{\text{periodo}}=3,4$ $p=0,06$; $F_{\text{interacción}}=0,33$ $p=0,5$), siendo el peso medio inferior en los 2 primeros años. Ambos factores y su interacción tuvieron un efecto significativo sobre el *culmen* ($F_{\text{sexo}}=45,8$ $p<0,001$; $F_{\text{periodo}}=5,0$ $p=0,02$; $F_{\text{interacción}}=5,6$ $p=0,01$). La variable *tarso* no mostró diferencias en ambos periodos bianuales aunque se obtuvo una interacción significativa entre ambos factores ($F_{\text{sexo}}=8,3$ $p=0,005$; $F_{\text{periodo}}=2,3$ $p=0,1$; $F_{\text{interacción}}=5,6$ $p=0,01$). Esto puede conllevar un posible mayor error en la determinación a partir de la función discriminante, que afectaría a los resultados sobre sex ratio. No obstante, la función obtenida en pollos de los años 1990-1992 clasificó incorrectamente a las hembras sexadas por el iris, en mayor porcentaje que a los machos. Esto implica que serían clasificadas erróneamente como "machos" aquellas hembras que podríamos considerar "pequeñas" respecto al valor medio para su sexo, en mayor medida de la que serían clasificados incorrectamente como "hembras" los machos de mayor tamaño. Si esta tendencia en el error de clasificación se produjese también para los pollos de los años 1989-1990, cabría esperar que el número real de machos fuese aún menor que el estimado por el análisis discriminante en esos años, lo que implica que los resultados indicados a continuación son conservativos.

- Sex ratio en pollos de edad superior a 20 días.

Los resultados globales y por años para 172 pollos sexados de la población estudiada se presentan en la tabla 7.1. Se indican los valores de probabilidad de los tests X^2 en cada año, en relación con la hipótesis de igualdad en la proporción entre ambos sexos 1:1.

Tabla 7.1 Resultados de sex ratio globales y en los diferentes años.

AÑO	TOTAL POLLOS	MACHOS	HEMBRAS	M/(M+H)	X^2	p
1989	20	13	7	0,65	1,8	0,1
1990	53	21	32	0,39	2,2	0,1
1991	30	16	14	0,53	0,1	0,7
1992	31	9	22	0,29	5,6	0,01
1993	22	4	18	0,18	8,9	<0,01
1994	16	4	12	0,25	4,0	<0,05
TOTAL	172	67	105	0,39	8,7	<0,01

La sex ratio global expresada como proporción de machos respecto al total de pollos fué 0,39:1. Es decir, casi el 61 % de los pollos próximos a la edad de vuelo fueron hembras. En el conjunto de los años de estudio este predominio de las hembras fue estadísticamente significativo.

No se ha determinado el sexo de los pollos de huevos no eclosionados ni de los pollos que no completaron su crecimiento, por lo que no se ha podido valorar si existe una mortalidad diferencial durante la incubación o las etapas iniciales del crecimiento. Entre 5 - 10 pollos, llegaron a volar sin que pudieran ser sexados, no obstante, este reducido número no alteraría los resultados anteriores.

Durante 1993, la proporción obtenida en pollos ya crecidos es similar a la sex ratio en eclosión, ya que de un total de 25 pollos nacidos, sólo 3 pollos no pudieron ser sexados (2 murieron con escasos días de edad y otro pollo llegó a volar sin que se pudiese determinar

previamente su sexo). Por tanto, para este año, la sex ratio obtenida en estos nidos puede considerarse representativa de la existente en los pollos nacidos. En 1994, con una muestra de tan sólo 16 pollos, se produjo también un sesgo estadísticamente significativo a favor de las hembras. La población reproductora en la zona se mantuvo en los niveles mínimos de 1993, aunque se produjo una elevada mortalidad de pollos debida al expolio de varios nidos.

La desviación de la proporción 1:1 se observó en los años 1992, 1993 y 1994. En estos años, la población reproductora en los núcleos de cría estudiados fue muy inferior a la de años precedentes. Esta disminución pudo, al menos parcialmente, ser causada por una acusada sequía en el inicio de la primavera, lo que motivó un escaso desarrollo de las siembras y quizás una menor disponibilidad de alimento. Se observó una tendencia a que la sex ratio expresada como proporción de machos, aumentara en relación al número de parejas asentadas cada año en la zona ($r_s = 0,75$ $p=0,08$ $n=6$ años). Esto sugiere que la proporción de sexos tiende a estar más equilibrada en los años con un mayor número de parejas, a los que podríamos considerar como mejores desde el punto de vista de las condiciones para la nidificación.

- Sex ratio y fenología.

Para valorar la posible influencia del factor estacional sobre la sex ratio en los pollos, se han considerado los datos correspondientes a 172 pollos cuya fecha de eclosión pudo ser determinada y por tanto pudieron ser asignados a una clase de fenología. El reducido tamaño de muestra en cada uno de los años no permite realizar el tratamiento estadístico por separado, por lo que se han agrupado los datos de los diferentes años. Para este análisis, se han considerado 2 categorías de fenología en relación a la mediana de fecha de puesta (28 de abril): nidos tempranos (pollos nacidos hasta el 28 de mayo) y tardíos (nacidos en o con posterioridad al 29 de mayo).

Al considerar la fenología reproductora, se obtuvo un sesgo en

la sex ratio a favor de las hembras para los nidos tempranos (tabla 7.2). En los nidos tardíos (clases de fenología 2 a 4: eclosión posterior al 28 de mayo) no se observó una desviación significativa de la proporción 1:1. En la tabla de contingencia para analizar las frecuencias de cada sexo en ambos periodos, no se obtuvo un valor significativo $\chi^2=0,8$ $p=0,3$. No obstante, el menor número de pollos que alcanzan la edad de vuelo en los nidos tardíos no permite obtener conclusiones claras sobre la sex ratio para este grupo de nidos.

Tabla 7.2 Proporciones de según la fecha de eclosión de los pollos.

FENOLOGÍA	TOTAL	MACHOS	HEMBRAS	M/(M+H)	χ^2	p
Tempranos	122	43	79	0,35	10,1	<0,01
Tardíos	50	22	28	0,44	0,53	0,3

- Sex ratio y tamaño de pollada en vuelo.

Se ha estudiado la sex ratio para 91 pollos pertenecientes a 27 nidos, en los que se pudo determinar el sexo de *todos* los pollos que alcanzaron la edad de vuelo. En la tabla 7.3 se indican las proporciones de sexos en los diferentes tamaños de pollada. Se han agrupado nidos de diferentes años, ya que el reducido tamaño de muestra impide el análisis para cada año. Mediante el test χ^2 se compararon las frecuencias obtenidas de ambos sexos, con respecto a la proporción esperada 1:1. Se obtuvo un desviación significativa para los nidos con 3 pollos y cercana al valor de $p=0,05$ para los nidos con 4 pollos. Aunque el reducido tamaño de muestra no permite obtener conclusiones claras, en la población estudiada se observa una tendencia a que las hembras predominen en todos los tamaños de pollada a excepción del de 5 pollos. Mediante el test de tendencias lineales en proporciones (Snedecor y Cochran, 1956), se valoró la posible tendencia en el incremento en la proporción de machos con el tamaño de pollada. El

resultado del test no fué significativo ($z=1,74$ $p=0,08$ para test de 2 colas).

Tabla 7.3 Proporciones de machos y hembras en función del tamaño de la pollada.

	TAMAÑO DE POLLADA			
	2	3	4	5
Nº NIDOS	4	11	10	2
M/(M+H)	0,25	0,24	0,35	0,7
MACHOS:HEMBRAS	2:6	8:25	14:26	7:3
χ^2	2	8,7	3,6	1,6
p	0,1	<0,01	0,057	0,6

- Sex ratio y orden de eclosión.

La proporción de sexos en relación con el orden de eclosión se ha determinado en los 27 nidos en los que se conoce el orden de todos los pollos que alcanzaron un edad superior a 20 días. En la tabla 7.4 se indican para cada tamaño de pollada, el número de pollos de cada sexo en función del orden de eclosión y los resultados del test de tendencia lineal en proporciones. Tan sólo para las polladas de 5 se obtuvo una tendencia significativa a un incremento en la proporción de machos con el orden de eclosión ($z=1,96$ $p=0,05$). En las polladas de 3, el sesgo a favor de las hembras fué estadísticamente significativo entre los primeros y segundos pollos ($\chi^2=4,4$ $p=0,03$ en ambos casos), pero no entre los terceros $\chi^2=0,8$ $p=0,3$). En las polladas de 4, el sesgo sólo fué significativo para los primeros pollos ($\chi^2=6,4$ $p=0,01$); para el resto, las proporciones no fueron diferentes de 1:1.

Tabla 7.4 Número de individuos de cada sexo y proporción de machos en relación con el orden de eclosión, para cada tamaño de pollada. Se indica el valor del estadístico z y el valor de p para el test de tendencias lineales en proporciones.

	TAMAÑO DE POLLADA														
	2		3			4				5					
ORDEN:	1	2	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
MACHOS	-	2	2	2	4	1	5	5	3	-	2	1	2	2	
HEMBRAS	4	2	9	9	7	9	5	5	7	2	-	1	-	-	
M/(M+H)	0	0,5	0,18	0,18	0,36	0,1	0,5	0,5	0,7	0	1	0,5	1	1	
z	-		0,98				0,89				1,96				
p	-		0,32				0,36				0,05				

7.3 VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS EN RELACIÓN CON DIVERSAS HIPÓTESIS SOBRE LA SEX RATIO EN AVES.

El sesgo observado en la sex ratio a favor de las hembras (sexo de mayor tamaño), no parece apoyar la hipótesis de Fisher del equilibrio en la inversión parental. Según esta hipótesis, cabría esperar en especies sexualmente dimórficas en tamaño, un sesgo a favor de la descendencia del sexo energéticamente menos costoso de criar, en este caso los machos. Los resultados obtenidos en esta población son por tanto los opuestos a las predicciones de esta hipótesis.

La escasa información disponible sobre posibles diferencias intersexuales en la dispersión, mortalidad post independencia y grado de filopatría en la especie, impide valorar adecuadamente estos resultados respecto a su posible adecuación a las predicciones de la hipótesis de Clark (1978), sobre reducción de la competencia por los recursos entre ambos sexos.

Se han obtenido únicamente 2 recuperaciones de individuos nacidos en la zona, correspondientes a un macho y una hembra. El macho fué

observado como reproductor en la zona de estudio durante 1994. La hembra, de una edad de 9 meses, fué recuperada herida por disparo a unos 30 km de la localidad de anillamiento, en una zona en la que se reprodujo otra pareja. Estos escasos datos sugieren un cierto grado de filopatría, pero son insuficientes para valorar posibles diferencias entre sexos en la dirección predicha por la hipótesis de Clark.

La posible secuencia de eclosión sexo dependiente en rapaces ha sido descrita por diversos autores (Bortolotti, para *Haliaetus leucocephalus*; Olsen y Cockburn, para *Falco peregrinus*; Bednarz y Hayden, para *Falco sparverius*; Dijkstra et al, para *Circus aeruginosus*). Para las dos primeras especies, las hembras presentaron una mayor frecuencia entre los primeros pollos. En *F. sparverius* y *C. aeruginosus*, sin embargo, se obtuvo una mayor proporción de machos entre los primeros pollos.

Los resultados aquí presentados son similares a los obtenidos para *Falco peregrinus* en Australia (Olsen y Cockburn, 1991). Para esta especie, el sesgo en la sex ratio a favor de las hembras, se produjo en mayor medida en nidos tempranos y en los primeros pollos en nacer. Ambos autores explican el patrón observado en base a un posible antagonismo en las presiones selectivas entre los sexos en lo que respecta al tamaño corporal (Hipótesis de Burley, 1981). Según esta hipótesis, mediante selección natural y sexual se favorecería en los machos un menor tamaño relativo, mientras que para las hembras, por selección natural serían favorecidas las de un mayor tamaño corporal. En los machos, los individuos de menor tamaño serían relativamente más ágiles y por tanto capaces de capturar una mayor diversidad de presas de menor tamaño y más abundantes. Esta mayor agilidad también podría favorecer también su intervención en la defensa del nido frente a depredadores (Andersson y Wiklund, 1987) y podría ser un indicador para las hembras de la calidad del macho a través de los elaborados displays de cortejo (Simmons, 1988). Por el contrario, las hembras de un tamaño corporal relativamente mayor podrían competir ventajosamente a nivel intrasexual por el acceso a parejas o lugares de nidificación de mayor calidad (Langston et al, 1990; Slagsvold y Lifjeld, 1994).,

Olsen y Cockburn, sobre la base de estas presiones selectivas, opuestas en ambos sexos, y ante una cierta heredabilidad del tamaño corporal, sugieren que se produciría una tendencia a que las hembras tuvieran una descendencia acorde a su tamaño. Así se favorecería el que las hembras de mayor tamaño criaran a su vez hijas de mayor tamaño (y quizás mayor calidad en términos de selección sexual) e hijos de mayor tamaño (e inferior calidad por tanto en términos de selección natural y/o quizás sexual). A la inversa, las hembras de menor tamaño criarían en mayor medida hijas pequeñas (con menor ventaja competitiva) e hijos de menor tamaño (y por tanto mayor calidad en términos de selección natural).

Para los machos podría producirse selección sexual para un menor tamaño, si esto llevara consigo una relativa mayor agilidad, al ser capaces de realizar ventajosamente los displays característicos del cortejo. Esta relación entre número de displays y tamaño de harén ha sido descrita para *C. cyaneus* en Canadá (Simmons et al, 1986, Simmons, 1988). Estos autores observaron a su vez una correlación positiva entre ambos factores y la abundancia de *Microtus*, principal presa de la especie en esa zona, por lo que la condición física de los machos, favorecida por la disponibilidad de alimento, también jugaría un cierto papel en la frecuencia de displays y de poligamia.

Las consideraciones anteriores pueden aplicarse en principio al aguilucho cenizo, ya que de forma similar al *C. cyaneus*, el cortejo se produce a través de elaborados displays realizados preferentemente por los machos. Estos vuelos podrían actuar como indicadores de mayor calidad o condición física de los machos, de cara a la elección de pareja en las hembras. Características morfológicas, como el color del plumaje, que tiende a ser más claro en los individuos de mayor edad (Cramp y Simmons, 1980), podrían actuar también como indicadores de la calidad de los machos.

En lo que respecta a las hembras de *C. pygargus*, se han observado a lo largo del periodo reproductor comportamientos de tipo agresivo, asociados generalmente a la defensa de los nidos. En este tipo de

"contienda", probablemente un mayor tamaño corporal sea ventajoso, y permitiría hipotéticamente a las hembras establecer jerarquías de dominancia. No disponemos de información sobre la posibilidad de que estas conductas agresivas jugaran también un cierto papel en etapas previas del proceso reproductor, durante la fase de cortejo, en la posible competencia entre hembras por el acceso a parejas de mayor calidad. De existir esta relación tamaño/dominancia, cabría esperar un predominio de hembras de mayor tamaño entre los reproductores tempranos.

En los años 1990 a 1992, en los que suponemos que se produjo cierto grado de poliginia en 2 de los núcleos de cría, el número de displays observados fué muy superior al de los años 1993 y 1994, en los que se redujo el número de parejas en el área. La carencia de individuos marcados impide relacionar la frecuencia de displays con los machos de nidos concretos y valorar la incidencia de poligamia, pero podemos suponer que si ambos fenómenos se producen, las tendencias sean similares a las descritas para *C. cyaneus* (Simmons, 1988).

La validez de la hipótesis sobre "presiones antagónicas en ambos sexos" en relación con los resultados obtenidos para el aguilucho cenizo, depende en gran medida de la asunción de que un menor tamaño conlleva una mayor agilidad y un mayor tamaño una superior capacidad competitiva. Su testificación requeriría de la captura y marcaje de adultos de ambos sexos para valorar posibles relaciones entre tamaño corporal y otras variables relacionadas con el éxito reproductivo (fenología reproductora, calidad de la ubicación del nido, frecuencia de aporte de presas, sex ratio y valores finales de crecimiento en los pollos).

La diferencia en calidad de los individuos, especialmente en los machos, puede influir también sobre sus posibilidades de reproducción a través de una llegada diferencial a las zonas de nidificación. Los individuos en mejor condición serían capaces de llegar antes a las áreas de reproducción y obtener así los mejores territorios, teniendo mayores probabilidades de emparejarse. No conocemos si este hecho se

produce en los aguiluchos, ya que no se han podido determinar en individuos adultos las variables indicativas del tamaño corporal (peso, longitud de tarso u otras) que según la hipótesis de Burley serían representativos de la calidad del individuo. En *Hirundo rustica* (Moller, 1994) se ha observado una relación significativa entre la longitud de la cola, carácter indicativo de la calidad (condición física) de los individuos y el momento de su llegada a las áreas de reproducción, lo que a su vez influye en sus posibilidades de éxito reproductivo.

7.4 VALORACIÓN DE LA SEX RATIO EN RELACIÓN A LA FENOLOGÍA Y EL CRECIMIENTO DE LOS POLLOS.

A pesar del reducido tamaño de muestra, el sesgo obtenido en la sex ratio es estadísticamente significativo. Cabe resaltar que el sesgo fue más marcado en los años en que la población reproductora en la zona fue menor, siendo entonces la mayoría de los nidos de fenología temprana. Dado que en los nidos tardíos, se reduce la desproporción en los pollos entre machos y hembras, es posible que en condiciones de cría normales el sesgo en la sex ratio de la población fuese menos pronunciado o no se llegara a producir. La actividad de siega, al incidir en mayor medida sobre los nidos tardíos, podría estar incrementando el sesgo en la sex ratio, ya que estaría reduciendo el posible número relativamente mayor de machos criados en los nidos de fenología tardía.

El sesgo en la sex ratio relacionado con la estacionalidad de los nidos, podría tener un valor adaptativo. Los nidos tempranos, (en los que predominan las hembras, cuya crianza puede implicar un mayor coste reproductivo para los adultos) aprovecharían unas mejores condiciones para el desarrollo de los pollos en el periodo de mayor disponibilidad de alimento. Al avanzar la estación, y disminuir la cantidad o calidad de alimento, sería favorecida la crianza de los machos, energéticamente menos costosa. En estos nidos tardíos, las hembras podrían verse desfavorecidas al no poder satisfacer las mayores demandas energéticas impuestas por su mayor tamaño y sufrir una mayor tasa de mortalidad que

tendería a equilibrar la proporción de pollos de ambos sexos.,

Un aspecto de gran interés en relación con la testificación de la hipótesis de Olsen y Cockburn sería el determinar las características de las hembras de nidos tempranos y tardíos. Factores como el tamaño corporal, la edad o la condición física podrían influir en este aspecto. Según esta hipótesis, podríamos esperar que las hembras de mayor tamaño fuesen las más tempranas en la cría. De ser así, podría indicar la existencia de una cierta jerarquía entre las hembras para acceder a las mejores parejas (y/o siembras en las que ubicar el nido).

En *Agelaius phoeniceus*, se ha descrito una relación entre el tamaño corporal de la hembra, y su capacidad competitiva con individuos del mismo sexo (Langston, et al 1990). Las hembras de mayor tamaño, fueron más agresivas y se asentaron en mejores territorios, siendo mayor su productividad. En esta especie se produce poliginia, por lo que las hembras mayores fueron a la vez en general hembras primarias.

En *F. tinnnunculus*, se ha observado una variación estacional en la sex ratio de las polladas, pero con una tendencia opuesta a la observada en este estudio, es decir, los machos predominan en los nidos tempranos (Dijkstra et al, 1990). En este caso el sesgo parece producirse como consecuencia de la alteración en la secuencia de nacimiento entre polladas tempranas y tardías. Los machos predominaron entre los primeros pollos en polladas tempranas y fueron en general los últimos en polladas tardías. Estos autores encontraron a la vez una tendencia a que las hembras de menor tamaño criaran preferentemente machos, estos es, en sus polladas se produjo un sesgo en la sex ratio a favor de este sexo. Esto implicaría una relación entre la condición física de los adultos y su capacidad para criar con éxito en mayor medida individuos de un determinado sexo, en concordancia con la hipótesis formulada por Olsen Y Cockburn.

Un resultado opuesto al obtenido en este estudio para *C. pygargus*, se obtuvo en *Circus aeruginosus* en Holanda (Zijlstra et al,

1992), para un amplio tamaño muestral (2.260 pollos). Se obtuvo un sesgo a favor de los machos, (54 % de los pollos) en concordancia con las predicciones de la hipótesis de Fisher. Este sesgo se produjo a lo largo de la estación reproductora, predominando los machos en los nidos tardíos. En este último aspecto, este resultado se aproxima al obtenido en nuestra población de *C. pygargus*, ya que la proporción de sexos parece estar más equilibrada en los nidos tardíos. Estos autores interpretan este resultados como resultado de una posible secuencia de ovulación sexo dependiente, ya que los machos predominaron entre los 2 primeros pollos en nacer, y no como una consecuencia de mortalidad diferencial entre sexos. Los autores plantean la hipótesis de que la crianza de hembras sea ventajosa en nidos tempranos, debido a que la probabilidad de criar al año siguiente disminuya conforme avanza la estación de cría en que nacieron.

Los resultados obtenidos en el capítulo de crecimiento, aún sin existir diferencias significativas en el peso de vuelo, tasa de crecimiento en peso y la asíntota del tarso, con respecto al factor estacional, sugieren una tendencia a que en los nidos tardíos, las hembras alcancen unos valores finales inferiores respecto a las de nidos tempranos. En los machos esta tendencia no se observa en la misma medida. La tasa de crecimiento en peso para los machos de nidos tardíos fué ligeramente superior a la de machos tempranos. Para las hembras, por el contrario, la tasa de crecimiento en nidos tardíos fué inferior. Esto podría ser indicativo de una cierta desventaja para las hembras de estos nidos, que quizás no pudiesen ver satisfechos sus requerimientos energéticos para mantener un crecimiento óptimo.

Un aspecto no contemplado por Olsen y Cockburn es la posible supervivencia diferencial de los individuos tras el periodo de independencia en relación a su tamaño corporal. Distintos estudios en paseriformes han observado una relación positiva entre el peso en vuelo y la supervivencia posterior (Tinbergen y Boerlijst, 1990; Magrath, 1991). Sin embargo, un menor tamaño conlleva también unos menores requerimientos energéticos, por lo que en situaciones de escasez, los individuos más pequeños quizás podrían sobrevivir mejor bajo esta

situación. En aves que, como los aguiluchos, realizan un largo viaje migratorio, las condiciones en que los jóvenes alcanzan el periodo de independencia pueden influir en su supervivencia. Dependiendo de en qué forma el tamaño (o el peso al adquirir su independencia) condicionen sus probabilidades de supervivencia, podrían verse afectadas las predicciones de la hipótesis de Burley sobre las perspectivas de reproducción futura en relación al tamaño corporal. En las hembras, la posible asociación entre mayor tamaño corporal (relacionado en gran medida con peso corporal), y superiores expectativas de supervivencia, coincidiría además con su mayor calidad en términos de selección natural. En los machos, un menor peso al alcanzar la edad de vuelo, podría quizás suponer unas menores posibilidades de supervivencia tras el final del cuidado parental, lo que aparentemente contradice lo postulado por la hipótesis de Olsen Y Cockburn respecto a una mayor calidad de los machos de menor tamaño. Podrían estar actuando así presiones en un mismo sentido que favorecerían un cierto incremento en el tamaño de las hembras, y presiones opuestas que favorecerían un menor tamaño de los machos, pero siempre dentro de unos límites impuestos por sus posibilidades de supervivencia.

Si el patrón descrito anteriormente es correcto, y si no existe una mortalidad diferencial entre sexos con posterioridad al vuelo, podría mantenerse el exceso de hembras en la población. Esto tendría a su vez como consecuencia un sesgo en la población reproductora, que favorecería la existencia de casos de poliginia en zonas favorables en las que los aguiluchos alcanzan una densidad suficiente. Este sesgo entre los adultos reproductores se ha observado en la población estudiada, con una proporción observada de machos adultos:nidos de 0,6:1, lo que sugiere que se ha podido producir poliginia con cierta frecuencia, precisamente en los años más favorables (1989, 1990, 1991) considerando el mejor estado de las siembras y una probable mayor disponibilidad de alimento. Para *C. cyaneus*, en la isla de Orkney (Balfour y Cadbury, 1979; Picozzi, 1984) se ha asociado el incremento en la frecuencia de poliginia con el aumento en la densidad de reproductores y un sesgo en la proporción de adultos a favor de las

hembras. En esa población, también se ha observado un predominio de hembras entre los pollos que llegaron a volar para el periodo 1953-1978, aunque considerando los distintos años por separado no se obtuvieron diferencias significativas.

Un aspecto importante a considerar en relación con la sex ratio es el tamaño de muestra al que se refieren los distintos estudios. Para grandes tamaños muestrales, la sex ratio no parece desviarse de la proporción 1:1 (Newton y Marquiss, 1979 para *A. nissus*; Negro e Hiraldo, 1992, para *F. naumanni*). Cabe plantearse si el sesgo en la sex ratio observado en esta población de *C. pygargus*, se produce también en otras poblaciones de la especie, resultando a nivel general en una mayor proporción de hembras, y de ser así sus posibles causas. Los datos disponibles para otras zonas de la Península indican que esta tendencia a un predominio de hembras entre los pollos volanderos se produce en otras poblaciones (Madrid: B. Arroyo com.pers; Cáceres: obs.pers en 1995). Sería de gran interés valorar posibles variaciones respecto al resultado aquí obtenido, en función de las particulares condiciones ecológicas existentes en otras áreas, respecto al tipo y disponibilidad de alimento y a la nidificación en vegetación natural u otros sustratos en los que no se vean afectados por la siega.

CAPÍTULO 8. EFECTO DE LA SIEGA SOBRE LA REPRODUCCIÓN.

La actividad de siega del cereal afecta en gran medida al proceso reproductor de los aguiluchos en la zona de estudio. Probablemente esto suceda también en el conjunto de la Península Ibérica, ya que la especie nidifica de manera mayoritaria en campos cultivados. En este capítulo, se evalúa el impacto causado por la actividad de siega en esta población, en relación con distintos factores (tipo de cultivos, fenología reproductora y de siega, productividad y mortalidad de la especie).

Los cultivos de cereal son en principio un sustrato idóneo para la nidificación de la especie, al constituir extensas superficies más o menos continuas de vegetación herbácea. Presentan además un aspecto muy homogéneo, lo que hace presumiblemente más difícil la localización de los nidos por parte de sus depredadores naturales.

Respecto a las posibles interferencias humanas, las siembras también suponen en principio un refugio seguro, debido a que la entrada a las mismas y con ello la posible destrucción de nidos no se produce generalmente hasta el momento de la siega. Por ello, al menos durante las fases iniciales de la reproducción, los aguiluchos cenizos encontrarían en estos medios un hábitat con escasa depredación natural y reducidas molestias por parte del hombre.

Esta situación de relativa protección ofrecida por las siembras se ha modificado sensiblemente en los últimos 30-40 años. Por una parte, la mecanización de la actividad de siega conlleva una alta frecuencia de fracaso reproductivo (por pérdida de puestas o muerte de los pollos), ocasionado por las cosechadoras y empacadoras. A ello se une en algunas zonas con importante actividad cinegética, la persecución de que son objeto los aguiluchos por su carácter de depredadores de algunas especies cinegéticas.

En la zona de estudio se presentan ambos problemas relacionados con la conservación de la especie. Los aguiluchos nidifican casi exclusivamente en cultivos herbáceos y la actividad cinegética reviste una gran importancia económica, por lo que probablemente ambos factores hayan influido en gran medida en la actual distribución y abundancia de la especie en este área. La actividad de siega altera de forma drástica el hábitat de reproducción de los aguiluchos, ya que a la pérdida de nidos y muerte directa de pollos por esta causa, se une la modificación de las características de los lugares en que originalmente se ubicaban los nidos, con una menor protección frente a enemigos naturales y una mayor exposición ante insolación, lluvias, etc. Tras la siega la posibilidad de depredación aumenta, a la vez que posibles molestias de origen humano (actividad ganadera, recogida de la paja) pueden incidir negativamente sobre el crecimiento y la supervivencia de los pollos que no murieran a consecuencia directa de esta actividad.

Con el fin de reducir la mortalidad originada por la siega se ha llevado a cabo, de forma simultánea a este estudio, una actividad de protección de los nidos frente a este factor de mortalidad. Una vez localizados los nidos, se contactaba con los propietarios de las parcelas para conocer con antelación la fecha probable de siega, para acudir a retirar los pollos durante la misma. Como resultado de esta campaña de conservación, se retiraron de las cosechadoras 208 pollos en diferente estado de crecimiento, pertenecientes a 69 nidos. La mortalidad por siega afectó a 38 pollos que no pudieron ser retirados durante esta actividad, lo que representa aproximadamente el 12 % del total de pollos nacidos en 109 nidos. Esta cifra supone el 70 % de los pollos existentes en los 18 nidos en que se produjo mortalidad por causa de cosechadoras y empacadoras.

8.1 CULTIVOS Y FECHA DE SIEGA.

El inicio de la actividad de siega en el área de estudio se produjo por término medio el 8 de junio. El valor de la mediana para la fecha de siega en las parcelas en las que se ubicaron los nidos fue el 15 de junio. Esto implica que para la mitad de los nidos, la siega

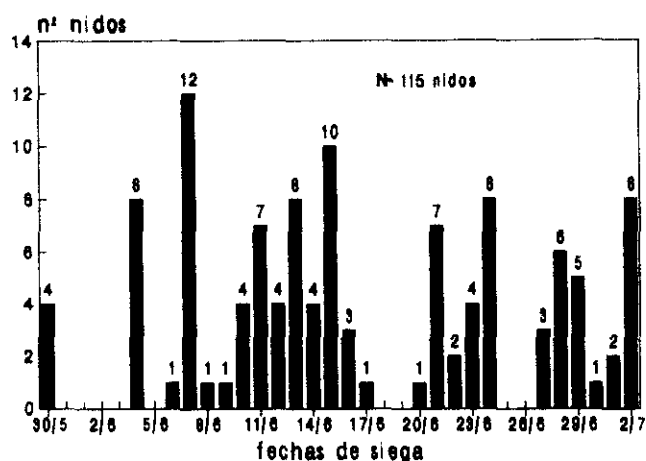
se produjo durante la primera semana de esta actividad en la zona. En la figura 8.1 se indican las frecuencias (número de nidos) en relación con las fechas en que se produjo la siega de las parcelas en las que se situaron durante el periodo de estudio.

La mediana de la fecha de siega de las parcelas en que se localizaron los nidos en el conjunto de los años, presentó variaciones significativas en relación con el tipo de cultivo (test de la mediana: $X^2=20,9$; g.l=3; $p<0,001$ N=116 nidos; tabla 8.1). La mediana de la fecha de siega en las parcelas con nidos también presentó diferencias significativas en los distintos años (test de la mediana $X^2=28,7$ g.l=6 $p<0,001$), y para los 4 núcleos principales (test de la mediana $X^2=12,5$ g.l=3; $p=0,005$). Esta variación estuvo probablemente relacionada con el tipo de cultivo en que nidificaron los aguiluchos en las distintas zonas y con el nivel de precipitaciones en los meses de mayo y junio, que retrasaron el inicio de la siega en la zona.

TABLA 8.1 Medianas de fecha de siega en relación con el tipo de cultivo en los diferentes años (N:116 nidos).

CULTIVO GLOBAL	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
CEBADA	15jun	16jun	13jun	17jun	4jun	29jun	7jun
TRIGO	2jul	16jul	28jun	-	3jul	2jul	-
AVENA	25jun	-	23jun	27jun	-	22jun	-
VEZA	30may	-	30may	13may**	-	-	-
TOTALES	15jun	16jun	13jun	21jun	4jun	29jun	7jun

Figura 8.1 Frecuencias de nidos en función de la fecha de siega de la parcela en la que se ubicaban.



El cultivo de siega más temprana es la veza (*Vicia sativa*), leguminosa forrajera que se cosecha "en verde", por lo que los nidos situados en el mismo tienen escasas posibilidades de tener éxito. El único caso observado de un nido en fase de puesta en el que llegó a volar algún pollo, (***) se produjo en un nido situado en este tipo de cultivo que fué segado el 13 de mayo. Tras dejarse un rodal sin segar, la hembra continuó con la puesta e incubación, a pesar de las molestias derivadas del empacado y recogida de la cosecha, y sacó adelante al único pollo que nació de una puesta de 6 huevos.

La cebada (*Hordeum vulgare*) es el cultivo mayoritario en la zona. El 86 % de los 134 nidos localizados se situaron en este cereal. La mediana de la fecha de siega para los nidos ubicados en este cultivo fue el 15 de junio. Durante 1993, las precipitaciones caídas a finales de mayo y durante el mes de junio retrasaron considerablemente el inicio de la siega en la comarca, por lo que en casi todos los nidos localizados, los pollos alcanzaron la edad de vuelo antes de la siega de las parcelas.

El trigo (*Triticum sp.*) es el cereal cuantitativamente más abundante después de la cebada en esta zona, y el más tardío en su

desarrollo. Su siega comienza generalmente cuando concluye la cosecha de la cebada y avena en el área (normalmente a finales de junio). Por tanto, desde el punto de vista del impacto ocasionado por siega, sería el cultivo idóneo para la nidificación de los aguiluchos, ya que un elevado porcentaje de pollos estarían ya volando en el momento de la siega. Sin embargo, la nidificación en trigo no tuvo un efecto importante sobre la productividad en esta población, debido al reducido número de nidos situados en este cereal.

La siega de la avena (*Avena sp*) se produce generalmente en fechas intermedias entre cebada y trigo. No obstante, este cultivo se siembra en una proporción muy inferior a la de otros cereales, y en él se ubicaron el 4,5 % de los nidos.

8.2 REPRODUCCIÓN Y SIEGA.

Aproximadamente el 82 % de los 134 nidos localizados, fue afectado por esta actividad antes de que al menos el pollo mayor de cada nido alcanzase la edad de vuelo.

En 13 nidos (9,7 % del total de nidos y 52 % de las pérdidas de puesta), la siega se produjo cuando estaban en fase de incubación. En todos estos casos los nidos fueron respetados por las máquinas y se dejó un pequeño rodal de 2-3 m² sin segar. A pesar de ello, en el lapso de unos pocos días casi todos los nidos se encontraron vacíos. En algunos casos probablemente fueron depredados, aunque no pudo establecerse si este hecho se produjo tras el posible abandono por parte de la hembra o fué la causa determinante de la pérdida de los nidos.

- Tasa de eclosión y siega.

La tasa de eclosión fue claramente diferente para las 4 clases de fenología consideradas en función de la fecha de puesta (capítulo 5). Para los nidos con fecha de puesta anterior al 9 de mayo (clases 1 y 2), el éxito de eclosión fue del 84 % respecto al total de huevos

puestos. En estos nidos no se produjo ninguna pérdida de puesta a consecuencia de la siega, ya que los pollos nacieron antes del inicio de la actividad. Los nidos cuya fecha de puesta fué posterior al 8 de mayo (eclosión a partir del 7 de junio), excluyendo de este análisis los nidos con pérdida total de la puesta, tuvieron un éxito de eclosión del 38% . Esta gran disminución en la tasa de eclosión coincide aproximadamente con el inicio de la actividad de siega. No obstante, es difícil determinar si ésta es la causa determinante de la menor tasa de eclosión de los huevos, o su efecto se solapa con el de otros factores que afectan diferencialmente a nidos tardíos (variación estacional en la disponibilidad de alimento y posible existencia de poliginia).

Si suponemos una edad de 30 días para los primeros vuelos en los pollos de la especie, tan sólo en el 18 % de los nidos con pollos nacidos podría haber llegado a volar al menos el pollo mayor en la fecha de siega. Si incluimos en este análisis los nidos que fueron segados en fase de incubación (N=13), la siega afectó al 76 % del total de nidos antes de que al menos 1 pollo alcanzara la edad de vuelo.

8.3 EDAD DE LOS POLLOS Y SIEGA.

La edad de los pollos en el momento de producirse la siega es un factor determinante del éxito reproductor, aún cuando se realicen actividades de protección para reducir la mortalidad causada por la misma. De los 109 nidos en los que llegó a nacer al menos 1 pollo, se ha podido determinar la edad del pollo mayor en la fecha de siega, con un error inferior a 2 días, en 96 de ellos (95 nidos con al menos 1 pollo nacido en la fecha de siega, más el único nido en incubación durante la siega en el que llegó a nacer un pollo, figura 8.2).

La mortalidad causada por cosechadoras y empacadoras puede producirse por aplastamiento o por la acción de las cuchillas del peine. Debido a que la capacidad de movimiento de los pollos es diferente para estos grupos de edad, en función de su estado de crecimiento, la probabilidad de que las máquinas afecten a los

aguiluchos que nidifican en siembras depende en gran medida de la edad de los pollos durante la siega.

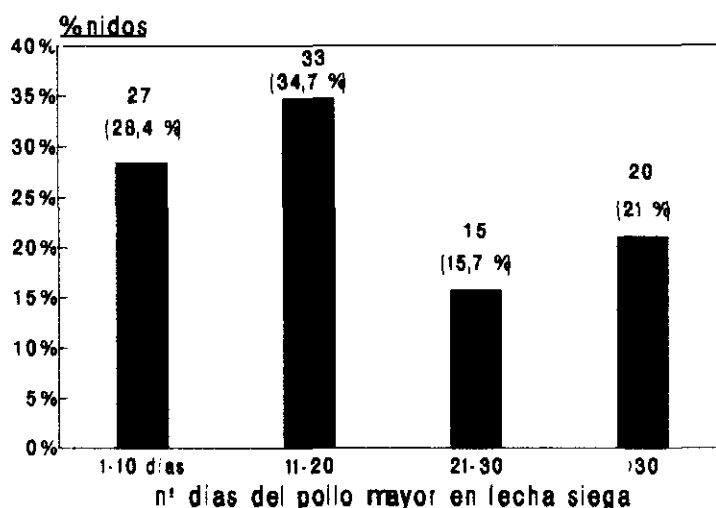
Para el análisis del factor edad en relación con el momento de la siega, se ha dividido el periodo de crecimiento de los pollos de estos 95 nidos en 4 grupos de edad (figura 8.2). Los pollos de edad inferior a 10 días apenas podrían moverse en un radio de 50 cm alrededor del nido, por lo que su capacidad de huída ante las máquinas es prácticamente nula. Sin embargo, debido a su pequeño tamaño, la probabilidad de ser alcanzados por el peine de las cosechadoras es muy reducida, siendo mayor el riesgo de ser aplastados por las ruedas de las máquinas. No obstante, debido a que los huecos en la siembra producidos por los nidos suelen ser visibles desde la cosechadora, en ocasiones pueden ser evitados por los maquinistas.

Para edades superiores a 10 días, la mayor capacidad de movimiento de los pollos puede permitirles en ocasiones escapar de la acción de las cosechadoras. No obstante, esta mayor movilidad también hace que se alejen del nido y su visualización desde la máquina sea menor, incrementándose la probabilidad de ser alcanzados. La altura y densidad del cereal son en este caso los factores clave respecto a que pueda evitarse su muerte por siega, al influir en la visibilidad de los pollos desde las máquinas. Factores como lo pedregoso del suelo, pueden influir sensiblemente en la mortalidad por siega, ya que en terrenos de este tipo el peine de las máquinas debe ir a mayor altura (20-30 cm), reduciendo por tanto las posibilidades de que se alcance a los aguiluchos.

Para pollos de edad comprendida entre 28-35 días (capaces de realizar únicamente cortos vuelos), la probabilidad de ser afectados por las máquinas se reduce considerablemente. No obstante, esta mayor capacidad de movimiento no garantiza su supervivencia en relación con el impacto de esta actividad. Al menos 2 pollos que durante la siega de sus nidos volaron por sí mismos hasta otra parcela próxima, murieron posteriormente por la acción de la cosechadora, quizás agotados por el esfuerzo que suponen estos primeros vuelos e incapaces de volar de

nuevo para huir de las máquinas. En otros 2 nidos, 8 pollos de esta edad murieron en parcelas en las que la siega se realizó durante la noche.

Figura 8.2 Porcentajes de nidos afectados por siega en relación con la edad del pollo mayor en la fecha de siega. Se indica sobre las barras el número de nidos en cada clase (N=95 nidos. No se incluyen los nidos con pérdida de puesta).



El número de pollos en vuelo en el conjunto de los nidos, se correlacionó significativamente con la edad del pollo mayor en cada nido en la fecha de siega ($r_s=0,50$; $p<0,001$; $N=95$ nidos). A su vez, la fecha de puesta se correlacionó negativamente con la edad en siega, ($r_s=-0,66$; $p<0,001$; $N=93$) por lo que los nidos más tempranos suelen tener a sus pollos más crecidos al producirse este fenómeno, y por tanto mayores probabilidades de tener éxito en la cría.

El número medio de pollos que llegaron a volar mostró diferencias significativas respecto a las categorías de edad en siega consideradas (test de Kruskal Wallis $X^2=22,4$; $p<0,001$; media \pm d.t.: 0-10 días: $0,7 \pm 1,26$; 11-20 días: $2,0 \pm 1,47$; 21-30 días: $2,3 \pm 1,39$; >30 días: $2,5 \pm 1,10$). Los valores medios de mortalidad total (número pollos muertos/nido), mostraron diferencias significativas en función de la edad en la fecha de siega (test de Kruskal Wallis $X^2=11,7$; $p=0,008$;

N=93 nidos; media \pm d.t: 0-10 días: 2,2 \pm 1,4; 11-20: 1,5 \pm 1,50; 21-30: 0,8 \pm 0,94; >30: 1,1 \pm 1,53). Esta variación se produjo también al considerar la mortalidad por causas distintas de la siega (test de Kruskall Wallis $X^2=15,8$; $p=0,001$; $N=78$ nidos).

El porcentaje de nidos en los que no llegó a volar ningún pollo fue claramente superior en el grupo de nidos con edad en siega inferior a 11 días (figura 8.3). Esto es indicativo de que la edad en el momento de la siega es determinante para la supervivencia de los pollos hasta la edad de vuelo, aún cuando se realicen actividades de protección respecto a siega.

El éxito reproductivo mostró una clara relación con la edad de los pollos en el momento de la siega (figura 8.4). En la mayor parte de los nidos en los que volaron volaron 3 o más pollos, la edad del pollo mayor al efectuarse la siega fue superior a 20 días.

Figura 8.3 Porcentajes de pollos en vuelo para cada uno de los grupos de edad durante la fecha de siega, para 72 nidos en los que no se produjo mortalidad debida a siega. Sobre las barras se indica el número de pollos nacidos al que se refiere cada porcentaje).

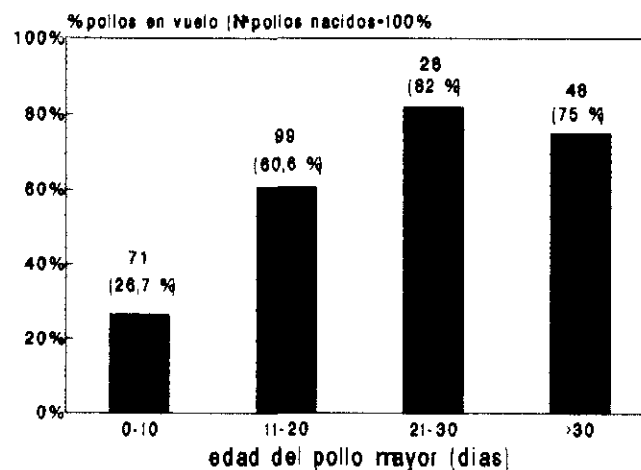
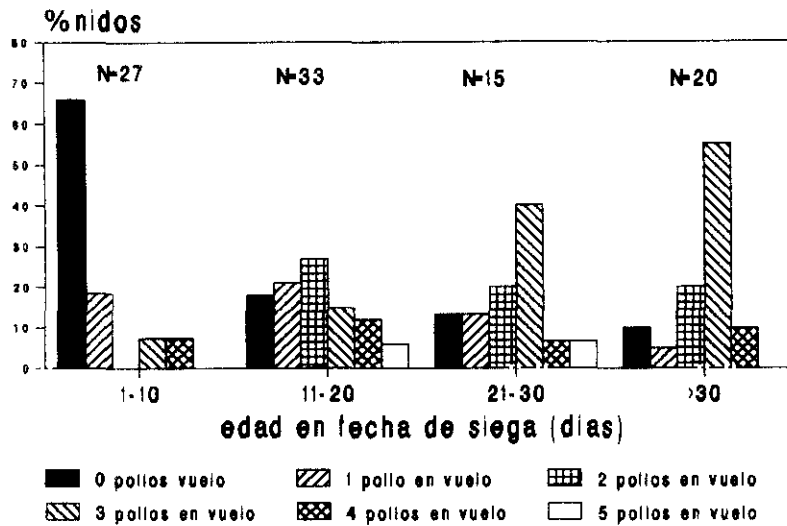


Figura 8.4 Porcentaje de nidos con n pollos en vuelo, en función de la edad del pollo mayor de cada nido en la fecha de siega. Se indica el número de nidos para cada clase de edad en siega.



Ya se ha indicado que la fecha de siega mostró diferencias significativas en función del tipo de cultivo. Esto se refleja a su vez en la edad de los pollos en siega (test de Kruskall Wallis $X^2=10,8$; $p=0,01$; $N=95$; tabla 8.2). Sin embargo, no se obtuvieron diferencias en los valores medios de productividad PVN entre los distintos tipos de cultivos, (Kruskall Wallis $X^2=1,9$ $p=0,5$), aunque esto quizás se deba al reducido tamaño de muestra para los nidos en sustratos distintos a la cebada.

Tabla 8.2 Edad media en fecha de siega y número medio de pollos en vuelo/nido PVN, en los distintos cultivos. (N: número de nidos en cada caso; d.t: desviación típica).

CULTIVO	EDAD		N	PVN		N
	media	(d.t)		media	(d.t)	
veza	4	(4)	3	2,0	(1,82)	4
avena	16	(13,8)	4	1,1	(1,47)	6
cebada	19	(11,6)	81	1,3	(1,47)	113
trigo	30	(12,9)	7	1,8	(1,53)	9
total	19	(12,2)	95	1,4	(1,48)	132

8.4 FACTORES CLIMÁTICOS Y SIEGA.

La climatología incide de forma importante en la posible mortalidad por siega. Las precipitaciones durante los meses de mayo y junio pueden retrasar la maduración y secado del cereal, y por tanto la siega, dando lugar a que un mayor porcentaje de pollos puedan volar sin ser afectados por esta actividad. Por otra parte, las máquinas no pueden actuar con el cereal húmedo, ya que los tallos se enredan en las cuchillas y no son cortados, dificultándose además la separación de grano y paja. Por el contrario, una primavera seca y calurosa, acelera la maduración del cereal, adelantando el inicio de la siega. Esto sucedió en 1992, por lo que en la mayoría de los nidos pertenecientes al núcleo de cría más numeroso ese año (8 nidos), la siega se produjo con pollos de edad inferior a una semana, registrándose una alta mortalidad posterior a la siega. Sin embargo, ese mismo año, las abundantes precipitaciones caídas en el mes de junio retrasaron la siega en el resto de los núcleos de cría, disminuyendo por tanto el posible impacto por siega e incrementando su productividad. Los valores de precipitación, fecha de siega y edad del pollo mayor en siega se indican en la tabla 8.3.

Tabla 8.3: Valores anuales de precipitaciones para los meses de mayo y junio en la localidad de Torrenueva, medianas de fecha de siega para las parcelas con nido (N=106 nidos) y valores medios de edad de los pollos mayores en la fecha de siega para los diferentes años en el conjunto del área de estudio (N=95).

Año	Pmayo (mm)	Pjunio (mm)	Fecha siega (mediana)	Edad pollo mayor media	(d.t)
1988	82,5	90,3	15 junio	17	(9,6)
1989	66,2	17,7	16 junio	17	(9,6)
1990	5,5	3,0	13 junio	19	(10,8)
1991	11,5	5,5	21 junio	17	(11,8)
1992	14,0	88,0	4 junio	14	(13,7)
1993	40,4	21,5	29 junio	38	(9,4)
1994	26,2	0,1	7 junio	15	(8,9)

No se obtuvo una correlación significativa entre los valores de precipitaciones en mayo y junio y la mediana de fecha de siega de las parcelas con nidos en el conjunto del área de estudio ($r_{\text{mayo}}=-0,04$ $p=0,8$ $N=20$; $r_{\text{junio}}=0,05$ $p=0,8$ $N=20$). Sin embargo, si consideramos el número de días en junio con precipitación $\geq 1\text{mm}$ en la localidad de Torrenueva, se obtuvo una correlación positiva, aunque no significativa, con la mediana de la fecha de siega, ($r_s=0,75$; $p=0,08$; $N=6$ años). Este resultado sugiere que las fechas concretas y la forma en que se producen las precipitaciones (intensidad y frecuencia) tienen mayor importancia sobre el posible retraso en la siega que sus valores totales mensuales. A este respecto, durante 1988, a pesar de un mayor nivel de precipitaciones, éstas tuvieron en general un carácter tormentoso y se produjeron de forma discontinua a lo largo del mes de junio, por lo que no tuvieron un efecto importante sobre el desarrollo de esta actividad. En 1993, a pesar de la menor cantidad total de lluvia caída, ésta tuvo un carácter casi continuo, asociado a bajas temperaturas durante finales de mayo y comienzos de junio, manteniendo el cereal verde por más tiempo y retrasando por tanto el inicio de la cosecha en toda la zona. En 1994, a la ausencia casi total de precipitaciones durante los meses de mayo y junio, se unieron unas elevadas temperaturas que provocaron el agostamiento prematuro de las siembras, adelantándose el comienzo de la siega en la zona.

8.5 PRODUCTIVIDAD EN RELACIÓN CON LA SIEGA.

En base a los resultados anteriores, podemos estimar cual sería la productividad esperada para esta población en ausencia de actividades de protección de los pollos frente a la siega. Para el conjunto de 134 nidos estudiados, tan sólo en 20 de ellos (15%), al menos 1 pollo alcanzó la edad de vuelo en el momento de la siega, pudiendo teóricamente escapar de la acción de las máquinas. Por tanto, la población estudiada se ve afectada de forma importante por la actividad de cosecha del cereal.

En los 18 nidos en los que no se pudo proceder a la retirada de pollos durante la siega, la mortalidad directa por esta causa afectó

a 38 pollos (70% de N=54). En 10 de estos nidos la siega causó la muerte de la pollada completa. Por otras causas murieron el 13,1 % de los pollos supervivientes a la siega, por lo que sólo llegaron a volar 9 pollos (16,6 %). Esta cifra representa un valor de éxito reproductivo de 0,5 pollos en vuelo/nido y podría considerarse como una estima de éxito reproductivo para esta población en ausencia de actividades de protección respecto a la siega.

Este valor de éxito de cría podría ser representativo para un año medio respecto a las condiciones climáticas. Como ya se ha indicado, una primavera lluviosa puede retrasar el inicio de la siega incrementando sustancialmente la supervivencia de pollos respecto a esta causa. No obstante, en los 6 años de estudio, esta climatología favorable se produjo sólo en 1993 y parcialmente en 1992, por lo que tan sólo en 9 nidos sus pollos llegaron a volar antes de la llegada de las máquinas, respecto a un total de 134 nidos estudiados. El valor de *productividad* (PVN) para el año 1993, con una incidencia mínima de la siega sobre la reproducción, fué de 1,8 pollos/nido (N=12 nidos), con un valor de *éxito reproductivo* PVNPN de 2,7 pollos/nido (N=8 nidos).

Estos resultados sugieren que esta población difícilmente puede mantenerse a largo plazo con tan alto fracaso reproductivo, ya que a estas cifras debe añadirse una cierta mortalidad en los pollos tras el periodo de independencia (no evaluada para la especie) hasta entrar a formar parte de la población reproductora. Podemos pensar no obstante, que podrían producirse diferencias en la tasa de supervivencia en los pollos que no perecieran a consecuencia de la siega, al alcanzar la edad de vuelo en una previsible mejor condición física, tras recibir un mayor cuidado parental debido a la muerte del resto de sus hermanos. No disponemos de información para evaluar directamente esta posibilidad, aunque podemos valorar posibles diferencias entre pollos de nidos afectados o no por siega.

8.6 VARIABLES DE CRECIMIENTO Y SIEGA.

La siega, además de reducir el número de pollos que alcanzan la

edad de vuelo, podría también tener un efecto indirecto sobre el crecimiento de los pollos e influir, por tanto, en la "calidad" de los pollos supervivientes a esta actividad. Para valorar esta posibilidad, se compararon las tasas de crecimiento en peso hasta la edad de 20 días y los valores finales de peso y longitud de tarso en nidos afectados/no afectados por siega. Para la tasa de crecimiento en peso hasta la edad de 20 días, se consideraron afectados por siega los nidos en los que la edad del pollo mayor era inferior o igual a 20 días y no afectados los nidos en los que la edad era superior a este valor. Para las variables peso y tarso en edad de vuelo, se consideraron afectados por siega los nidos con edad del pollo mayor inferior o igual a 30 días, y no afectados, los nidos con edad superior a este valor.

Debido a que ambas variables difieren entre ambos sexos, se realizaron ANOVAS bifactoriales incluyendo como factores el sexo de los pollos y su carácter de afectados o no por siega. Los resultados se indican en la tabla 8.4.

Tabla 8.4. ANOVAS bifactoriales para las variables tasa de crecimiento en peso hasta la edad de 20 días, peso y tarso en edad de vuelo, en relación a los factores sexo y categoría de afectación por siega.

Variable	Factor	F	p
<i>tasa</i>	sexo	15,9	0,001
<i>crecimiento</i>	afectado/no	3,4	0,06
<i>en peso</i>	interacción	0,1	0,7
<i>peso</i>	sexo	55,9	<0,001
	afectado/no	2,7	0,1
	interacción	0,007	0,9
<i>tarso</i>	sexo	6,9	0,009
	afectado/no	6,9	0,009
	interacción	0,6	0,4

El peso en edad de vuelo no parece ser sensiblemente afectado por la siega. Esto podría ser reflejo de que durante el crecimiento, los pollos supervivientes a la siega serían capaces de alcanzar valores

similares a los de los pollos cuyo crecimiento se completó antes de producirse esta actividad. El efecto de la siega se aproximó al nivel de significación para la tasa de crecimiento en peso, mientras que para la longitud final del tarso el efecto fué altamente significativo. Para las tres variables, los valores medios en los nidos afectados por siega fueron menores. La siega parece afectar al crecimiento de los pollos, disminuyendo su tasa de crecimiento y en general su tamaño corporal, aunque su peso final no difiere respecto al de pollos no afectados por esta actividad. La ausencia de diferencias en el peso final pudiera ser consecuencia de un periodo de crecimiento más prolongado, debido a la menor tasa de crecimiento. Por otra parte, la mayor mortalidad para el conjunto de las causas, en nidos afectados por siega en etapas tempranas del crecimiento, podría conllevar unas relativamente mejores condiciones de crianza en los pollos que consiguieran sobrevivir. No obstante, otros factores no directamente relacionados con la siega pueden influir sobre el crecimiento de los pollos (variaciones en la disponibilidad de alimento relacionadas con la fenología, climatología), por lo que las conclusiones respecto al posible efecto de la actividad de siega tienen una validez limitada.

8.7 Efecto de la siega sobre la reproducción en esta población: conclusiones.

Estos resultados sugieren que en la zona de estudio, las condiciones climáticas y el tipo de cereal más utilizado, conllevan la existencia de condiciones desfavorables para el desarrollo del proceso reproductivo de los aguiluchos, lo que se traduce en una tasa de productividad insuficiente para mantener la estabilidad numérica de la población. Además de la mortalidad derivada directa o indirectamente de esta actividad, parece existir un cierto efecto sobre el crecimiento, y quizás sobre la condición física con la que los pollos supervivientes a la siega abandonan el nido. Los datos disponibles sobre la superficie de distintos cultivos herbáceos para la comunidad Castellano Manchega, permiten suponer que la situación descrita en este estudio es extensible al resto, ya que la superficie sembrada de cebada, triplica a la de trigo o avena, y las condiciones climáticas

son similares. El impacto que la siega pueda previsiblemente causar no debe diferir sensiblemente del aquí descrito.

No se dispone de información adecuada para valorar en qué medida a nivel peninsular, la mortalidad por siega se solapa con otras posibles causas naturales de mortalidad durante la fase de crecimiento de los pollos (competencia, depredación). Los datos obtenidos en este estudio indican que la mortalidad debida a causas naturales en esta población (35-40% del total de pollos nacidos) es claramente inferior al valor estimado de mortalidad directa por siega (70 %). La información relativa a la mortalidad juvenil tras el vuelo en la especie es muy escasa, aunque presumiblemente sea alta debido a su largo viaje migratorio. Para *Circus cyaneus*, Watson (1977) aporta una cifra del 62 % de mortalidad en el primer año y del 30 % para tercer año y sucesivos.

No existe información suficiente respecto al grado de filopatria de la especie, y por tanto, sobre la posible inmigración de individuos procedentes de otras poblaciones que pudieran tener una productividad superior al estar menos afectadas por la siega, que podrían compensar el reducido éxito reproductivo en la zona de estudio. La gran extensión de siembras en la comarca permitiría el asentamiento de individuos nacidos en otras áreas, quizás jóvenes en su primera reproducción, que podrían ser atraídos por la presencia en las mismas de adultos que ya hubiesen ocupado previamente estos territorios, manteniendo en conjunto una cierta estabilidad en el tamaño de su población.

Para otras zonas de la Península, la mortalidad debida a la actividad de siega podría variar sustancialmente en función de los 2 factores que parecen ser determinantes del impacto de esta actividad: tipos de cultivos en los que nidifica la especie y características climáticas en primavera, especialmente pluviométricas. Como ya se ha comentado, en áreas en las que el trigo sea el cultivo predominantemente usado por los aguiluchos para nidificar, es probable que una mayor proporción de pollos alcance la edad de vuelo antes de la llegada de las máquinas. Condiciones climáticas favorables (lluvias

de final de primavera que retrasen el inicio de esta actividad) pueden también influir de forma importante incrementando la productividad de la especie en estas zonas.

En relación con la posible influencia de ambos factores, cultivos y precipitaciones, en otras áreas, podemos señalar que en la comarca de Antequera (N de Málaga), la densidad de aguiluchos reproductores es elevada (40-50 parejas en unos 200 km²). Según los datos de cultivos para el año 1993 en esa provincia, el trigo es el cultivo mayoritario, (67 % del total sembrado en cereal, frente al 28 % de cebada), a la vez que el nivel de precipitaciones primaverales (marzo-junio) durante ese año fué de 107 mm. La siega en esa zona, a pesar de su latitud más meridional, comenzó a finales de junio, cuando la mayor parte de los pollos eran ya capaces de volar. En estas condiciones, el impacto previsible por siega es muy inferior al obtenido en el Campo de Montiel. Si por término medio estas condiciones predominan a lo largo del tiempo, podrían explicar al menos parcialmente la importante presencia de la especie en esa zona.

En la actualidad no existen estudios que cuantifiquen el impacto de la siega en la mayor parte del país, ya que sólo se dispone de información de áreas concretas. Por ello, sería necesario disponer de información que permita evaluar de forma comparada, el efecto de los factores que parecen influir en el impacto causado por la siega. En la zona de estudio, la siega supone una fuerte presión selectiva, que afecta especialmente a los nidos tardíos, cuyo fracaso es prácticamente seguro. Si a nivel poblacional existiesen diferencias fenotípicas entre los individuos reproductores tempranos y tardíos (en tamaño, u otros caracteres), podría estar produciéndose una selección a favor de las características de los individuos de reproducción temprana, que conseguirían criar con mayor éxito a sus pollos. Con los datos disponibles, no podemos valorar esta hipótesis, aunque sería de gran interés determinar si, en relación con la fenología reproductora, existen diferencias fenotípicas entre los adultos.

CAPÍTULO 9. EFECTO DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LAS VARIABLES REPRODUCTIVAS.

El desarrollo del trabajo de investigación conlleva el producir molestias que pueden influir en el normal desarrollo del proceso reproductor. Diversos autores han descrito un efecto negativo sobre la reproducción en distintas especies, ocasionado por perturbaciones causadas por el hombre, ya sean éstas intencionadas o no (Boyle y Samson, 1985). Este efecto puede manifestarse a través de situaciones de alarma por parte de los adultos, que pueden repercutir en el estado nutricional de los pollos (Fernández y Azcona, 1993).

En el caso de *Circus pygargus* en la Península Ibérica, la nidificación se produce en un medio con una presencia humana casi constante (labores agrícolas diversas), que parece no afectar inicialmente a la elección de los lugares de nidificación y a las primeras fases del proceso reproductor. El trabajo de investigación realizado supone unas molestias añadidas, ya que la entrada a los nidos pudiera tener un efecto negativo sobre algunos de las variables reproductivas, ya sea mediante la interrupción de la incubación o por disminución en el cuidado de la pollada por parte de la hembra. Durante este estudio se ha intentado minimizar este posible efecto, reduciendo el tiempo de estancia en los nidos y la permanencia en sus proximidades tras la toma de datos.

En las fases de puesta e incubación, las molestias ocasionadas por el trabajo de investigación pueden considerarse despreciables, ya que las observaciones para localizar los nidos se realizaron a distancia, sin perturbar el normal desarrollo del apareamiento, construcción de nidos y puesta. La primera entrada a los nidos tuvo lugar en fechas en las que ya se había producido la eclosión de los huevos en la mayor parte de los mismos, por lo que consideramos que no ha influido en la tasa de eclosión. El tiempo de toma de datos/nido durante esta fase fue inferior a 5 minutos, por lo que parece muy improbable que se produjera algún efecto negativo sobre las puestas

todavía en incubación o los pollos de corta edad. En general, las hembras volvían a entrar en los nidos al alejarnos de la zona de cría. En algunas ocasiones en las que la hembra estaba incubando en el momento de producirse nuestra visita, entró de nuevo en el nido cuando nos habíamos alejado a una distancia de tan sólo 100 m.

En controles posteriores para la toma de datos biométricos en los pollos, el tiempo empleado en cada visita aumenta proporcionalmente al número de nidos y de pollos existentes en la colonia. Ello implica un mayor grado de interferencia en el proceso reproductor que podría conllevar un efecto sobre la supervivencia o crecimiento de los pollos. Para minimizar este efecto, las visitas durante el periodo de crecimiento se hicieron con una periodicidad de 5-6 días, siendo el tiempo aproximado de permanencia en la zona de 30-45 minutos. Aunque las molestias directas ocasionadas por las visitas pueden considerarse reducidas, en base al periodo de tiempo transcurrido entre ellas, podría producirse un efecto indirecto a través de una mayor dedicación por parte de la hembra a la vigilancia de los pollos cuando éstos tienen una edad superior a 15-20 días, reduciéndose el tiempo dedicado a la caza y obtención de comida complementaria a los aportes del macho.

Se ha valorado el posible efecto ocasionado por las molestias derivadas de la toma de datos, mediante un análisis de correlación entre el número de visitas realizadas a los nidos para la toma de datos y diversos parámetros reproductivos: mortalidad (excluyendo la originada por la siega), tasa de crecimiento hasta la edad de 20 días y peso estimado de vuelo (tabla 9.1). Para la tasa de crecimiento se han considerado sólo los nidos para los que se dispone de medidas de todos los pollos que sobrevivieron hasta la edad de 20 días. Para el peso en edad de vuelo, se consideraron únicamente los nidos para los que se dispone del valor de peso en edad superior a 25 días de todos sus pollos. Se ha asumido en este análisis que el posible efecto sobre la reproducción ocasionado por la investigación, sería proporcional al número de visitas realizadas a los nidos. No obstante, no se ha cuantificado el tiempo de estancia/visita, por lo que el criterio empleado no refleja con exactitud el grado de perturbación ocasionado.

Tabla 9.1 Coeficientes de correlación de Spearman entre el número de visitas a los nidos y diversas variables reproductivas. N: número de nidos.

	Mortalidad	Tasa crecimiento	Peso vuelo
N° visitas	r_s -0,14	-0,31	0,17
	p=0,2	p=0,09	p=0,4
N	68 nidos	28 nidos	23 nidos

No se obtuvo una correlación significativa entre el número de visitas/nido y la mortalidad de pollos, tasa de crecimiento o peso estimado de vuelo, lo que sugiere que no se ha producido un efecto sensible de la investigación sobre ambos parámetros. Se obtuvo, no obstante, una tendencia negativa en la correlación para la tasa de crecimiento en peso. Si realizamos este análisis por separado para los nidos de cada una de las clases de fenología consideradas (tempranos y tardíos), la correlación negativa fué significativa para la tasa de crecimiento en peso en las polladas tardías ($r_s=-0,73$ p=0,03; N=9), pero no en las tempranas ($r_s=-0,04$ p=0,8 N=18). No obstante, este resultado no implica necesariamente un efecto negativo derivado de la investigación. El número de visitas es paralelo al incremento en edad de los pollos, solapándose en el tiempo con el proceso de siega del cereal, momento a partir del cual la posibilidad de otras perturbaciones no relacionadas con la investigación (empacado de la paja, entrada del ganado a los rastrojos, siega en parcelas adyacentes) aumenta de forma considerable. No ha sido posible valorar para cada nido o pollo el grado de posibles molestias ocasionado por otras causas distintas a la toma de datos, por lo que no podemos evaluar su contribución real a esta tendencia a la disminución en la tasa de crecimiento. Este tipo de interferencias posteriores a la siega, por ejemplo, entrada de ganado o empacado, suelen ser de mucha mayor duración que las visitas para la toma de datos, por lo que cabría esperar que produjesen un mayor efecto, principalmente a través de la reducción de la tasa de cebas a los pollos.

Podemos concluir que la realización de este trabajo apenas ha

afectado negativamente a la población estudiada. Se ha reducido ligeramente la tasa de crecimiento en nidos tardíos, en los cuales se solapan en mayor medida otro tipo de molestias posteriores a la siega del cereal, a la vez que empeoran las condiciones para la crianza de los pollos. El peso en edad de vuelo, variable considerada como indicativa del estado con el que los pollos, abandonan el nido e indirectamente de sus posibilidades futuras de supervivencia, no parece haber sido afectado por la investigación.

CAPÍTULO 10. ALIMENTACIÓN.

El estudio del régimen trófico de una especie reviste especial interés, ya que su disponibilidad cuantitativa y cualitativa puede influir de forma importante en factores como el grado de territorialidad o la competencia interespecífica (Nilsson et al, 1982; Korpimaki, 1986; Newton et al, 1986; Rich, 1986; Temeles, 1987,1990; Dunk y Cooper, 1994), el grado de poliginia (Ewald y Rohwer, 1982; Simmons, 1986), la productividad (Högstedt, 1981; Smith et al, 1981; Newton y Marquiss, 1986; Simmons, 1986; Korpimaki, 1987) y sobre el crecimiento y la condición física con la que los pollos inician su proceso de independencia y posterior dispersión o migración (Korpimaki y Lagerström, 1988; Dijkstra et al 1988; Viñuela, 1990).

El aguilucho cenizo se alimenta de presas de pequeño tamaño, generalmente de peso inferior a 60 g (Hiraldo, 1975). Diversos estudios realizados sobre su alimentación en distintos puntos de su área de distribución (Castroviejo, 1968; Garzón, 1974; Hiraldo et al, 1975; Schipper, 1973; Underhill-Day, 1993), indican que está basada principalmente en pequeñas aves (alaudidos, gallináceas), mamíferos (*Microtus*, jóvenes de *Oryctolagus* o *Lepus*) e invertebrados (ortópteros en su mayoría). En ciertas zonas, la especie depende para su alimentación de micromamíferos (*Microtus arvalis*), habiéndose descrito sensibles variaciones en la densidad de parejas y en su productividad en relación con la abundancia de este tipo de presas (Leroux, 1987).

El estudio del régimen trófico en la zona de estudio se ha realizado en base a los restos de presas y egagrópilas observadas durante las visitas a los nidos. El número de muestras analizadas ha sido reducido, debido a la escasez de egagrópilas encontradas en los nidos. Los adultos tienden a posarse en los barbechos o linderos cercanos, sin tener puntos fijos, lo que dificulta la localización de las egagrópilas sin perturbar con su búsqueda el proceso reproductor.

10.1 RESULTADOS DEL ANALISIS DE EGAGRÓPILAS Y PRESAS EN NIDO.

Se han analizado 31 egagrópilas y 18 restos de presas encontradas en los nidos durante el periodo 1993-1994 (tabla 10.1). Debido a que nuestra primera entrada a los nidos se produjo a finales de mayo, los restos analizados corresponden a las fases de final de incubación y de crecimiento de los pollos. El análisis conjunto de ambos tipos de materiales proporciona una visión más completa sobre el espectro alimenticio de la especie, si bien determinados tipos de presas pueden aparecer incorrectamente valoradas en función de su digestibilidad o tamaño, lo que puede influir en su frecuencia de aparición en las egagrópilas y en la probabilidad de ser encontradas en el nido en nuestras entradas, con el consiguiente error en la evaluación de su importancia en la dieta (Delibes, 1975; Schipper, 1973; Veiga, 1982; González, 1991).

Tabla 10.1 Resultados por tipos de presas (número y porcentaje de egagrópilas y restos en nido en que aparecen (egagrópilas N=31; restos en nido N=18)).

PRESAS	EGAGRÓPILAS		RESTOS EN NIDO		TOTAL	
		%		%		%
AVES	18	58%	10	55,5%	28	57 %
Alectoris	-		8		8	
Galerida sp.	-		2		2	
Huevos	2		-		2	
Indeterm.	16		-		16	
MAMÍFEROS	16	51%	8	44,5%	24	49 %
Lepus	15		8		23	
Indeterm.	1		-		1	
REPTILES	1	3%	-		1	2 %
INSECTOS	16	51%	-		16	32 %
Formicidos	15		-			
Coleópteros	1		-			
MAT. VEGETAL	14	45%	-			

Los tipos de presas más frecuentes fueron las aves (57 %) y los mamíferos (49 %). En términos de biomasa, ambos grupos de presas aportarían casi la totalidad del alimento durante este periodo. Aunque, el reducido número de muestras analizadas no permite excluir la posibilidad de que reptiles o artrópodos formen parte de su dieta en mayor proporción a la aquí obtenida, las aves y mamíferos seguirían siendo el componente mayoritario. El peso de los pollos de perdiz capturados por los aguiluchos osciló entre los 18 y 100 g. El rango de peso de los lebratos fue 50-100 g. Los restos de insectos encontrados en las egagrópilas, correspondían casi exclusivamente a Formícidos y a Coleópteros, los cuales es probable que fueran ingeridos de forma secundaria al capturar los aguiluchos vertebrados insectívoros, principalmente aves. El material vegetal aparecido en las egagrópilas (granos de cereal y fragmentos de tallos herbáceos), podría haber sido ingerido para favorecer la regurgitación o formando parte de los restos de contenido estomacal de otras presas.

Con respecto a los resultados de otros estudios sobre alimentación de la especie, (Hiraldo et al, 1975), destaca la casi inexistente aparición de insectos en las egagrópilas analizadas en el Campo de Montiel. Además de posibles diferencias geográficas respecto a la abundancia de los distintos tipos de presa, esto pudiera ser debido a la fase del periodo reproductor en la que fueron obtenidas las muestras (crecimiento de los pollos), en la que se requiere un elevado aporte de proteínas. Durante este periodo, serían las aves y los mamíferos los componentes esenciales tanto en número, como en biomasa en su alimentación. Los artrópodos quizás pasarían a tener mayor importancia tras el vuelo de los pollos, periodo en el que hemos observado frecuentemente a los pollos volanderos capturar ortópteros en los rastros. Observaciones personales de capturas de presas en la zona de estudio y en el área de Cabañeros, donde se producen concentraciones de aguiluchos en la migración postnupcial, indican que este grupo sería un componente importante en la dieta ya entrado el verano, coincidiendo con el vuelo de los pollos y el viaje migratorio.

No disponemos de información sobre posibles variaciones

estacionales de la importancia en la dieta de los dos tipos de presa principales. No obstante, es probable que durante la fase de cortejo, puesta e incubación, el grupo de los mamíferos sea mayoritario. En la fase de crianza de los pollos, las aves pasarían a ser un componente importante de su dieta. Esta posible variación podría ser consecuencia de una diferente disponibilidad de cada tipo de presa a lo largo de la estación reproductora. Parece razonable asumir que al inicio de primavera, las crías de lagomorfo y pequeños roedores, serían más abundantes que las aves, y su pequeño tamaño permitiría a los aguiluchos su captura. Al avanzar la estación, la disponibilidad de lagomorfos disminuiría, ya que los lebratos o gazapos pasarían a tener un tamaño inadecuado para su captura por los aguiluchos, a la vez que se incrementaría la disponibilidad potencial de pequeñas aves (pollos y jóvenes passeriformes y pollos de *Alectoris*). Ya entrado el verano, el incremento en las poblaciones de Ortópteros conllevaría la aparición de un recurso trófico abundante y poco costoso de capturar, especialmente para los jóvenes del año. Los aguiluchos podrían aprovechar así al tipo de presa más abundante (y/ o más accesible en función de su tamaño) en cada momento, depredando durante la crianza de sus pollos sobre especies que les aportan un elevado nivel de proteínas necesario para su crecimiento. Esta posibilidad es sugerida por Hiraldo et al (1975), al valorar la composición estacional de las presas de *C. pygargus* en Andalucía Occidental.

10.2 FRECUENCIA DE APORTES DE PRESAS A LOS NIDOS.

La frecuencia de aportes de presas a lo largo del periodo reproductor se ha estudiado durante los años 1993 (127 horas de observación) y 1994 (36,3 horas) en el núcleo de cría número 1 (tabla 10.2). Sólo se han contabilizado los periodos de observación de duración superior a 30 minutos, siendo la duración media de los periodos de observación de 2,2 horas (d.t=1,3). La distancia desde la que se realizaron las observaciones (800-1.000 m) y la proximidad entre los nidos de este núcleo, ha impedido conocer en muchos casos el nido concreto al que un macho aportaba presa, por lo que se han considerado conjuntamente todas las observaciones realizadas para esta colonia. Los

valores obtenidos de aportes/hora se han dividido entre el número de nidos (o pollos) presentes cada año para obtener un índice de aportes/hora/nido (pollo). Para el periodo 2 se consideró el número de pollos nacidos y para el periodo 3 el número de pollos en vuelo.

Tabla 10.2 Aportes de presas al nido en los periodos considerados. El valor medio de aportes/hora/nido (/pollo) se ha calculado en base al número de nidos (pollos) existente en cada uno de los periodos. Se ha dividido la estación reproductora en 3 periodos, que se corresponden aproximadamente con las fases de puesta e incubación (1: anterior al 18 de mayo), crianza de los pollos hasta su emplumamiento (2: 19 mayo a 20 de junio) y periodo de dependencia de los pollos tras el vuelo (3: posterior al 20 de junio). Para 1994, sólo se obtuvo un número horas de observación aceptable para el primer periodo.

AÑO 1993

	HORAS				
PERIODO	OBSERV.	Nº APORTES	APORTES/HORA	APORTES/H/NIDO	APORTES/H/POLLO
1	58,8	11	0,18	0,03	-
2	43,4	27	0,62	0,15	0,069
3	24,8	20	0,80	0,20	0,090
Total	127	58	0,45	0,09	0,05

AÑO 1994

PERIODO	HORAS	Nº APORTES	APORTES/HORA	APORTES/H/NIDO	APORTES/H/POLLO
1	31,8	2	0,062	0,02	-
2	4,5	2	0,44	0,146	0,048
Total	36,3	4	0,11	0,036	0,036

Los valores medios de las variables aportes/hora y aportes/hora/nido para el periodo 1, no mostraron diferencias interanuales significativas (test U de Mann Whitney: $U=117$ $p=0,06$ y $U=121$ $p=0,08$ respectivamente). Al considerar únicamente el año 1993, se obtuvieron diferencias significativas entre los 3 periodos, tanto

para la frecuencia de aportes/hora (test de Kruskall Wallis: $X^2=16,4$ $p=0,003$ $N=50$), como para la frecuencia de aportes/hora/nido (test de Kruskall Wallis: $X^2=18,7$ $p<0,001$ $N=50$). No se obtuvo sin embargo, diferencia significativa para la frecuencia de aportes/hora/pollo en los periodos 2 y 3 (test de Kruskall Wallis: $X^2=0,8$ $p=0,3$).

Según los valores medios de frecuencias de presas obtenidos durante los periodos 2 y 3, y asumiendo un periodo de 14 horas de luz diaria en la fase de crianza de los pollos (meses de mayo y junio), el número de presas aportadas/nido/día en esta zona durante 1993, sería de 2,17 (periodo 2) y 2,82 (periodo 3). Estos valores son muy inferiores a los obtenidos para *C. pygargus* en Reino Unido (5,1 presas/día/nido; Underhill-Day, 1992) y para *C. cyaneus* (rango 0,69-0,85 presas/hora/nido; equivalente a 9,2-11,9 presas/nido/día para un periodo de 14 horas; Picozzi, 1978).

Esta reducida frecuencia de aportes/nido observada, podría ser consecuencia de una infravaloración de la tasa real de aportes a los nidos, motivada por la distancia desde la que se hicieron las observaciones, que pudo causar el que algunos aportes de presa no fueran observados. Al final del periodo de crecimiento de los pollos y en la fase previa a la independencia, las hembras también cazan en las proximidades de nido, por lo que posibles cebas a los pollos sin que hubiera aporte por parte del macho pudieron pasar desapercibidas. Cabe igualmente la posibilidad de que la frecuencia de aportes sea aproximadamente correcta, lo que podría implicar un reducido aporte de alimento para el crecimiento de los pollos, si la calidad o el tamaño de las presas aportadas no fuese suficiente para compensar su bajo número. Pensamos que esta segunda posibilidad es la correcta. Durante 1993, nacieron en este núcleo de cría 12 pollos en 4 nidos, (un 5º nido, muy tardío, perdió la puesta a consecuencia de la siega). El número de pollos nacidos en estos nidos fué 6, 3, 2 y 1. En el nido con 6 pollos, 3 murieron a una edad inferior a 10 días, probablemente por competencia intrapollada resultado de la asincronía de eclosión y de una probable limitación en la disponibilidad de alimento. En 1993, en este núcleo de cría se observaron un máximo de 3 machos, por lo que

pudo producirse algún caso de poliginia. Este año se caracterizó además por una acusada sequía primaveral, (44,3 mm de lluvia en marzo-abril) y periodos continuos de lluvia y bajas temperaturas en la segunda mitad de mayo (40 mm de precipitación en este mes), que pudieron influir negativamente sobre la disponibilidad de alimento, y por tanto, sobre el número de presas aportadas a los nidos. No obstante, esta aparentemente reducida frecuencia de aportes de presas, no afectó al peso de los pollos que sobrevivieron hasta la edad de vuelo en esta zona, cuyo valor medio no mostró diferencias con respecto al de años precedentes (ANOVA $F_{1,42}=0,46$; $p=0,5$). Por tanto, es posible que esta presumible escasez de alimento durante la crianza de los pollos en este año se tradujera en mortalidad de pollos, más que en una peor condición de éstos al alcanzar la edad de vuelo.

10.3 EFECTO DE LA ACTIVIDAD CINEGÉTICA SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE PRESAS PARA LOS AGUILUCHOS.

Debido a que algunas de las especies potencialmente presa de los aguiluchos son objeto de actividad cinegética intensiva, se ha intentado valorar el posible impacto que la caza pudiera tener sobre la reproducción de los aguiluchos, al influir en la disponibilidad previsible de alimento. Para ello se realizó un análisis de correlación entre diversas variables reproductivas y el número de capturas en la temporada cinegética (invierno) precedente a cada estación reproductora (tabla 10.3). Debido a que no existen estadísticas fiables sobre las densidades o número de capturas de las poblaciones presa objeto de caza comercial (básicamente perdiz común, conejo y liebre) para el conjunto del área de estudio, este análisis se ha realizado a partir de los datos anuales de piezas cobradas en el Coto Social de Torrenueva (8.500 Ha), gestionado por la Administración autonómica, en el que se situaron dos de los núcleos de cría de aguilucho más importantes durante el periodo de estudio (núcleos 1 y 2). El número de piezas cazadas en estos cotos en los diferentes años depende de múltiples factores, difíciles de objetivizar a la hora de realizar análisis plurianuales (experiencia de los cazadores, condiciones climatológicas durante las jornadas de caza, etc), por lo que los datos de capturas se han

referido en relación al número de grupos de cazadores para cada temporada cinegética, obteniéndose un índice de capturas cinegéticas expresado como número de piezas/grupo de cazadores. En las figura 10.1 se representa el número de nidos y los resultados de capturas cinegéticas en la temporada de caza anterior a cada periodo reproductor.

El valor de capturas anormalmente bajo observado en el año 1991 (temporada 1991-1992), quizás se deba en parte a un invierno con abundantes lluvias, que dificultaron el ejercicio de la caza. Este declive, no obstante, pudiera también deberse a una presión cinegética excesiva, ya que durante la temporada cinegética 1990-1991, el número de grupos de cazadores fue un 23 % superior al de años precedentes, debido a un mayor número de jornadas de caza en este coto. Similar explicación podría ser válida para el descenso en el año 1993 (temporada 93-94). En ambos casos se observa un descenso en el número de capturas/grupo en la temporada siguiente (figura 10.1). En esta figura se indica también el número de nidos de aguilucho localizados en la temporada de cría posterior en este coto.

Figura 10.1 Número de piezas capturadas (perdices+liebres) en la temporada cinegética *previa* al periodo reproductor de los aguiluchos, y número de nidos en el Coto Social de Torrenueva en los diferentes años.

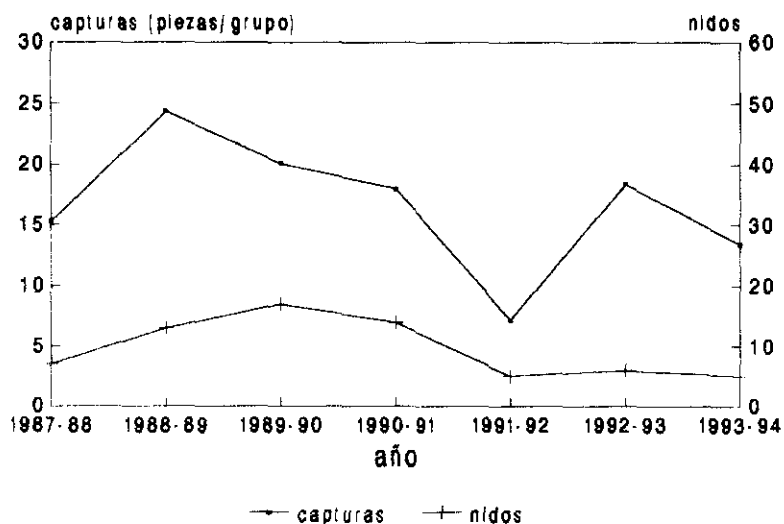


Tabla 10.3 Coeficientes de correlación de Spearman para las capturas cinegéticas en la temporada previa a la época reproductora y diversos parámetros reproductivos para *C. pygargus* en el Coto Social de Torrenueva (PNAC: media de pollos nacidos/nido; PVNPN: media pollos en vuelo/nidos con pollos nacidos; PVNPV: media pollos en vuelo/nidos con al menos 1 pollo en vuelo).

	NºNIDOS	TAMAÑO PUESTA	PNAC	PVNPN	PVNPV
PERDICES+LIEBRES	0,87 p=0,01 N=7	-0,64 p=0,1 N=7	0,14 p=0,7 N=6	-0,94 p=0,005 N=6	0,05 p=0,8 N=6
PERDICES	0,83 p=0,01 N=7	-0,39 p=0,3 N=7	0,44 p=0,3 N=6	-0,71 p=0,1 N=6	0,17 p=0,6 N=6
LIEBRES	0,63 p=0,1 N=7	-0,63 p=0,1 N=7	0,02 p=0,9 N=6	-0,88 p=0,01 N=6	0,11 p=0,8 N=6

Los resultados de capturas en un año concreto pueden interpretarse de forma contradictoria, ya que un mayor número de capturas podría implicar que las especies cinegéticas fueron más abundantes durante la temporada de caza, por lo que si esta presión no fuese excesiva, existiría una mayor disponibilidad relativa en la temporada reproductora siguiente. Alternativamente, si la presión sobre estas especies durante la caza fuese excesiva, un mayor número de capturas supondría una disminución en la población reproductora de ambas especies en la primavera siguiente y una potencial reducción del alimento futuro para los aguiluchos. La carencia de censos de parejas reproductoras de perdiz o abundancia relativa de liebres durante la temporada de cría impiden evaluar con fiabilidad cuál de estas interpretaciones es correcta.

La correlación positiva entre el número de capturas (totales y perdices) y el número de parejas (nidos) reproductoras de aguilucho en la primavera siguiente parece apoyar la primera posibilidad enunciada, un mayor número de capturas sería indicativa de una mayor abundancia

de estas especies cinegéticas y por tanto de su población potencialmente reproductora, con la consiguiente mayor disponibilidad de alimento para los aguiluchos. No obstante, esta correlación podría carecer de significado biológico, estando quizás el número de parejas (nidos) más relacionado con otros factores considerados en el capítulo 5 (lluvias en marzo, estado de las siembras) u otros no determinados (mortalidad invernal en Africa). Esta segunda posibilidad parece ser más correcta, ya que en el análisis de correlación parcial realizado entre las *capturas en la temporada previa* y el *número de nidos*, controlando el posible efecto de las *precipitaciones en marzo*, no se obtuvo un resultado significativo ($r=0,37$ g.l=4 $p=0,4$). La correlación entre *precipitaciones en marzo* y el *número de nidos*, controlando el posible efecto de la variable *perdices capturadas*, se mantuvo en el sentido esperado ($r=0,73$ g.l=4 $p=0,09$). No disponemos de información sobre variaciones en la abundancia de especies presas en cotos limítrofes, situados a una distancia de 2-3 km de los puntos de cría, y no podemos excluir la posibilidad de que sea la disponibilidad de alimento en la zona en su conjunto, y no sólo en las proximidades de los puntos de nidificación la que influya tanto sobre el tamaño de la población reproductora de aguiluchos, como sobre su éxito reproductivo.

A la vez, se obtuvieron correlaciones significativamente negativas entre el número de capturas cinegéticas totales (liebres + perdices), el número de liebres cazadas en un año y el éxito reproductivo (PVNPN: número de pollos en vuelo/nido con pollos nacidos) de los aguiluchos en la temporada de cría siguiente. Ello podría interpretarse como indicativo de un efecto negativo de la actividad cinegética previa sobre su reproducción, que se manifestaría mediante una menor disponibilidad de alimento en la temporada reproductora, especialmente de liebres. Este resultado es aparentemente contradictorio con lo expuesto en el párrafo anterior. No obstante, debido a que el éxito reproductivo está a su vez negativamente correlacionado con el número de nidos, la posible relación negativa entre el número de capturas y este parámetro podría deberse en realidad a un efecto del mayor número de nidos. Para valorar esta posibilidad, se realizó un análisis de correlación parcial controlando el efecto de

la variable *número de nidos* (tabla 10.4).

Tabla 10.4 Correlaciones parciales controlando el efecto de la variable *número de nidos* entre capturas cinegéticas en cada temporada cinegética y el éxito reproductivo (PVNPN) de los aguiluchos en la primavera siguiente.

	r	p	g.l
PERDICES + LIEBRES	-0,82	0,08	3
PERDICES	-0,76	0,13	3
LIEBRES	-0,91	0,03	3

La tendencia en las correlaciones se mantiene, aunque sólo llega a ser estadísticamente significativa para el número de liebres cazadas en la temporada previa. Parece por tanto, que la presión cinegética en estos cotos pudiera influir en alguna medida sobre la reproducción de los aguiluchos. No obstante, un análisis más completo de este posible efecto exigiría conocer con mayor detalle el uso espacio-temporal del hábitat que realizan los aguiluchos, ya que debido a su amplio radio de campeo parte de su alimento deben obtenerlo en otros cotos privados adyacentes, en los que generalmente la densidad de las especies presa es superior.

Otros factores diferentes de la disponibilidad de alimento pueden también influir sobre el éxito reproductivo de los aguiluchos. En relación con la actividad de siega en este núcleo de cría, la mortalidad directa causada por cosechadoras o intencionada durante el periodo de estudio ha sido mínima, por lo que la reproducción de la especie ha estado determinada esencialmente por la disponibilidad de alimento y los problemas posteriores derivados de la siega del cereal comentados en el capítulo 8.

10.4 IMPACTO DE LOS AGUILUCHOS SOBRE ESPECIES CINEGÉTICAS EN LOS NÚCLEOS 1 y 2.

En relación con la protección del aguilucho cenizo frente a la

persecución derivada de la actividad cinegética, reviste especial importancia el conocimiento de su dieta. Esta información es indispensable para valorar el posible impacto que pudiera ocasionar sobre las especies de interés cinegético, causa principal de la persecución de que es objeto, y adoptar medidas de protección adecuadas. El análisis que realizamos sobre el posible impacto del aguilucho cenizo sobre las especies cinegéticas es no obstante incompleto, ya que no existe apenas información sobre otros posibles factores de mortalidad que les afectan (climatología, enfermedades, reintroducción de ejemplares de granja, uso de pesticidas y el efecto de la propia actividad cinegética y de otros depredadores).

Se realizó un análisis de correlación entre distintas variables relacionadas con la abundancia y reproducción de los aguiluchos nidificantes en el Coto Social de Torrenueva (núcleos 1 y 2) y el número de capturas en la temporada cinegética siguiente a la estación de cría (piezas totales y perdices o liebres por separado) en los diferentes años. Se ha asumido que el impacto causado sobre las especies presa sería proporcional al número de parejas de aguilucho reproductoras en la zona. No obstante, parte del área de campeo de los aguiluchos se encontraría fuera de la superficie de este coto por lo que una parte de sus presas serían capturadas en otros cotos de caza próximos, para los que no se dispone de información sobre el número de piezas capturadas.

La posible depredación de especies cinegéticas por parte de otras especies no se ha considerado, debido a la falta de información disponible. No obstante, la densidad de otras rapaces que pudieran depredar sobre jóvenes de *Alectoris* o crías de lagomorfo en esta zona es reducida, por lo que su impacto sería probablemente inferior al que pudieran ocasionar los aguiluchos nidificantes. Otros depredadores generalistas, como la urraca (*Pica pica*) muy abundante en la zona, quizás afecten en mayor medida a una de las presas consideradas (*A. rufa*), pero no se dispone de información que cuantifique su posible efecto. Igualmente desconocemos el posible impacto de diversos mamíferos depredadores presentes en la zona (mustélidos, cánidos,

suidos). En la tabla 10.5 se indican los resultados del análisis de correlación entre distintos parámetros representativos del desarrollo del proceso reproductor de los aguiluchos y el número de piezas cobradas en la temporada cinegética siguiente al periodo de cría para el periodo 1988-1994 (temporadas cinegéticas 1988-89 a 1994-95).

Figura 10.2 Capturas en la temporada cinegética posterior a cada periodo reproductor (expresadas como número de piezas por grupo) y número de nidos controlados en el Coto Social de Torrenueva.

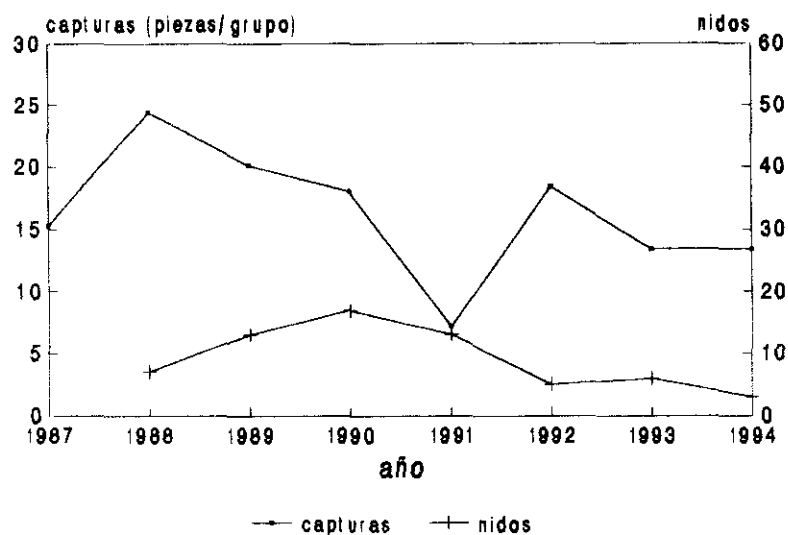


Tabla 10.5 Coeficientes de correlación de Spearman para diversos parámetros reproductivos de *C.pygargus* (valores medios anuales) y capturas cinegéticas en la temporada siguiente en el Coto Social de Torrenueva (PNAC: media pollos nacidos/nido; PVNPN: media pollos en vuelo/nidos con pollos nacidos; PVNPV: media pollos en vuelo/nidos con al menos 1 pollo en vuelo).

	PERDICES+LIEBRES	PERDICES	LIEBRES
Nº NIDOS	-0,12 (p=0,7)	-0,14 (p=0,7)	-0,16 (p=0,7) N=7
PUESTA	-0,57 (p=0,1)	-0,32 (p=0,4)	-0,71 (p=0,07) N=7
PNAC	-0,50 (p=0,3)	-0,61 (p=0,1)	-0,52 (p=0,2) N=6
PVNPN	-0,37 (p=0,4)	-0,02 (p=0,9)	-0,60 (p=0,2) N=6
PVNPV	-0,49 (p=0,3)	-0,31 (p=0,5)	-0,81 (p=0,05) N=6

El signo negativo de las correlaciones sugiere un posible efecto de la depredación por parte de los aguiluchos sobre el número de capturas cinegéticas. Para la tasa de vuelo (PVNPFV) y el número de liebres capturadas la correlación es significativa, lo que sugiere un cierto efecto de la depredación de los aguiluchos sobre *Lepus*, que sería superior al ejercido sobre la otra especie considerada, la perdiz roja. Aunque los resultados del análisis de presas indican una ligera mayor proporción de pollos de perdiz en su dieta, esta posibilidad parece razonable ya que, al consumo de *Lepus* durante la crianza de los pollos de aguilucho, debería añadirse la probable depredación sobre los lebratos durante las fases de cortejo y puesta (no cuantificada en este estudio, aunque sugerida indirectamente por el valor de correlación negativo entre el tamaño medio de puesta y las capturas de liebres).

10.5 CONSUMO DE PRESAS E IMPACTO DE LA DEPREDACION SOBRE *Alectoris rufa* EN EL CONJUNTO DEL AREA DE ESTUDIO.

En lo que respecta al género *Circus*, tan sólo para los aguiluchos lagunero, (*Circus aeruginosus*) y pálido (*C. cyaneus*), se han realizado estudios para cuantificar el efecto que la depredación produce sobre las especies de interés cinegético, (Picozzi, 1978; Underhill Day, 1989,1993; González, 1991). Para el aguilucho cenizo, especie cuyo hábitat característico en la Península coincide en mayor medida con las especies objeto de caza comercial, no existen estudios específicos sobre este aspecto.

Se ha intentado valorar cuantitativamente el efecto que la depredación por parte de los aguiluchos pudiera tener sobre la perdiz roja en el área de estudio, especie cinegética más valorada desde el punto de vista económico y presa potencial debido a su gran abundancia.

Para ello se ha estimado el consumo de presas para una pareja reproductora de la especie y para sus pollos durante las fases de crecimiento y periodo de dependencia hasta su migración. En base a los resultados del análisis de presas y egagrópilas, se ha considerado que

durante el periodo de crecimiento e independencia de los pollos en la zona (mediados de mayo a mediados de julio), la perdiz roja sería un componente importante de la dieta de los aguiluchos en este área. En este análisis asumiremos el valor obtenido del análisis de presas, (aprox. 50% del total de presas, y similar porcentaje en biomasa), ya que en el grupo "aves" gran parte de los restos encontrados en nido correspondían a pollos de *Alectoris*. Durante la fase de puesta y en buena parte de la incubación, los aguiluchos no depredarían sobre esta especie, ya que los primeros pollos de perdiz comienzan a observarse en la zona durante el mes de mayo, coincidiendo aproximadamente con el nacimiento de los pollos de aguilucho.

El cálculo de la biomasa consumida se ha realizado a partir de la estima de los requerimientos energéticos de los adultos y de los pollos en diferentes edades y de las observaciones de aportes de presas a los nidos a lo largo del periodo reproductor. Para los adultos el periodo durante el cual podrían alimentarse de pollos de *Alectoris* se ha estimado en 60 días (desde mediados de mayo a mediados de julio). Para los pollos, el periodo de estancia en la zona sería de unos 55 días (30 días hasta la edad de vuelo y 25 días de fase de dependencia hasta el inicio de la migración y abandono de la comarca).

Se ha considerado un peso medio para las presas capturadas de 30 g, valor medio del rango (1-60 g) indicado por Hiraldo et al. en un estudio realizado en el SW peninsular, y ligeramente inferior al obtenido por Schipper (37 g) y Underhill-Day en Holanda y Reino Unido. Los restos de *Alectoris* encontrados en nido, tenían un peso de 18 a 100 g, aunque predominaron los de menor tamaño, por lo que consideramos aceptable el valor de 30 g como peso medio.

- Estima de necesidades energéticas.

Se han estimado los requerimientos energéticos de ambos adultos y de los pollos en crecimiento a diferentes edades mediante la ecuación descrita por Kendeigh, (1969), que relaciona las necesidades calóricas diarias con el peso del ave. Según King y Farner (1961), el metabolismo

de mantenimiento supone entre el 70 y el 90% de las necesidades energéticas de un ave. En nuestros cálculos hemos considerado de forma conservativa el límite inferior de este rango (70 %), debido a que la especie es de pequeño tamaño, lo que implica unos mayores requerimientos energéticos por unidad de masa, y por tanto unas necesidades totales mayores.

$$\text{Log M} = -0,2673 + 0,7168 \times \text{Log PESO}$$

(M: metabolismo de mantenimiento expresado en Kcal, y el peso en g).

Para el cálculo de los requerimientos metabólicos de los adultos se han tomado los valores de peso dados por Nieboer (1973) (265 g para los machos y 345 g para las hembras). Para los pollos en crecimiento se han calculado los requerimientos para cada edad a partir de los valores medios de peso para cada edad durante el periodo de crecimiento (1 a 30 días) obtenidos en el estudio de crecimiento (capítulo 6). Los requerimientos durante el crecimiento serían por tanto, la suma de los requerimientos diarios para cada una de las edades. Para los pollos de edad superior a 30 días se han considerado los valores anteriormente citados para los adultos. La conversión de unidades de energía en biomasa se ha realizado siguiendo a Houston (1976). Consideramos que para aportar 100 Kcal/día se precisan 80 g de carne.

Según estos cálculos, el metabolismo de mantenimiento sería para el macho de 30,6 Kcal/día, y para la hembra de unos 35,2 Kcal/día. Las necesidades de ambos adultos se situarían en unas 65,8 Kcal/día, por lo que sus requerimientos energéticos según el criterio de King y Farner serían de unas 94 kcal/día (37,6 g de biomasa por individuo, aproximadamente el 12 % de su peso corporal). Para un pollo en crecimiento, las necesidades metabólicas totales estimadas hasta la edad de 30 días serían de 963,5 Kcal (770 g, equivalente a una media de 25 g/día). Para el periodo de dependencia hasta el abandono de la zona, aproximadamente 25 días más, consideramos que sus necesidades energéticas serían similares a las de los adultos, y su valor medio para ambos sexos estaría en torno a las 1.175 Kcal (860 g o 34,4 g/día). El valor estimado de unos 37,6 g/día de biomasa ingerida,

supone entre el 11 y el 13 % del peso corporal de los adultos de la especie. Este valor para adultos calculado a partir de necesidades metabólicas teóricas, es no obstante, muy similar al obtenido por Underhill-Day, 1992 (29,4 a 37,8 g/día), a partir de datos directos de aportes de presas por el macho a los nidos. Respecto a las necesidades energéticas de los pollos en crecimiento, probablemente sean superiores a las estimadas, dependiendo de diferencias en la tasa de asimilación del alimento con respecto a los adultos, para la que no disponemos de información sobre su posible variación con la edad, capacidad de termorregulación, etc.

En base a las consideraciones anteriores, las necesidades metabólicas teóricas de una pareja de aguiluchos adultos, durante el periodo de crianza de los pollos hasta su abandono de la zona (unos 55 días) supondrían unas 5.170 Kcal. A esta cifra se añadirían unas 2.138 Kcal necesarias para cubrir los requerimientos energéticos de 1 pollo. Para el tamaño de pollada con éxito más frecuente (3 pollos), las necesidades energéticas de los pollos serían de 6.414 Kcal y por tanto las de una pareja que criara con éxito 3 pollos serían de 11.584 Kcal. En términos de biomasa esto representan 9,26 Kg, lo que para un tamaño medio de presa de 30 g, supone un consumo teórico de 309 presas (5,6 presas/pareja/día). Esta cifra es similar a la aportada por Underhill-Day (5,1 presas/día) en base a las tasas medias de aportes de presas durante el periodo reproductor, y sensiblemente superior al valor de aporte de presas obtenidos en nuestra zona durante 1993 (2,1 a 2,8 apartado 10.1).

Si consideramos el valor medio de éxito reproductivo para la población estudiada de 1,7 pollos/nido, los requerimientos energéticos medios por pareja reproductora serían de unas 8.804 Kcal. Para suplir las necesidades alimenticias medias de una pareja de aguiluchos durante la fase final de incubación y crianza de los pollos en la zona (55 días), deberían aportarse 7.043 g de biomasa. Considerando un tamaño medio de presa de 30 g, esto nos daría una cifra de 234 presas durante la fase de crianza y periodo de dependencia de los pollos (equivalente a 4,2 presas/día).

Estima del consumo de pollos de perdiz común.

Si aceptamos que aproximadamente el 50% de las presas capturadas por los aguiluchos pertenecieran a jóvenes de la especie *Alectoris rufa*, el número de perdigones consumidos por una pareja reproductora de la especie con este valor medio de éxito reproductivo, se situaría en torno a los 117 por temporada de cría (2,1 perdigones/pareja/día) durante las fases de crianza y dependencia de los pollos en el área de estudio).

El número teórico de pollos de *Alectoris* consumido por temporada en la zona (62.000 Ha), para una población de 38 parejas reproductoras (año 1990) sería de 4.446 (0,07 perdigones/Ha), y para una población nidificante de 12 parejas (año 1994) de 1.404 (0,02 perdigones/Ha).

- Productividad de *Alectoris rufa* en la comarca.

Para evaluar el impacto que esto supone sobre las poblaciones de perdices, se ha estimado el número de perdigones nacidos en un año medio, en función de la densidad de *Alectoris* existente en el área de estudio. Dado que entre los diferentes cotos pueden existir sensibles diferencias en cuanto al número de parejas de perdiz existentes, los cálculos se han realizado para dos densidades diferentes de individuos adultos (0,05 parejas de perdiz/Ha y 0,2 parejas/Ha, considerados como apropiadas para áreas sobreexplotadas cinegéticamente, Lucio y Purroy 1992), lo que representa un número de parejas de perdiz de entre 3.100 y 12.400 en el área de estudio. Estos valores pueden ser representativos de la situación general en la comarca, aunque en determinados cotos la densidad de perdices en época reproductora es bastante mayor (0,3-0,4 parejas/Ha, Gullick, com. pers).

Existe escasa información para esta zona sobre la productividad de *A. rufa*. El tamaño medio de puesta de esta especie para la zona de estudio es de 13 huevos (APROCA, 1988). En este mismo estudio se indica un tamaño medio de pollada en eclosión de 11 pollos/nido, y un número medio de pollos/hembra de 5,5 en agosto. Desconocemos en qué proporción

se produce la pérdida completa de la puesta, por lo que los cálculos siguientes se realizarán asumiendo un valor de fracaso durante la puesta e incubación del 40 %.

Para el total del área de estudio, aceptando los valores de densidad y pérdida de puesta citados, el número de pollos de perdiz nacidos se situaría en un rango de 18.600 a 81.840. Sobre la base de este número teórico estimado de pollos de *Alectoris* nacidos y el consumo de presas estimado en el área de estudio en el año 1990 (máxima densidad de aguiluchos en la zona: 38 parejas reproductoras), las presas capturadas representarían entre el 5,4 y el 23,9 % del total de perdigones nacidos. En 1994, año de menor densidad de parejas de aguilucho (12 parejas), los porcentajes de perdigones capturados por los aguiluchos sobre el total de pollos nacidos serían 1,7 y 6,8 % respectivamente, para los dos valores de densidad de perdices adultas citados previamente.

La acción depredatoria de *C. pygargus* puede considerarse reducida si la comparamos con los datos de capturas cinegéticas para los términos municipales incluidos en el área de estudio. Durante la temporada cinegética 1990-1991, año en el que la población reproductora de aguiluchos en el área de estudio alcanzó su máxima densidad, con 38 parejas localizadas, el número de perdices abatidas por los cazadores según estadísticas oficiales, que probablemente infravaloren la cifra real, ya que no se cuantifican las piezas no cobradas y probablemente no se incluyan los datos de todos los cotos de la zona, fue de aproximadamente 32.200. Esta cantidad de aves cazadas representa el 40 % respecto al número teórico estimado de perdigones nacidos en el área de estudio, asumiendo una densidad de 0,2 parejas/Ha (para una densidad de 0,05 parejas/Ha el valor obtenido para el número teórico de perdigones nacidos no es realista, ya que es muy inferior al número real de capturas cinegéticas). Por tanto, es probable que la densidad real de perdices reproductoras y/o bien su productividad en ese año sean superiores al valor mínimo utilizado en nuestros cálculos.

El impacto teórico ocasionado por la depredación de los

aguiluchos (4.446 perdigones durante 1990, año de máxima densidad de reproductores en la zona) supondría aproximadamente el 13,8 % del total de perdices cazadas en los cotos de los términos municipales incluidos en el área de estudio.

Aunque parece que el efecto global de la depredación por parte de los aguiluchos sobre las poblaciones de *Alectoris* es reducido, si lo comparamos con el producido por la actividad cinegética, el efecto local sobre las poblaciones presa en el área próxima a donde se ubican los nidos pudiera ser mayor. Esto es debido a la tendencia de los aguiluchos a nidificar en colonias, lo que pudiera implicar una mayor tasa de depredación en alguna de las fases del periodo reproductor en áreas relativamente próximas a los nidos, que afectaría especialmente a los cotos en los que nidifican. No obstante, el área de campeo de los aguiluchos es muy amplio, (3-10 km de radio, a partir de los nidos, Schipper, 1977 y obs. pers.) por lo que cabría esperar que la presión depredatoria esté distribuida a lo largo del territorio y no incida especialmente en zonas concretas durante todo el periodo reproductor. Un mejor conocimiento del uso de los cazaderos permitiría evaluar con mayor fiabilidad su posible efecto sobre las especies de interés cinegético.

CAPITULO 11. DISPERSIÓN Y MIGRACIÓN.

Se denomina dispersión juvenil, al proceso que se produce tras la salida del nido, por el que los jóvenes abandonan el territorio de cría y de forma más o menos errática buscan áreas en las que asentarse hasta alcanzar la madurez sexual. Se han propuesto distintas hipótesis sobre las causas por las que los jóvenes dejan las áreas de cría en las distintas especies: disminución en el cuidado parental a través de una reducción en las cebas a los pollos, de una expulsión activa de los pollos por parte de los adultos (Moreno, 1984; Alonso et al, 1987; Ferrer, 1993) o de la necesidad de emprender el viaje migratorio (Bustamante e Hiraldo, 1990).

La duración y distancia del punto de cría a la que los jóvenes de cualquier especie se dispersan, puede estar sujeta a variaciones dependiendo de diversos factores: sexo, disponibilidad de posibles lugares de nidificación y de alimento de las áreas de dispersión o nidificación (Picozzi, 1978; Korpimaki y Lagerstrom, 1988).

Este periodo es de gran importancia, ya que influye en buena medida en las posibilidades de supervivencia de los jóvenes, una vez que han alcanzado su independencia de los adultos, y deben subsistir por sus propios medios. El que los jóvenes encuentren áreas favorables en las que pasar este periodo, hasta que adquieren la suficiente experiencia, puede determinar sus expectativas de supervivencia y reproducción futuras.

El estudio de la dispersión juvenil y migración en aves se ha realizado en base a las recuperaciones de individuos anillados, y más recientemente empleando marcas alares y radiotransmisores. Esta última técnica, permite obtener una gran cantidad de información sobre este proceso (Beske, 1982; Ferrer, 1990, 1993; Bustamante e Hiraldo, 1990), si bien exige de unos medios materiales y humanos considerables.

11.1 MARCAJE DE POLLOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Para el estudio de la dispersión y posterior migración de los aguiluchos nacidos en la zona, se marcaron una serie de individuos con objeto de permitir su reconocimiento individual a distancia. Para ello se emplearon anillas de PVC y bandas alares de material plástico.

Además de la anilla metálica, a 90 pollos se les colocó una anilla de PVC, de color blanco con un código de 3 caracteres en color negro, suministradas por la Estación Biológica de Doñana. El empleo de estas anillas en los aguiluchos ha aportado escasos resultados en lo que respecta a su identificación posterior, debido a que en la zona de estudio estas aves tienden a posarse en el suelo o en linderos de piedras, y los tarsos suelen quedar ocultos por la vegetación herbácea. A ello se une el que la distancia a la que permiten aproximarse sin levantar el vuelo, es insuficiente para la lectura de la anilla.

Se emplearon marcas alares en 36 aguiluchos de una serie de nidos seleccionados, en su mayoría de fenología temprana. Se utilizaron bandas alares de material plástico, combinando distintos colores de fondo y símbolos para permitir el reconocimiento a distancia de los pollos. Las dimensiones de estas marcas fueron aproximadamente de 10,5 x 5 cm, y se colocaron rodeando al húmero. Este tipo de marcas ha sido empleado en otras especies, (*A. adalberti*, *G. barbatus*, *H. fasciatus*, *C. aeruginosus*) sin que se haya observado un efecto negativo sobre la capacidad de vuelo de las aves (González, 1991). La durabilidad de estas marcas es variable, aunque se han observado en individuos de *A. adalberti* tras 5 años desde su marcaje (González, 1991) y en jóvenes de *G. barbatus* tras 4 años (Heredia, 1991). En alguna ocasión observamos la pérdida de una de las marcas durante el periodo de estancia de los aguiluchos en la zona, aunque en la mayor parte de los individuos las marcas fueron observadas intactas en los días precedentes al abandono de la zona de nidificación.

El color de fondo de las marcas se utilizó como distintivo del año y del área al que pertenecían. Para la identificación de cada

individuo, se emplearon combinaciones de símbolos en distintos colores sobre el color de fondo de las marcas. Las observaciones de los colores de las marcas permitieron el reconocimiento del nido al que pertenecían los pollos, desde una distancia del observador de aproximadamente 500-800 m. Los símbolos empleados (o, x, /, ->) permitieron el reconocimiento individual de los pollos desde una distancia mucho menor, (100-200 m), por lo que algunas de las observaciones realizadas a mayor distancia no pudieron asociarse a un pollo concreto.

Los individuos marcados observados en vuelo, no mostraron aparentemente ninguna dificultad derivada de la colocación de las marcas durante su permanencia en la zona de estudio.

- Observaciones en la zona de cría.

Se realizaron 82 identificaciones individuales de estos pollos en diferentes fechas durante el periodo de permanencia en la zona tras el vuelo. La edad de vuelo en la especie es difícil de estimar, ya que los aguiluchos pueden dar cortos vuelos, de distancias menores a 50 m aproximadamente a los 27-28 días de edad. No obstante, los jóvenes volanderos tienden a ocultarse en la siembra o en la vegetación hasta una edad algo mayor, y no levantan el vuelo hasta que el posible enemigo se encuentra a escasos metros. Este tipo de vuelo cuando aún no han adquirido la capacidad suficiente, debe ser energéticamente costoso, y probablemente sea empleado como último recurso ante la proximidad inmediata de un posible predador. El inicio de vuelos de cicleo se produciría a un edad de 35-40 días.

- Permanencia en las zonas de cría.

Los aguiluchos permanecieron en las proximidades de los lugares en que se encontraban los nidos durante un periodo de 20-30 días tras los primeros vuelos, es decir hasta una edad de 50-60 días. Hasta la edad de 35-40 días, los aguiluchos permanecen la mayor parte del tiempo ocultos entre la vegetación (linderos, viñedos u olivares próximos) a resguardo de la fuerte insolación. En este periodo los adultos

continúan aportando presas, al principio directamente a los pollos en el suelo. Posteriormente, los aportes de presa se realizan en vuelo, siguiendo el esquema de entrega de presas a la hembra, característico de las fases de cortejo e incubación. Aproximadamente a la edad de 45 días, los jóvenes inician los vuelos de caza en las proximidades, alejándose a distancias que no suelen superar el kilómetro de las parcelas en las que se encontraban los nidos, aunque continúan siendo cebados por los padres.

La observación más tardía de un individuo marcado en la zona próxima a los nidos se produjo en fecha 2 de agosto, para un pollo que en esa fecha tenía 67 días de edad. La mayor parte de los pollos fueron observados en la zona de cría hasta una edad de 50 a 55 días (valor medio: 50 días, d.t: 7,8).

La edad a la que se produjo la última observación en la zona fue mayor para los pollos pertenecientes a nidos tempranos, aunque el reducido número de observaciones de pollos marcados de nidos tardíos no permite obtener conclusiones al respecto. Si este patrón observado fuese correcto, los individuos de fenología temprana abandonarían la zona con una mayor experiencia de vuelo y probablemente de caza, lo que aumentaría sus posibilidades futuras de supervivencia respecto a individuos de nidos tardíos. No se han apreciado, sin embargo, diferencias entre jóvenes de ambos sexos respecto a la edad en que se produjo su última observación en la zona (test ??).

11.2 RECUPERACIONES DE AVES ANILLADAS.

El aguilucho cenizo ha sido una especie escasamente anillada en España hasta finales de los 80. En el periodo 1973-1993 se anillaron 1.519 ejemplares de la especie, siendo el número de recuperaciones muy bajo (1% del total de anillamientos).

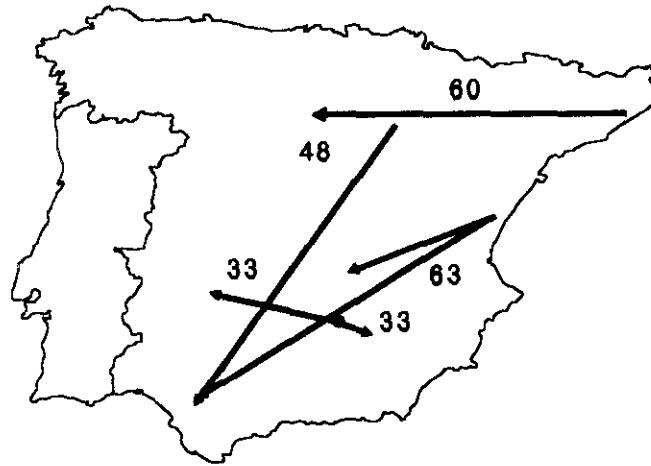
La información disponible sobre los movimientos dispersivos y la migración de la especie en nuestro país es muy reducida, debido al escaso número de recuperaciones de aves anilladas. Los datos

facilitados por la Oficina de Anillamiento del ICONA hasta 1993, aportan una cifra de 21 recuperaciones de aves anilladas. De éstas, 4 corresponden a individuos procedentes de Francia. De las 17 recuperaciones de aguiluchos anillados en España, 4 corresponden a individuos de la población en estudio y otras 5 son recuperaciones producidas a escasos días del anillamiento en las proximidades de la localidad de cría (tabla 11.1).

Tabla 11.1 Recuperaciones de aguilucho cenizo, registradas en la Oficina de Anillamiento del ICONA, hasta 1993 (en negrita, recuperaciones de la población en estudio, distancias en kms).

ANILLA	ANILLAMIENTO		RECUPERACIÓN			
	FECHA	LUGAR	FECHA	LUGAR	NºDÍAS	DISTANCIA
F 018556	18/6/81	Madrid	29/4/83	Toledo	681	11
F 035352	22/6/85	Guadalaj.	28/5/89	Marruecos	1.436	960
F 025806	15/9/86	Zaragoza	20/2/87	Marruecos	160	1.060
5 001334	11/7/87	Huelva	13/7/87	Huelva	2	0
E 008723	5/7/88	C.Real	8/8/88	Albacete	33	126
E 008738	24/6/89	C.Real	27/7/89	Cáceres	33	183
5 017461	28/6/89	Jaén	15/6/90	C. Real	117	352
6 045497	30/6/89	Castellón	3/9/89	Cádiz	63	680
5 015163	4/7/89	Avila	11/7/89	Avila	7	0
F 055845	27/7/90	Navarra	15/9/90	Sevilla	48	665
6 059761	22/6/91	Málaga	5/7/91	Málaga	13	0
6 059786	24/6/91	Málaga	1/7/91	Málaga	7	0
6 059787	24/6/91	Málaga	17/7/91	Málaga	23	0
5 015600	6/6/92	C.Real	23/4/93	C.Real	320	30
5 015566	24/6/92	C.Real	28/5/93	*Marruecos	321	388
	/6/93	Castellón	/9/93	C.Real		
5 039949	4/6/94	Gerona	22/9/94	Burgos	104	500
FU 19226	11/7/82	Francia	30/8/87	Córdoba	1.874	981
EA 03555	15/7/85	Francia	14/9/85	Zaragoza	59	622
EA 03650	20/7/86	Francia	15/8/87	Teruel	390	674
EA519102	14/6/93	Francia	/9/94	C.Real	~ 455	850

Figura 11.1 Situación aproximada de los lugares de anillamiento y recuperación de aguiluchos anillados en España, correspondientes a la migración postnupcial. Se indica el periodo de tiempo (días) entre anillamiento y recuperación. (No se indican las recuperaciones de individuos producidas a una distancia inferior a 5 Km o en un periodo inferior a un semana desde su anillamiento.)



Dos de las recuperaciones de individuos de la población estudiada, corresponden a aves que fueron encontradas muertas en un plazo de tiempo inferior a 15 días a partir de la última observación en el área de nidificación, con edades de 65 y 58 días. Las distancias recorridas fueron de 126 km (individuo recuperado en Albacete) y 183 km (individuo hallado muerto en Cáceres). La muerte de ambos individuos se produjo, por tanto, en los primeros días tras el abandono del área de nidificación.

Ambas recuperaciones se produjeron en localidades situadas en direcciones opuestas (NW y SE), lo que parece sugerir una ausencia de dirección preferente en esta primera fase migratoria. En *A. adalberti* se ha descrito una influencia de los vientos dominantes en la dirección seguida en la dispersión de los jóvenes (Ferrer, 1993). No se dispone de información relativa a este aspecto para la zona durante las fechas posteriores a la última observación de los aguiluchos en el área de estudio, por lo que no podemos valorar la posible influencia de este

factor sobre la dispersión de los jóvenes de esta población.

Las otras 2 recuperaciones se produjeron en el segundo año calendario (individuos de casi un año de edad) y corresponden a individuos que probablemente regresaran a la Península. Una de ellas se produjo en el Norte de Marruecos en la primavera del año siguiente. La otra recuperación corresponde a una hembra de casi 1 año de edad, herida por disparo, que fue encontrado a unos 30 km de la localidad en que fué anillada el año anterior. Esta última recuperación, unida a la observación durante 1994 de un macho adulto con anilla de PVC, criando en la zona de estudio sugieren un cierto grado de filopatría en la población estudiada. Aunque la distancia a la que se observó este individuo con anilla de PVC no hizo posible la lectura de la misma, y por tanto, no conocemos el núcleo de cría en el que nació, la distancia máxima a la que pudo ser anillado es de 25 kms. La recuperación de otro individuo de 2 años de edad, probablemente ya reproductor, que fué anillado como pollo en Aranjuez (Madrid), en una localidad toledana distante a tan sólo 11 kms, apoya también la existencia de esta tendencia en otras poblaciones de la especie. Estos escasos datos, no obstante, son insuficientes para valorar el grado de filopatría, así como posibles variaciones en función del sexo, la edad de los individuos u otras características ecológicas (cambios espacio-temporales en el estado de las siembras o en la disponibilidad de alimento), que podrían influir en el modo en que los aguiluchos se establecen en las áreas de nidificación.

En relación con este aspecto, se han descrito en distintas especies de aves diferencias intersexuales en el grado de filopatría (Greenwood, 1980), observándose una mayor tendencia filopátrica en los machos (Greenwood, 1980; Part, 1994), la cual se ha asociado a una ventaja respecto a la posibilidad de emparejamiento e incremento del éxito reproductivo, derivada de la elección temprana de los lugares de nidificación, probablemente como consecuencia de un mejor conocimiento previo de los territorios. En las hembras, la filopatría sería menos acusada, debido a los menores costes que para ellas representaría en principio la búsqueda de zonas potenciales de nidificación.

11.3 CONCENTRACIONES PREMIGRATORIAS.

Se conocen áreas en la zona occidental de la Península en las que se producen concentraciones de individuos de la especie durante el viaje migratorio (en Extremadura: Hellmich, 1986). Igualmente, Bernis (1975) describe dormideros de la especie en la zona de la Janda, durante las fechas previas al paso del Estrecho.

Una de estas zonas se encuentra en el Parque Natural de Cabañeros (NW de Ciudad Real) y sus inmediaciones, en la que se congregan aguiluchos en proceso de migración. La presencia de aguiluchos en esta zona se produce durante el mes de agosto y parece estar asociada a una gran abundancia de alimento, especialmente ortópteros, en los pastizales naturales del área, que constituirían una presa fácil de obtener, especialmente para los jóvenes. Durante los conteos realizados en esta zona en agosto de 1993, se observó un claro predominio de jóvenes del año y hembras respecto al número de machos adultos.

Estas áreas con abundancia de alimento fácil de capturar, podrían ser importantes para la supervivencia de los pollos tras independizarse de los adultos, ya que facilitarían la adquisición de las reservas necesarias para el viaje migratorio. Dado que la especie no se reproduce en el Parque e inmediaciones, los aguiluchos que aquí se congregan proceden de otras áreas (un individuo con marcas alares, procedente de Madrid, fué observado en agosto de 1993, J. Robles com. pers). La alimentación preferente a base de este tipo de insectos observada en Cabañeros, coincide con la descrita durante el periodo migratorio en Extremadura (Hellmich, 1976). En esta comunidad, las plagas de langostas son endémicas, constituyendo un importante recurso trófico para adultos y jóvenes, especialmente en los meses de junio a agosto, coincidiendo con el periodo de dispersión y migración.

La localización y protección de otras zonas de concentración puede ser de gran importancia en la conservación de la especie, debido a que durante este periodo migratorio se produce la apertura de la *media veda*, y los jóvenes aguiluchos son más vulnerables a la acción

de los cazadores. A este respecto, señalemos que en 5 de las 8 recuperaciones de aves anilladas para las que se cita la causa de la muerte del ave, ésta se produjo por disparo.

11.4 MIGRACIÓN E INVERNADA.

Las observaciones directas del paso migratorio y los datos de recuperaciones, indican que gran parte de los aguiluchos cenizos nacidos en la Península y en Europa Occidental, pasan a Africa en su viaje migratorio atravesando el estrecho de Gibraltar. El paso se produce entre mediados de agosto y mediados de septiembre, con máximos a finales de agosto (Bernis, 1975).

Los aguiluchos invernan en el Africa subsahariana, desde Senegal hasta Etiopía. Los datos disponibles indican que al menos una parte importante de los inmaduros de la especie, pasan su primer año en estas áreas y no regresan a Europa hasta alcanzar la edad adulta (Cramp y Simmons, 1980). En el área de estudio, las observaciones de machos con plumaje no adulto han sido esporádicas. Tan sólo durante 1994, se ha comprobado la presencia como reproductor de un macho con plumaje subadulto. Las hembras de distintas edades son prácticamente indistinguibles a distancia, por lo que no hemos podido valorar su presencia en la zona y su posible status como reproductoras. Ya se ha comentado la recuperación de una hembra anillada en la zona de estudio en la primavera siguiente, aunque no pudimos comprobar si intentó la reproducción. Este dato puntual no parece apoyar la hipótesis de su permanencia en Africa en los 2 primeros años de edad, aunque con la información disponible no podemos descartar esta posibilidad o su presencia en otras áreas más meridionales respecto a nuestra zona de estudio (Norte de Africa o sur peninsular), durante este periodo). La información sobre su situación en las áreas de invernada en Africa es escasa, por lo que desconocemos en qué medida diversos factores que pueden afectar a su supervivencia (uso de pesticidas con fines agrícolas o la disponibilidad de alimento) influyen sobre la población que regresa a Europa para nidificar.

CAPÍTULO 12. CONSERVACIÓN.

12.1 SITUACIÓN LEGAL.

La especie se encuentra legalmente protegida en nuestro país desde 1973. Esta protección legal se mantiene en la legislación actualmente vigente, tanto estatal como comunitaria (Ley 4/89 de Protección de Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Sивestres, Directiva 79/409 sobre Conservación de las Aves Sивestres) y Convenios Internacionales (Convenio sobre Conservación de la Vida Silvestre y el Medio Natural en Europa). En el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas aparece clasificada como "Vulnerable", lo que indica que podría en el futuro pasar a considerarse en peligro de extinción si continúan actuando los factores negativos que afectan a sus poblaciones.

Debido a que una fracción muy importante de los efectivos de la especie nidifican en la Península Ibérica (capítulo 1), una protección efectiva en nuestro país es esencial para asegurar su supervivencia. Si bien en la actualidad el tamaño de sus poblaciones es todavía relativamente elevado, los factores negativos de origen antrópico que en las últimas décadas le afectan, pueden suponer una grave amenaza a medio plazo. Debido a la carencia de un conocimiento suficiente acerca de sus poblaciones tanto en el pasado como en la actualidad, es difícil evaluar en qué medida se ha podido producir la previsible disminución que ha sido descrita por distintos autores y comentada en el capítulo 1.

Actualmente, los factores que más seriamente amenazan la supervivencia de la especie en nuestro país, aunque probablemente incidan en diferente grado en distintas zonas, son los siguientes:

- mortalidad directa por siega.
- mortalidad intencionada derivada de la actividad cinegética.
- alteraciones del hábitat derivadas del cambio de cultivos, y destrucción de áreas apropiadas de vegetación natural.

No existe actualmente información sobre el posible efecto que otros factores (contaminación por pesticidas, competencia interespecífica) pudieran tener sobre sus poblaciones, aunque podemos suponer que en nuestro país son comparativamente poco importantes en relación con los citados anteriormente. No disponemos de información sobre estos aspectos para las áreas de invernada en el África subsahariana, en las que las fumigaciones con plaguicidas sin un control adecuado pudieran afectar a la especie, tanto en la supervivencia de adultos y jóvenes como en su capacidad reproductiva.

12.2 Conservación frente al impacto por siega.

La actividad de siega causa una alta mortalidad de pollos en gran parte de las áreas en las que nidifica el aguilucho cenizo en nuestro país (Pérez Chiscano y Fernández Cruz, 1971; Oró, 1993). Este factor es probablemente en la actualidad la mayor amenaza para la conservación de la especie. Para la zona de estudio esta mortalidad ha sido estimada en el 70% de los pollos nacidos. Aunque no disponemos de información adecuada para valorar el grado en que esta mortalidad se solapa con la debida a otras causas naturales (principalmente depredación), los resultados para la zona de estudio indican que la siega reduce sensiblemente la productividad de la especie y probablemente supera la mortalidad atribuible a causas naturales.

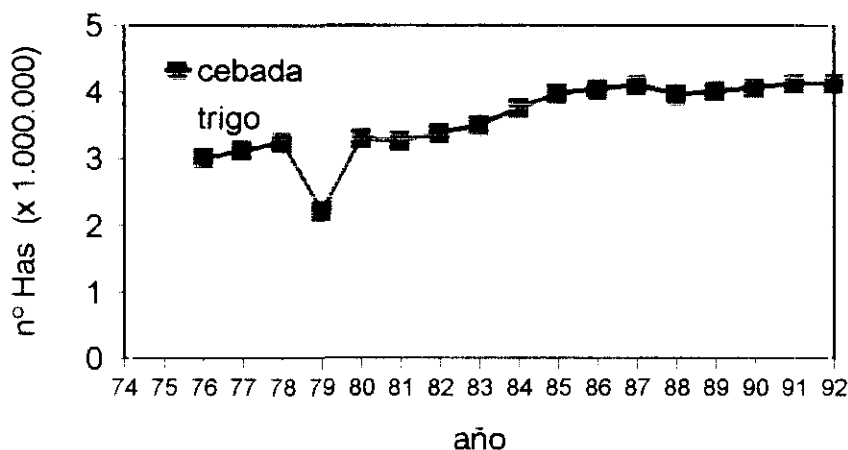
En lo referente al estado físico en que el reducido número de pollos supervivientes a la siega culminan su desarrollo, no parecen existir diferencias sensibles en el momento del vuelo con respecto a los pollos de los nidos no afectados por esta actividad. No disponemos de datos para contrastar el cuidado parental tras el vuelo de pollos afectados y no afectados por siega, en relación con la probabilidad de supervivencia posterior de los mismos, pero no parece probable que estas posibles diferencias tuvieran un efecto sensible sobre la productividad global.

Los resultados de este estudio, que relacionan el impacto causado por esta actividad, con el tipo de cultivo en el que nidifican,

implican que pudieran existir sensibles diferencias entre poblaciones respecto a la mortalidad originada por la siega. A nivel general, la superficie dedicada al cultivo de cebada predomina en nuestro país sobre otros cereales de secano. La disminución en las últimas décadas de la superficie cultivada con trigo y el incremento paralelo de la cebada (figura 12.1), ha podido influir en la distribución actual de la especie en amplias zonas. Este hecho, es sin duda desfavorable para la reproducción de los aguiluchos, aunque su efecto depende también de las condiciones climatológicas en las distintas áreas, que influyen en las fechas de siega en un año medio. El porcentaje de nidos que se ven afectados por esta actividad, y por tanto la productividad en diferentes zonas, dependerá en gran medida de ambos factores: cultivos mayoritarios y climatología.

Para la toma de medidas de conservación eficaces a nivel nacional, con respecto al problema originado por la siega, sería requisito previo el conocimiento de ambos factores para las diferentes zonas del país, a fin de evaluar el impacto previsible y la necesidad de realizar actividades destinadas a su protección, ya sea por intervención directa o campañas divulgativas sobre su problemática.

Figura 12.1 Evolución de la superficie cultivada con trigo y cebada en España durante el periodo 1975-1992. Fuente: Anuarios Estadísticos del MAPA.



12.3 Conservación en relación con la caza.

En la zona de estudio, la persecución directa de adultos y pollos es el principal factor que amenaza la permanencia de la especie. A pesar de la teórica protección existente a nivel legal, la realidad es que el expolio de nidos y la muerte de pollos y adultos asociados a la actividad cinegética, son frecuentes en el área de estudio y en otras zonas de la comunidad Castellano Manchega.

El aguilucho cenizo es quizás la rapaz más característica de los medios cultivados, y su distribución se solapa en buena medida con las zonas en las que la explotación de la perdiz roja se ha convertido en una actividad comercial. Esto supone un conflicto entre los intereses económicos de titulares y arrendatarios de cotos, y el cumplimiento de la legislación que protege a algunas de las especies faunísticas que depredan sobre la perdiz.

El posible efecto que la depredación por parte de los aguiluchos, con una densidad de población muy baja en el área, pudiera tener sobre la perdiz roja no ha sido evaluado con rigor hasta el momento. Los datos aquí presentados constituyen tan sólo una primera aproximación al problema y evidencian el desconocimiento existente sobre la dinámica de poblaciones de las propias especies cinegéticas, y la ausencia de una mínima gestión de esta actividad. Este análisis requeriría de un conocimiento mucho más detallado del espectro trófico de la especie y de la dinámica poblacional de la perdiz roja en este tipo de hábitats.

A falta de estudios más completos, pensamos que el posible efecto que sobre las poblaciones de perdiz pudiera ejercer el aguilucho cenizo tendría un carácter muy local, debido tanto al amplio radio de campeo de los aguiluchos como a su escasa densidad poblacional en esta zona, y en cualquier caso muy inferior al impacto ocasionado a consecuencia de la actividad cinegética. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que los aguiluchos acomodan el nivel de su población reproductora en el área y su productividad anual a los recursos tróficos existentes.

Otros aspectos esenciales, como el impacto que la propia actividad cinegética causa a las poblaciones de perdiz, deberían ser necesariamente tenidos en cuenta. La gestión de gran parte de los cotos se realiza buscando exclusivamente un beneficio económico, sin tener en cuenta aspectos de la demografía de la perdiz roja esenciales para el mantenimiento de sus poblaciones a largo plazo (en particular su productividad en relación con otras variables ambientales, especialmente climatológicas). Ello conduce en múltiples ocasiones a una sobreexplotación de las poblaciones cinegéticas, en respuesta a una demanda que cada vez es más difícil de satisfacer. Los costes derivados del mantenimiento de los cotos en la zona se han incrementado sustancialmente en los últimos años, (el arrendamiento de las fincas se sitúa en la actualidad entre las 1.000-3.500 pts/Ha/año), motivando el que sea necesario un mayor número de capturas para mantener su rentabilidad. Esto conlleva a su vez una mayor presión sobre todo tipo de depredadores susceptibles de competir con el hombre por las especies de caza. El aguilucho cenizo se ve especialmente afectado por este hecho debido a que su tendencia a nidificar en colonias hace más llamativa su presencia y provoca una reacción en su contra superior a la existente respecto a otras rapaces menos conspicuas.

Durante este estudio se ha constatado la muerte intencionada en el nido de al menos 2 hembras y el expolio de 13 pollos. La colonia existente en la zona número 3, desapareció en 1992 tras destruirse todos sus nidos, aunque no se ha podido determinar si se produjo la muerte de los adultos. En esta zona no se han vuelto a observar aguiluchos en los años posteriores. Pensamos no obstante, que el control realizado sobre los nidos durante este estudio probablemente ha reducido este tipo de mortalidad, aunque en los dos últimos años esta tendencia a la eliminación de todo tipo de depredadores se ha incrementado notablemente. El empleo de venenos ha vuelto a ser práctica habitual, y el uso de técnicas de captura no selectivas (cepos y lazos) es frecuente. Esto plantea un futuro sombrío en esta zona para especies que, como el aguilucho cenizo, son altamente vulnerables en sus nidos, y difícilmente pueden pasar desapercibidas en las fincas en las que crían.

12.4 Alteración del hábitat.

El efecto de cambios en los usos del territorio puede afectar localmente a las poblaciones de aguilucho cenizo. Las consecuencias de la política agraria basada en la subvención de la producción de determinados cultivos (olivar, girasol), unida a la baja rentabilidad de los cultivos cerealistas, puede reducir a nivel local las áreas disponibles para la nidificación de la especie.

En los últimos años, se han realizado plantaciones de olivos en diversas parcelas en las áreas por las que los aguiluchos han mostrado una gran querencia a lo largo de este estudio. Este efecto en el área del estudio es todavía reducido, pero de continuar esta tendencia en el futuro podría disminuir sensiblemente el número de parcelas de siembra disponibles para la nidificación de la especie. En otras áreas de Castilla La Mancha, la subvención de cultivos como el girasol en zonas favorables para los aguiluchos, puede reducir sensiblemente la superficie apta para su nidificación, a la vez que incrementar la mortalidad por siega, al concentrarse los individuos en un menor número de parcelas y acortarse su periodo de siega debido a la menor superficie a cosechar. La concentración parcelaria y previsión de puesta en regadío de amplias zonas en la región podrían también incidir muy desfavorablemente sobre la especie, al reducir la variabilidad del hábitat y aumentar el grado de perturbación humana en las zonas potenciales de nidificación.

La escasa rentabilidad económica actual del cereal en secano, derivada de la baja productividad de estos cultivos y de unos precios de mercado insuficientes para cubrir los costes de producción, a la vez que la existencia de excedentes a nivel comunitario, puede favorecer su sustitución por cultivos inapropiados para la nidificación de este tipo de especies (regadíos, cultivos industriales) reduciéndose por tanto las áreas adecuadas para su nidificación. En este sentido, la actual política comunitaria de ayudas para el mantenimiento de las condiciones de cultivo en secano, asociada a otras acciones de conservación de hábitats de tipo estepario, podrían suponer un mayor

estímulo para hacer partícipes a los agricultores en la conservación de estas zonas e, indirectamente, de las especies asociados a estos hábitats.

12.5 MEDIDAS DE CONSERVACIÓN.

Campañas de protección frente a la siega.

En distintas Comunidades Autónomas se han realizado campañas de divulgación entre agricultores y maquinistas de cosechadoras sobre el impacto causado por la siega en la reproducción de los aguiluchos. No obstante, en la mayor parte de los casos suelen ser actividades con un ámbito local, afectando a poblaciones reducidas y por tanto con un efecto muy limitado.

Estas medidas se consideran en general positivas, pero deberían realizarse en todo caso con un conocimiento suficiente de los problemas de conservación específicos en cada zona, sin olvidar la presión que sobre la especie pueda producirse debido a la actividad cinegética. A medio plazo, este tipo de actividades puede contribuir a sensibilizar a la población del medio rural respecto a los problemas de conservación de ésta y otras especies, llegando a hacer innecesarias campañas organizadas de protección frente a este problema.

Protección respecto a la actividad cinegética.

Este es sin duda el problema de más difícil solución en el ámbito territorial de la realización de este estudio. Cabe en principio exigir a la Administración la adopción de medidas para el cumplimiento de la legislación sobre Especies Protegidas, y la sanción de las infracciones que puedan cometerse. Para las especies incluidas en las categorías "en peligro de extinción" y "de interés especial", la legislación establece la obligatoriedad de elaborar Planes de Recuperación y de Manejo respectivamente, que hasta el momento no se han realizado en la comunidad castellano manchega. Las medidas de conservación deberían basarse previamente en un conocimiento detallado de las poblaciones de

la especie, con un seguimiento paralelo de su dinámica poblacional. Estas medidas deberían ser acompañadas de un control riguroso por parte de los organismos competentes de la Administración del mayor número posible de zonas de nidificación.

Aunque son necesarios, no obstante, estudios más completos sobre las interacciones depredador-presa y en concreto sobre el régimen trófico de la especie en zonas con gran aprovechamiento cinegético, para evaluar el impacto que realmente puedan causar, no debería descartarse la posibilidad de establecer algún tipo de compensación hacia los titulares del aprovechamiento cinegético por los posibles daños ocasionados por la especie. Se hace necesario un cambio en los actuales planteamientos absolutamente economicistas de la actividad cinegética, ya que la gestión de las fincas de caza menor se basa en maximizar el número de piezas cazadas. En general, no se consideran aspectos esenciales de la propia biología de las especies cinegéticas, en relación con otros factores del medio que afecten a su productividad. Para los "gestores" de la caza, el incremento en las poblaciones cinegéticas pasa casi exclusivamente por la eliminación de los depredadores. En este sentido, la Administración tiene una vez más la responsabilidad de realizar un control sobre esta actividad, a fin de asegurar un aprovechamiento sostenible de este recurso.

No existe información en la actualidad que permita valorar la incidencia de la caza sobre el conjunto de las poblaciones de aguilucho cenizo a nivel peninsular. No parece probable que esta persecución se produzca a nivel general con la intensidad descrita para Castilla La Mancha. La titularidad de los cotos y su régimen de explotación influye en gran medida sobre la persecución de depredadores, ya que en los cotos locales o de sociedades no sujetos a un aprovechamiento comercial, la presión sobre estas especies suele ser menor.

Educación Ambiental.

Una política de Conservación eficaz debiera tener entre sus objetivos prioritarios el fomentar entre la población local actitudes

positivas en relación con la conservación de su entorno. Esto pasa necesariamente por el conocimiento de los valores naturales existente en su región. No puede plantearse la conservación del medio natural sin tener en cuenta a quienes realizan su actividad diaria en el campo (agricultores, ganaderos, etc). Una política ambiental a espaldas de sus intereses y sin su participación está condenada al fracaso. La realización de actividades de educación ambiental es por ello, esencial para modificar a medio plazo una visión exclusivamente productivista de los recursos naturales, fomentada en épocas pasadas. En lo que respecta a la conservación del aguilucho cenizo y de otros depredadores, la educación ambiental dirigida preferentemente hacia la población infantil y juvenil, se hace necesaria para modificar a medio plazo la cultura de la "alimaña" existente a nivel general entre la población de estas zonas.

CONCLUSIONES.

El aguilucho cenizo, rapaz de pequeño tamaño característica de medios abiertos, nidifica en el suelo en vegetación herbácea o arbustiva. En la Península Ibérica los sustratos utilizados mayoritariamente son los cultivos herbáceos, principalmente de cereal en secano.

- Se estima el tamaño poblacional de la especie en España en unas 3.300-4.100 parejas reproductoras. En conjunto, la Península Ibérica acogería a la mitad de la población reproductora de la especie en Europa Central y Occidental, estimada en unas 9.000-11.000 parejas.

- En el área de estudio, la especie nidificó exclusivamente en cultivos herbáceos. La altura del cereal en el momento de la llegada a las áreas de nidificación (finales de marzo) parece determinar la elección de las parcelas en las que se sitúan los nidos. El uso de la cebada, cultivo mayoritario en la zona, fue superior al esperado en función de la superficie sembrada con este cereal. Este uso preferente podría deberse a la mayor precocidad en el crecimiento de este cereal que ofrecería una mayor cobertura para los nidos.

- La especie tiende a agrupar sus nidos, constituyendo núcleos o "colonias" de cría, cuyo tamaño osciló entre 1 y 13 nidos en esta zona. Se produjeron sensibles variaciones interanuales en el número de nidos en cada núcleo de cría y en el tamaño de la población reproductora en el conjunto del área de estudio.

- No se han detectado preferencias concretas en las variables del hábitat consideradas en relación con la distribución espacial de los núcleos en el área de estudio, al margen de un cierto predominio de terrenos de labor con cultivos herbáceos. En general, la distribución espacial de los núcleos de cría en el área de estudio no siguió un patrón de tipo regular, aunque se ha observado una gran querencia por determinadas zonas en las que se localizaron nidos (incluso a nivel de parcelas concretas), en los diferentes años. Se especula sobre la

posibilidad de que su actual distribución en la zona sea resultado del impacto diferencial ocasionado por la siega en los últimos 30 años y de la persecución de que son objeto en relación con la actividad cinegética.

- Los aguiluchos mostraron una gran tendencia a la agregación espacial de sus nidos. Los nidos en situación periférica fueron en general más tardíos y sufrieron una mayor mortalidad. La nidificación en grupos parece ser ventajosa para los reproductores en relación con la posible detección y defensa ante depredadores naturales. Esta tendencia a la agregación, sin embargo, es altamente perjudicial en relación con la persecución que sufre la especie derivada de la actividad cinegética.

- La mediana de fecha de puesta para esta población fue el 28 de abril. El tamaño medio de puesta fué de 4,3 pollos/nido (d.t: 1,01). Este valor es similar al citado en la bibliografía para otras poblaciones.

- La causa de pérdida de puesta más importante en esta población fué la siega (9,7 % del total de nidos y 52 % de pérdidas de puesta). La tasa de eclosión media fué del 78% de los huevos puestos. Se produjeron sensibles diferencias entre nidos tempranos (83%) y nidos tardíos (38%), a su vez no afectados/afectados por la siega respectivamente. El tamaño medio de pollada en eclosión fué de 3,4 pollos/nido (d.t:1,25), siendo 4 el más frecuente. El tamaño de pollada con éxito más frecuente al abandonar el nido fue el de 3 pollos.

- El valor medio de productividad obtenido fué de 1,4 pollos/nido para las 134 reproducciones controladas. Este valor se obtuvo tras reducir sensiblemente la mortalidad directa por siega mediante una campaña de protección de los nidos. En ausencia de actividades de conservación frente a esta actividad se estima la productividad en 0,4 pollos/nido.

- Los parámetros reproductivos estudiados (tamaño de puesta, tasa de eclosión y éxito reproductivo) mostraron un descenso significativo a lo largo de la estación reproductora. Parte de la disminución en el éxito de cría puede asociarse a la alteración del hábitat que supone

la actividad de siega. La mortalidad directa por esta causa, sin actividades de protección, se ha estimado en torno al 70 % de los pollos nacidos.

- La causa más importante de mortalidad de los pollos fue la siega (22 % de mortalidad; N=167 pollos). La mortalidad atribuible a reducción de pollada por competencia supuso el 20% del total.

- La asincronía de eclosión se produjo en la mayor parte de los nidos. El periodo de eclosión (número de días en que se produjo la eclosión) aumentó proporcionalmente al tamaño de pollada. La asincronía genera diferencias en el estado de crecimiento entre hermanos y favorece la reducción de la pollada por competencia.

- Los valores medios de las diferencias de peso entre hermanos, indicativas de posibles jerarquías intrapollada aumentaron con el orden de eclosión, pero fueron relativamente menores al aumentar el tamaño de pollada, lo que podría interpretarse como una menor ganancia en peso en estas últimas debido al reparto de alimento disponible entre un mayor número de pollos.

- La mortalidad por competencia entre hermanos aumentó con el tamaño de pollada, y se correlacionó significativamente con el periodo de eclosión. Los resultados obtenidos parecen apoyar la hipótesis de la evolución de la asincronía como mecanismo para facilitar la temprana reducción de pollada en situaciones de escasez de alimento. No obstante, las diferencias observadas en el éxito de cría entre parejas de fenología similar en un mismo núcleo de cría, sugieren un importante papel de la calidad de los adultos en la superación de las diferencias de peso entre hermanos derivadas de la asincronía de eclosión.

- Diversos parámetros climáticos parecen influir sobre el proceso reproductor. Las precipitaciones de inicio de primavera se correlacionaron positivamente con el tamaño de la población reproductora en cada año y con la mediana de la fecha de puesta. Las lluvias durante el periodo de puesta se correlacionaron negativamente

con el tamaño de puesta. Las temperaturas durante el mes de mayo (final de incubación y eclosión) se correlacionaron positivamente con el tamaño de pollada en eclosión. Las precipitaciones de mayo-junio influyen sobre el desarrollo de la actividad de siega, y por tanto sobre la productividad de la especie en la zona.

- El crecimiento de la 6^a primaria fue similar en ambos sexos. El orden en la pollada influyó significativamente sobre el crecimiento de esta estructura.

- La tasa global de crecimiento en peso K , para un modelo logístico, fué ligeramente superior en las hembras. La tasa de crecimiento durante la fase lineal de crecimiento (edad <20 días, estimada mediante regresión lineal), fué significativamente superior en las hembras. Las variables fenología y orden de eclosión no tuvieron un efecto significativo sobre la tasa de crecimiento en peso en la fase lineal, aunque en las hembras se observa una tendencia a una menor tasa de crecimiento en relación al orden de eclosión.

- El peso a la edad de vuelo mostró diferencias significativas entre ambos sexos. Se obtuvo una interacción significativa de los factores sexo y orden de eclosión sobre esta variable. En las hembras se observa una tendencia a una disminución en el peso de vuelo en relación con el orden de eclosión. Los resultados en relación al peso en edad de vuelo sugieren que en polladas mixtas, sería ventajoso para las hembras el nacer en primer lugar, quizás debido al mantenimiento de una jerarquía estable dentro de la pollada, que permitiera cubrir unos posibles mayores requerimientos energéticos derivados de su mayor tamaño.

- La tasa de crecimiento del tarso K obtenida mediante regresión no lineal ajustada a un modelo logístico fue superior en los machos, lo que podría ser indicativo de una mayor precocidad de este sexo en la adquisición de la capacidad de desplazamiento.

- La longitud del tarso en edad de vuelo mostró diferencias significativas entre ambos sexos. Esta variable mostró también

diferencias en relación al tamaño de la pollada en vuelo y a la edad de los pollos en el momento de producirse la siega. Para los pollos hembra cuya edad en la siega era inferior a 10 días, la longitud final del tarso fue significativamente menor.

- Se ha observado un predominio de hembras entre los adultos de esta población en los años 1990 a 1992. La sex ratio en los pollos que alcanzaron la edad de vuelo estuvo desviada significativamente a favor de las hembras. El sesgo fué estadísticamente significativo en los años 1992 a 1994, en los que la población reproductora en el área disminuyó de forma acusada. Las hembras predominaron en las polladas de 3 y 4 y entre los primeros pollos nacidos. Se plantea la posibilidad de que una secuencia de eclosión sexo dependiente pueda tener un valor adaptativo favoreciendo un mejor crecimiento de las hembras, sexo de mayor tamaño corporal y con presumibles mayores costes de crianza. Con respecto a la fenología, las hembras predominaron tanto en nidos tempranos como tardíos, aunque sólo en los tempranos el sesgo fué estadísticamente significativo.

- Esta mayor proporción de hembras entre los pollos volanderos, si no existiese un sesgo posterior en la mortalidad hacia este sexo, podría favorecer la poliginia en la especie. Se considera probable la existencia de poliginia en esta población, pero este aspecto no ha podido ser confirmado al no haberse podido marcar adultos.

- El desarrollo de este trabajo no parece haber afectado negativamente a la supervivencia o crecimiento de los pollos en la población estudiada.

- La nidificación mayoritaria en cebada conlleva un mayor impacto de la actividad de siega sobre la reproducción de la especie, debido a la siega más temprana de este cereal. En esta población el 82 % de los nidos fueron afectados por esta actividad antes de que al menos 1 pollo alcanzase la edad de vuelo. La nidificación mayoritaria en trigo en otras áreas puede implicar una menor mortalidad por siega. El factor tipo de cultivo predominante podría explicar la actual distribución y

abundancia actual de la especie a través del impacto diferencial ocasionado por la siega. Las temperaturas y precipitaciones de mayo-junio influyen sobre el estado de maduración de las siembras, y por tanto sobre el calendario de siega, por lo que también influyen en el impacto de esta actividad. Ambos factores deberán ser considerados en relación con la necesidad de realizar posibles actividades de protección frente a las actividades de siega.

- La edad de los pollos (estado de crecimiento) en el momento de producirse la siega de los cultivos determina en gran medida su posibilidad de supervivencia hasta la edad de vuelo. Este parámetro debería ser considerado al realizar campañas de conservación frente a este problema, a fin de elegir el método más adecuado en términos de coste/eficacia de las medidas a adoptar.

- La tasa de crecimiento en peso, el peso y la longitud de tarso en edad de vuelo fueron inferiores en los pollos afectados por la siega, aunque el efecto de ésta sólo fue significativo para la longitud final del tarso. Esto sugiere un posible efecto negativo de la siega sobre el crecimiento de los pollos y el estado en el que abandonan el nido, quizás condicionando sus posibilidades de supervivencia tras el final del cuidado parental.

- La alimentación de los aguiluchos en la zona de estudio estuvo basada principalmente en pequeñas aves y mamíferos. El número de capturas cinegéticas en la temporada anterior a cada periodo de cría parece influir negativamente sobre la reproducción de los aguiluchos, quizás a través de una menor disponibilidad de alimento. El impacto de los aguiluchos sobre las poblaciones de especies cinegéticas, especialmente sobre la perdiz roja (*Alectoris rufa*) a nivel general se considera reducido debido a las amplias áreas de campeo. No obstante, este aspecto debe ser considerado en posibles Planes de Manejo de la especie en zonas de importancia cinegética, debido a los problemas específicos de conservación que se plantean.

- Los jóvenes aguiluchos abandonan las zonas de cría a una edad de 50-

60 días. Las recuperaciones de aves anilladas sugieren una ausencia de direccionalidad preferente en los primeros días de la dispersión, aunque su reducido número impide obtener conclusiones al respecto. El paso migratorio hacia Africa parece realizarse en mayor medida a través del Estrecho de Gibraltar.

- Se han observado concentraciones durante la fase migratoria en áreas con elevada disponibilidad trófica, especialmente de ortópteros. Estas zonas pueden ser importantes para la supervivencia de los pollos tras el periodo de independencia de los adultos, por lo que debería considerarse la necesidad de otorgarles alguna figura legal de protección.

- La alteración del hábitat que actualmente ocupa la especie en la Península, derivada de la disminución de los cultivos en secano, debido a cambios en los usos del suelo o de las especies cultivadas puede suponer una amenaza para el mantenimiento de la especie en sus actuales niveles poblacionales.

BIBLIOGRAFIA.

Actas de la Conferencia Internacional sobre el aguilucho cenizo *Circus pygargus* (1993). Kiel. RFA.

AEBISCHER, N.J y COULSON, J.C (1990). Survival of the kittiwake in relation to sex, breeding experience and position in the colony. *J. Animal Ecology* 59: 1063-1071.

ALATALO R.V et al (1981). The conflict between male polygamy and female monogamy: the case of the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *The American Naturalist* 117 (5): 738-753.

ALATALO, R.V et al (1982). Why do pied flycatcher females mate with already mated males? *Animal Behaviour* 30: 585-593.

ALATALO, R.V y LUNDBERG, A (1984). Density dependence in breeding success of the pied flycatcher (*Ficedula hypoleuca*). *Journal of Animal Ecology* 53: 969-977.

AMUNDSEN, T y STOKLAND, J.N (1988). Adaptive significance of asynchronous hatching in the shag: A test of the brood reduction hypothesis. *Journal of Animal Ecology* 57: 329-344.

AMUNDSEN, T y SLAGSVOLD, T (1991). Asynchronous hatching in the pied flycatcher: An experiment. *Ecology* 72: 797-804.

ANDERSEN, D.E (1990). Nest defense behaviour of Red tailed hawks. *Condor* 92: 991-997.

ANDERSSON, S (1994). Costs of sexual advertising in the lekking Jackson's widowbird. *The Condor* 96: 1-10.

ANDERSSON, M y WIKLUND, C (1978). Clumping versus spacing out: experiments on nest predation in Fieldfares (*Turdus pilaris*). *Animal Behaviour* 26: 1207-1212.

ANDERSSON, M; WIKLUND, C y H. RUNDGREN (1980). Parental defence of offspring: a model and an example. *Animal Behaviour* 28: 536-542.

ANDERSSON, S Y WIKLUND, C.H (1987). Sex role partitioning during spring protection in the Rough-legged Buzzard *Buteo lagopus*. *Ibis* 129: 103-107.

ANKNEY, C.D (1982). Sex ratio varies with egg sequence in lesser snow geese. *Auk* 99: 662-666.

- APROCA (1988) La caza en la provincia de Ciudad Real. Diputación Provincial de Ciudad Real.
- ARCESE, P y SMITH, J.N.M. (1988). Effects of population density and supplemental food on reproduction in song sparrows. *Journal of Animal Ecology* 57: 119-136.
- ARNOLD, T.W; ROHWER, F.C y ARMSTRONG, T (1987). Egg viability, nest predation and the adaptive significance of clutch size in prairie ducks. *American Naturalist* 130: 643-653.
- ARNOLD, T.W (1989). Sex ratios of fledgling Golden Eagles and Jackrabbit densities. *Auk* 106: 521-522.
- ASHKENMO, C (1977). Effects of addition and removal of nestlings on nestling weight , nestling survival and female weight loss in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Ornis scandinavica* 8: 1-8.
- BAKER, J.A y BROOKS, R.J (1981). Distribution patterns of raptors in relation to density of meadow voles. *Condor* 83: 42-47.
- BAKER-GABB, D.J (1982). Asynchronous hatching, Fratricide and Double Clutches in the Marsh Harrier. *Corella* 6: 83-86.
- BALFOUR, E (1970). Iris colour in the Hen harrier. *Bird study* 17: 47.
- BALFOUR, E y CADBURY, C.J (1979). Polygyny, spacing and sex ratio among Hen Harriers *Circus cyaneus* in Orkney, Scotland. *Ornis Scandinavica* 10: 133-141.
- BEDNARZ, J.C y HAYDEN, T.H. (1991) Skewed sex ratio and sex biased hatching sequence in Harris's hawks. *The American Naturalist* 137: 116-132.
- BEDNARZ, J y DINSMORE J. (1981). Status, habitat use and management of red shouldered Hawks in Iowa. *Journal of Wildlife Management* 45: 236-241.
- BENSCH, S y HASSELQUIST, D (1991). Nest predation lowers the polygyny threshold: A new compensation model. *The American Naturalist* 138 (5): 1297-1306.
- BERNIS, F (1975). Migración de Falconiformes y Ciconia sp. por Gibraltar. *Ardeola vol. especial* (21): 489-655.
- BERTHOLD, P; HELBIG, A.J; MOHR,G y QUERNER, U (1992). Rapid microevolution of migratory behaviour in a wild bird species. *Nature*

360: 668-670.

BESKE, A.E (1982). Local and migratory movements of radio tagged juvenile harriers. *Raptor Research* 16(2): 39-53.

BIRKHEAD, T (1977). The effect of habitat and density on breeding success in the common guillemot *Uria aalge*. *J. Animal Ecology* 46: 751-764.

BLANK, J.L y NOLAN, V (1983). Offspring sex ratios in Red winged blackbirds is dependent on maternal age. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA*. 80: 6141-6145.

BLANCO, J.C y GONZALEZ, J.L (1992). *Libro Rojo de los Vertebrados Ibéricos*. I.C.O.N.A. Madrid.

BLANCO, G; HERRERA, M; FARGALLO, J y CUEVAS, J (1993). Female participation in Courtship displays of Western Marsh Harriers (*Circus aeruginosus*) in Central Spain. *J.Raptor Research* 27(3): 165-166.

BLONDEL J, CLAMMENS, A; CRAMM, P, GAUBERT, H e ISENMANN, P (1987). Population studies on tits in the mediterranean region. *Ardea* 75: 21-34.

BORT, J et al. (GER 1992). Situación del aguilucho cenizo en el País Valenciano. II Jornadas del Grupo Ibérico de Aguiluchos. Castellón.

BORTOLOTTI, G.R (1986). Influence of sibling competition on nestling sex ratios of sexually dimorphic birds. *The American Naturalist* 127(4): 495-507.

BORTOLOTTI, G.R (1986). Evolution of growth rates in eagles: sibling competition vs. energy considerations. *Ecology* 67: 182-194.

BORTOLOTTI, G.R (1989). Sex ratios of fledgling Golden Eagles. *Auk* 106: 520-521.

BORTOLOTTI, G.R e IKO, W (1992). Non random pairing in American kestrels: mate choice versus intrasexual competition. *Animal Behaviour* 44: 811-821.

BOYCE, M.S y PERRINS, C.M (1987). Optimizing great tit clutch size in a fluctuating environment. *Ecology* 68(1): 142-153.

BOYLE, S.A y SAMSOM, F.B (1985). Effects of noncompetitive recreation on wildlife: a review. *Wild. Soc. Bull.* 13: 110-116.

- BROWN, D (1975). A test of randomness of nest spacing. *Wildfowl* 26: 102-104.
- BROWN, D y ROTHERY, P (1978). Randomness and local regularity of points in a plane. *Biometrika* 65:115-122.
- BRYANT, D.M (1979). Reproductive costs in the house martin *Delichon urbica*. *Journal of Animal Ecology* 48: 655-675.
- BURLEY, N (1981). Sex ratio manipulation and selection for attractiveness. *Science* 211: 721-722.
- BURLEY, N (1982). Facultative sex ratio manipulation. *American Naturalist* 120: 81-107.
- BURLEY, N (1986). Sexual selection for aesthetic traits in species with biparental care. *American Naturalist* 127: 415-445.
- BUSTAMANTE, J e HIRALDO, F (1990). Factors influencing family rupture and parent offspring conflict in the Black Kite *Milvus migrans*. *Ibis* 132:58-67.
- CALDERON, J; CASTROVIEJO, J; GARCÍA, L y FERRER, M (1987). El Aguila Imperial (*Aquila adalberti*) en Doñana: algunos aspectos de su reproducción. *Alytes* 5: 47-72.
- CALDWEL HAHN, D (1981). Asynchronous hatching in the laughing gull: cutting losses and reducing rivalry. *Animal Behaviour* 29: 421-427.
- CASTAÑO, J.P (1990). Noticiario Ornitológico. Aguilucho pálido. (*Circus cyaneus*). *Ardeola*. 37(2):334
- CASTROVIEJO, R (1968). Sobre el paso y alimentación del Aguilucho cenizo en el N-W de España. *Ardeola* 14: 216-217.
- CAVÉ, A.J (1968). The breeding of the Kestrel in the reclaimed area oostelijk Nederland. *Netherland Journal of Zoology* 18: 313-407.
- CHARNOV, E.L y KREBS, J.R (1974). On clutch size and fitness. *Ibis* 116: 217-219.
- CLAMENS, A e ISENMANN, P (1989). Effect of supplemental food on the breeding of Blue and Great Tits in mediterranean habitats. *Ornis scandinavica* 20: 36-42.
- CLARK, A.B (1978). Sex ratio and local resource competition in a prosimian primate. *Science* 201: 163-165.

- CLARK, A.B y WILSON D.S (1985). The onset of incubation in birds. *American Naturalist* 125: 603-611.
- CLARKE, R; BOURGONJE, A y CASTELIJNS, H. (1993). Food niches of sympatric Marsh Harriers *Circus aeruginosus* and Hen Harriers *Circus cyaneus* on the Dutch coast in winter. *Ibis* 135: 424-431.
- CLEMENS, C (1993). Breeding Results and Habitat selection of Montagu's Harrier in Germany. Actas de la Conferencia Internacional sobre *Circus pygargus*. Kiel. RFA.
- CLUTTON BROCK, T.H (1986). Sex ratio variation in birds. *Ibis* 128: 317-329.
- CODY, M.L (1985). *Habitat selection in birds*. Academic Press, Inc. LTD London. U.K
- COLLINS, S.A (1994). Male displays: cause or effect of female preference? *Animal Behaviour* 48: 371-375.
- COLLOPY M.W y BILDSTEIN, K (1987). Foraging behaviour of Northern Harriers wintering in Southeastern salt and freshwater marshes. *The Auk* 104: 11-16.
- COULSON J.C, DUNCAN N y THOMAS.C (1982). Changes in the breeding biology of the herring gull (*Larus argentatus*) induced by reduction in the size and density of the colony. *Journal of Animal Ecology* 51: 739-756.
- CRAMP, S y SIMMONS, K.E.L (1980). *The birds of the western Palearctic*. Vol II. Oxford University Press, Oxford.
- DAAN, S; DIJKSTRA, C y 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.
- DE JUANA, E. (1980). *Atlas de aves de la Rioja*. Instituto de Estudios Riojanos. Logroño.
- DE JUANA, F. (1991). Situación actual de las rapaces diurnas (Orden Falconiformes) en España. *Ecología* nº 3: 237-292.
- DELIBES, M; CALDERÓN, J e HIRALDO, F (1975). Selección de presa y alimentación en España del Aguila real. *Ardeola* 21: 285-303.
- DIAZ, J.A y CARRASCAL, L.M (1991). Regional distribution of a Mediterranean lizard: influence of habitat cues and prey abundance.

DIJKSTRA, C; VUURSTEEN, L; DAAN, S y MASMAN, D (1982). Clutch size and laying date in the kestrel *Falco tinnunculus*: Effect of supplementary food. *Ibis* 124: 210-213.

DIJKSTRA, C; DAAN, S; MEIJER, T; CAVÉ, A.J y FOPPEN, R.P.B. (1988). Daily and seasonal variations in body mass of the kestrel in relation to food availability and reproduction. *Ardea* 76: 127-140.

DIJKSTRA, C; DAAN, S y BUKER, J.B (1990). Adaptive seasonal variation in the sex ratio of Kestrel broods. *Functional Ecology* 4: 143-147.

DIJKSTRA, C et al. (1990). Brood size manipulations in the kestrel *Falco tinnunculus*: effects on offspring and parental survival. *Journal of Animal Ecology* 59: 269-285.

DRENT, R.H y DAAN, S (1980). The prudent parent: energetic adjustments in avian breeding. *Ardea* 68: 225-252.

DRUMMOND, H; OSORNO, J.L; TORRES, R; GARCIA CHAVELAS, C y MERCHANT LARIOS, H (1991). Sexual size dimorphism and sibling competition: implications for avian sex ratios. *The American Naturalist* 138(3): 623-641.

DUNK, J.R y COOPER, R.J (1994). Territory size regulation in Black shouldered Kites. *The Auk* 111 (3): 588-595.

EDWARDS, T.C y COLLOPY, M.W (1983). Obligate and facultative brood reduction in eagles: an examination of factors that influence fratricide. *Auk* 100: 630-635.

ELOSEGUI, J et al. (1991). *Censo de aguilucho pálido (C.cyaneus) y aguilucho cenizo (C.pygargus) en Navarra*. Comunicación en 2^as Jornadas del Grupo Ibérico de Aguiluchos. Castellón. 1992.

ERIKSTAD, K y ANDERSEN, R (1983). The effect of weather on survival, growth rate and feeding time in different sized Willow Grouse broods. *Ornis scandinavica* 14: 249-252.

EWALD, P.W y 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.

FAABORG, J (1986). Reproductive success and survivorship of the Galapagos Hawk *Buteo galapagoensis*: Potential costs and benefits of cooperative poliandry. *Ibis* 128: 337-347.

- FERNANDEZ, C y AZCONA, P (1993). Human disturbance affects parental care of Marsh Harriers and nutritional status of nestlings. *J. Wildlife Management* 57(3): 602-608.
- FERNANDEZ, C y AZCONA, P (1993). Influencia del éxito reproductor en la reutilización de los nidos por el Aguila real *Aquila chrysaetos*. *Ardeola* 40 (11): 27-32.
- FERRER, M y C. DE LE COURT (1992). Sex identification in the Spanish Imperial Eagle. *Journal of Field Ornithology* 63: 359-364.
- FERRER, M (1993). *El águila imperial*. Editorial Quercus. Madrid 1993.
- FIALA K.L y CONGDON, J (1983). Energetics consequences of sexual size dimorphism in nestling Red Winged Blackbirds. *Ecology* 64: 642-647.
- FISHER, R.A (1930). *The genetical theory of natural selection*. Clarendon Press. Oxford.
- FREEMAN, S y JACKSON, W.M (1990). Univariante metrics are not adequate to measure avian body size. *Auk* 107: 69-74.
- GARZON, J (1974). Contribución al estudio del status, alimentación y protección de las Falconiformes en España Central. *Ardeola* 19: 279-330.
- GENSBOL, B (1993). *Guía de las rapaces de Europa*. Ed.Omega. Barcelona.
- GIBSON, R.M y BRADBURY, J.W (1985). Sexual selection in lekking sage grouse: phenotypic correlates of male mating success. *Behavioral Ecol. Sociobiology* 18: 117-123.
- GILMER, D.S y STEWART R.E (1984). Swainson's Hawk nesting ecology in North Dakota. *The Condor* 86: 12-18.
- GONZALEZ, J.L (1991). *El aguilucho lagunero (C.aeruginosus L.1758) en España*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- GONZALEZ, L.M (1991). *Historia Natural del Aguila Imperial Ibérica*. Colección Técnica. ICONA. Madrid.
- GONZÁLEZ, L.M; BUSTAMANTE, J e HIRALDO, F (1992). Nesting habitat selection by the Spanish imperial eagle *Aquila adalberti*. *Biological Conservation* 59: 45-50.
- GOWATY ADAIR, P y DROGE, D (1990). Sex ratio conflict and the evolution of sex biased provisioning in birds.

- GOWATY ADAIR, P (1991). Facultative manipulation of sex ratio in birds. Rare or rarely observed? *Current Ornithology* vol 8: 141-147.
- GREENWOOD, P.J (1980). Mating systems, philopatry and dispersal in birds and mammals. *Animal Behaviour* 28: 1140-1162.
- GRIFFITHS, R (1992). Sex biased mortality in the Lesser Black backed Gull *Larus fuscus* during the nestling stage. *Ibis* 134: 237-244.
- von HAARTMANN, L (1974). Population dynamics. *Avian biology* Acad. Press. New York.
- HAHN, D.C (1981). Asynchronous hatching in the Laughing gull: cutting losses and reducing rivalry. *Animal Behaviour* 29: 421-427.
- HAMMERSTROM, F (1968). Ageing and sexing harriers. *Inland Bird Banding News* 40: 43-44.
- HARRIS, M.P y ROTHERY, P (1985). Post fledging survival in relation to hatching date and growth in *Fratercula arctica*. *Ibis* 127: 243-250.
- HELLMICH, J (1986). Notas sobre el ritmo de actividad y la alimentación del aguilucho cenizo (*Circus pygargus*) en agosto y septiembre en Extremadura. *Alytes* 4: 69-77.
- HEREDIA, R y HEREDIA, B (1991). *El quebrantahuesos (Gypaetus barbatus) en los Pirineos*. Colección Técnica. ICONA. 1991.
- HILL, R (1994). Sexual selection and cuckoldry in a monogamous songbird: implications for sexual selection theory. *Behav. Ecology Sociobiology* 35: 193-199.
- HIRALDO, F; FERNÁNDEZ, F y AMORES, F (1975). Diet of the Montagu's Harrier (*Circus pygargus*) in southwestern of Spain. *Doñana, Acta Vertebrata* 2: 25-55.
- HIRALDO, F; VEIGA, J.P y MAÑEZ, M (1990). Growth of nestling black kites *Milvus migrans*: effect of hatching order, weather and season. *J. Zool. Lond.* 222: 197-214.
- HOGSTEDT, G (1981). Effect of additional food on reproductive success in the magpie (*Pica pica*). *Journal of Animal Ecology* 50: 219-229.
- HOOGLAND, J.L y SHERMAN, P.L (1976). Advantages and disadvantages of bank swallow *Ripari riparia* coloniality. *Ecol. Monogr.* 46: 33-58.
- HORN, H.S (1968). The adaptive significance of colonial nesting in the

- Brewer's Black bird (*Euphagus cyanocephalus*). *Ecology* 49: 682-694.
- HOWE, H.F (1977). Sex ratio adjustment in the Common Grackle. *Science* 198: 744-747.
- HOYSAK, D.H y WEATHERHRAD, P (1991). Sampling blood from birds: A technique and an assesment of its effect. *The Condor* 93: 746-752.
- HUSBY, M (1986). On the adaptive value of brood reduction in birds: experiments with the magpie *Pica pica*. *Journal of Animal Ecology* 55: 75-83.
- HUSSEL, D.J.T (1972). Factors affecting clutch size in Artic passerines. *Ecol Monographs* 42: 317-364.
- HUSTLER, K y HOWELLS, W.W (1988). The effect of primary production on breeding success and habitat selection in the African Hawk Eagle. *The Condor* 90: 583-587.
- JANES, S.W (1985). Habitat selection in raptorial birds. *Habitat selection in birds*. Ed. M.L Cody. London.
- JANES, S.W (1994). Partial loss of Red tailed Hawk territories to Swainson's Hawks: relations to habitat. *The Condor* 96: 52-57.
- JANZEN, F.J (1994). Vegetational cover predicts the sex ratio of hatchling turtles in natural nests. *Ecology* 75 (6): 1593-1599.
- KENDEIGH, S (1969). Tolerance of cold and Bergmann rule. *Auk* 68: 13-25.
- KERSTEN, M y BRENNINKMEIJER, A (1995). Growth, fledging success and post fledging survival of juvenile Oystercatchers *Haematopus ostralegus*. *Ibis* 137: 396-404.
- KING, J.R y FARNER, D.S (1961). Energy metabolism, thermorregulation, and body temperature. en *Biology and comparative physiology of birds*. vol II. Academic Press. Nueva York.
- KLOMP, H (1970). The determination of clutch size in birds. A review. *Ardea* 58: 1-122.
- KLOPPER, P.H y GANZHORN, J.U (1985). Habitat selection: Behavioral aspects. *Habitat selection in Birds*. Academic Press. Inc. London.
- KNIGHT, R.L y TEMPLE, S.A (1986). Why does intensity of avian nest defense increase during the nest cycle?. *Auk* 103: 318-327.

- KNIGHT, S (1988). Asynchronous hatching and food limitation: a test of Lack's Hypothesis. *The Auk* 105: 78-88.
- KODRIC BROWN, A y BROWN, J.H (1984). Truth in advertising: the kinds of traits favored for sexual selection. *The American Naturalist* 124 (3): 309-323.
- KONARZEWSKI, M (1993). The evolution of clutch size and hatching asynchrony in altricial birds: the effect of enviromental variability, egg failure and predation. *OIKOS* 67: 97-106.
- KORPIMAKI, E (1986). Timing of breeding of Tengmalm Owl *Aegolius funereus* in relation to vole dynamics in western Finland. *Ibis* 129: 58-68.
- KORPIMAKI, E (1987). Clutch size, breeding success and brood size experiments in Tengmalm's Owls *Aegolius funereus*: a test of hypothesis. *Ornis scandinavica* 18: 277-284.
- KORPIMAKI, E (1988). Factors promoting polygyny in European birds of prey: a hypothesis. *Oecologia* 77: 278-285.
- KORPIMAKI, E y LAGERSTROM, 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.
- KOSTRZEWA, A (1987). The effect of weather on density and reproduction success in Honey buzzards *Pernis apivorus*. en *Raptors in the Modern World*. WWGBP. Berlin. Londres. Paris.
- KOSTRZEWA, A y KOSTRZEWA, R (1990). The relationship of spring and summer weather with density and breeding performance of *Buteo buteo*, *Accipiter gentilis* y *Falco tinnunculus*. *Ibis* 132: 550-559.
- KRUUK, H (1964). Predators and anti predator behaviour of the black headed gull *Larus ridibundus*. *Behaviour* 11: 1-129.
- LACK, D (1947). The significance of clutch size. *Ibis* 89: 302-352.
- LACK, D (1954). *The natural regulation of animal numbers*. Clarendon Press. Oxford.
- LACK, D (1968). *Ecological adaptations for breeding in birds*. Methuen and Co. London.
- LANGSTON, N; FREEMAN, (1990). The evolution of female body size in Red Winged Blackbirds: The effect of timing of breeding, social

- competition, and reproductive energetics. *Evolution* 44: 1764-1769.
- LEBLANC, Y (1987). Relationship between sex of gosling and position in the laying sequence, egg mass, hatching size and fledgling size. *Auk* 104: 73-76.
- LENNINGTON, S (1980). Female choice and polygyny in redwinged blackbirds. *Animal Behaviour* 28: 347-361.
- LEONARD, M.L (1990). Polygyny in marsh wrens: Asynchronous settlement as an alternative to the polygyny threshold model. *The American Naturalist* 136 (4): 446-458.
- LEROUX, A.B (1987). Recensement des busards nicheurs, *Circus aeruginosus* et *Circus pygargus* et zonage de l'espace dans les marais de l'ouest de la France. *Acta Oecologica Oecologia Applic.* 8: 387-402.
- LIGON, J.D y LIGON, S.H (1990). Female biased sex ratio at hatching in the green woodhoopoe. *Auk* 107: 765-771.
- LINDEN, H y WIKMAN, M (1983). Goshawk predation on tetraonids: availability of prey and diet of the predator in the breeding season. *Journal of Animal Ecology* 52: 953-968.
- LUCIO, A.J (1990). Influencia de las condiciones climáticas en la productividad de la perdiz roja (*Alectoris rufa*). *Ardeola* 37 (2): 207-218.
- LUCIO, A.J y PURROY, F.J (1992). Caza y conservación en España. *Ardeola* 39 (2): 85-98.
- MAPA DE CULTIVOS Y APROVECHAMIENTOS. E.1:50.000. Hojas 838 y 839. Ministerio de Agricultura. 1980.
- MAGRATH, R.D (1989). Hatching asynchrony and reproductive success in the blackbird. *Nature* 339: 536-538.
- MAGRATH, R.D (1991). Nestling weight and juvenile survival in the blackbird, *Turdus merula*. *Journal of Animal Ecology* 60: 335-351.
- MAÑOSA, S (1991). *Biología trófica, ús de l'habitat i biologia de la reproducció de l' astor Accipiter gentilis a la Segarra*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- MARCSTROM, V; KENWARD, R.E y ENGREM, E (1988). The impact of predation on boreal tetraonids during vole cycles: A experimental study. *Journal of Animal Ecology* 57: 859-872.

- MARQUEZ, F y FERRERO, A. (1985). Noticiario Ornitológico. Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*). *Ardeola* 32(2): 413
- MEAD, P.S y MORTON, M.L (1985). Hatching asynchrony in the Mountain White crown Sparrow: a selected or incidental trait? *Auk* 102: 78-792.
- MEIJER, T; DAAN, S Y DIJKSTRA, C (1988). Female condition and reproduction: effects of food manipulation in free living and captive kestrels. *Ardea* 76: 141-154.
- MEIJER, T; DAAN, S y HALL, M (1990). Family planning in the kestrel *Falco tinnunculus*: The proximate control of covariation of laying date and clutch size. *Behaviour* 114: 83-116.
- MOCK, D.W (1984). Siblicidal aggression and resource monopolization in birds. *Science* 225: 731-733.
- MOCK, D.W y PLOGER, B.J (1987). Parental manipulation of optimal hatch asynchrony in cattle egrets: an experimental study. *Animal Behaviour* 35: 150-160.
- MOLLER, A.P (1994). Phenotype dependent arrival time and its consequences in a migratory bird. *Behavioral Ecology Sociobiology* 35: 115-122.
- MONTGOMERY, R.D y WEATHERHED, P.J (1988). Risks and rewards of nest defence by parent birds. *The Quarterly Review of Biology* 63(2): 167-185.
- MORENO, J (1987). Nestling growth and brood reduction in the Weather *Oenanthe oenanthe*. *Ornis scandinavica* 18: 302-309.
- MORENO, J y CARLSON, A (1989). Clutch size and the costs of incubation in the pied flycatcher *Ficedula hypoleuca*. *Ornis Scandinavica* 20: 123-128.
- MORENO, J; CARRASCAL, L.M; SANZ, J.J; AMAT, J y CUERVO, J.J (1994). Hatching asynchrony and brood reduction in the Chinstrap penguin *Pygoscelis antarctica*. *Polar biology* 14: 21-30.
- MOSS, R (1986). Rain, breeding success and distribution of Capercaillie and Black Grouse in Scotland. *Ibis* 128: 65-72.
- MUGARZA, J (1986). *Aves de Euskalherria*. Diputación Foral de Vizcaya.
- MUELLER, H.C (1989). Evolution of reversed sexual size dimorphism: sex or starvation? *Ornis Scandinavica* 20: 265-272.

- MUELLER, H.C y MEYER, K (1985). The evolution of Reversed Sexual Dimorphism in Size: A comparative analysis of the Falconiformes of the Western Palearctic. *Current Ornithology* vol 2: 65-101. Plenum Press. N.Y USA.
- MURRAY, B.G (1971). The ecological consequences of interspecific territorial behaviour in birds. *Ecology* 52: 415-423.
- NAKAMURA, D (1990). Rapid identification of sex in birds by flow cytometry. *Cytogenet. Cell Genetics* 53: 201-205.
- NEGRO, J.J e HIRALDO, F. (1992). Sex ratios in broods of the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Ibis* 134: 190-191.
- NEWTON, I (1979). *Population ecology of raptors*. T.& A.D.Poyser. England.
- NEWTON, I y MARQUISS, M (1979). Sex ratio among nestlings of the european sparrowhawk. *The American Naturalist* 113: 309-315.
- NEWTON, I y MARQUISS, M (1984). Seasonal trend in the breeding performance of Sparrowhawks. *Journal of Animal Ecology* 53: 809-829.
- NEWTON, I (1985). Lifetime reproductive output of female sparrowhawks. *Journal of Animal Ecology* 54: 241-253.
- NEWTON, I; WYLLIE, I y R. MEARNS (1986). Spacing of sparrowhawk in relation to food supply. *Journal of Animal Ecology* 55: 361-370.
- NIEBOER, E (1973). Geographical and ecological differentiation in the Genus *Circus*. *Dissertation Free University*. Amsterdam.
- NILSSON, I.N; NILSSON, S.G y SYLVEN, M (1982). Diet choice, resource depression and the regular nest spacing of birds of prey. *Biol. Jour. Linn. Society* 18: 1-9.
- NISBET, I.C y COHEN, M.E (1975). Asynchronous hatching in Common and Roseate Terns. *Sterna hirundo* and *Sterna dougalli*. *Ibis* 117: 374-379.
- NORRDAHL, K y KORPIMAKI, E (1995). Effects of predator removal on vertebrate prey populations: birds of prey and small mammals. *Oecologia* 103: 214-248.
- NUR, N (1984). The consequences of brood size for breeding blue tits I. Adult survival, weight change and the cost of reproduction. *Journal of Animal Ecology* 53: 479-496.

- O'CONNOR, R.J (1984). *The Growth and Development of Birds*. Ed. John Wiley & Sons. Nueva York.
- OLSEN, P.D y OLSEN, J (1987). Sexual size dimorphism in raptors: intrasexual competition in the larger sex for a scarce breeding resource, the smaller sex. *Emu* 87: 59-62.
- OLSEN, P.D y COCKBURN, A (1991). Female biased sex allocation in peregrine falcons and other raptors. *Behav. Ecol. Sociobiology* 28: 417-423.
- ONOFRE, N y RUFINO, R (1993). The present situation of the Montagu's Harrier in Portugal. *International Montagu's Harrier Conference*. Kiel. RFA.
- PAIN, D.J; AMIARD-TRIQUET, C; BAVOUX, C (1993). Lead poisoning in wild populations of Marsh Harriers *Circus aeruginosus* in the Camargue and Charente Maritime. *Ibis* 135: 379-386.
- PAMPUSH, G.J y ANTHONY R.G (1993). Nest success, habitat utilization and nest site selection of long billed curlews in the Columbia Basin, Oregon. *The Condor* 95: 957-967.
- PART, T (1994). Male philopatry confers a mating advantage in the migratory collared flycatcher. *Animal Behaviour* 48: 401-409.
- PATTERSON, I.J (1975). Timing and spacing of broods in the black headed gull *Larus ridibundus*. *Ibis* 107: 433-459.
- PEINADO, M y MARTÍNEZ, J.M (1985). *El paisaje vegetal de Castilla La Mancha*. Servicio de Publicaciones de Castilla La Mancha. Toledo.
- PEREZ CHISCANO, J.M y FERNANDEZ CRUZ, M (1971). Sobre *Grus grus* y *Circus pygargus* en Extremadura. *Ardeola* vol. especial: 549-574.
- PERRINS, C.M (1965). Populations fluctuations and clutch size in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 34: 601-647.
- PERRINS, C.M (1970). The timing of bird's breeding seasons. *Ibis* 112: 242-255.
- PERRINS, C.M y MOSS, D (1975). Reproductive rates in the great tit. *J. Animal Ecology* 44: 695-706.
- PERRINS, C y BIRKHEAD, T (1983) *Avian Ecology*. Blackie & Son Ltd.

- PETTIFOR, R (1993). Brood manipulation experiments. I. The number of offspring survival per nest in blue tits *Parus caeruleus*. *Journal of Animal Ecology* 62: 131-144.
- PETTIFOR, R (1993). Brood manipulation experiments. II. A cost of reproduction in blue tits? *Journal of Animal Ecology* 62: 145-159.
- PICOZZI, N (1978). Dispersion, breeding and prey of the Hen Harrier *Circus cyaneus* in Glen Dye, Kincardenshire. *Ibis* 120: 498-509.
- PICOZZI, N (1980). Food, growth, survival and sex ratio of nesting Hen Harriers *Circus cyaneus* in Orkney. *Ornis Scandinavica* 11: 1-11.
- PICOZZI, N (1981). Weight, wing-length and iris colour of Hen harriers in Orkney. *Bird Study* 28: 159-161.
- PICOZZI, N (1983). Growth and sex of nestling Merlins in Orkney. *Ibis* 125:377-382.
- PICOZZI, N (1984). Breeding biology of polygynous Hen Harriers *Circus cyaneus* in Orkney. *Ornis Scandinavica* 15: 1-10.
- PICOZZI, N (1984). Sex ratio, survival and territorial behaviour of polygynous Hen harriers *Circus cyaneus* in Orkney. *Ibis* 126: 356-365.
- PLATTEEUW, M; KOFFIJBER, K y DUBBELDAM, W (1995). Growth of cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis* chicks in relation to brood size, age ranking and parentl fishing effort. *Ardea* 83 (1): 235-245.
- PLEASANTS, J.M y PLEASANTS, B (1988). Reversed size dimorphism in raptors: evidence for how it evolved. *Oikos* 52: 129-135.
- RATCLIFFE, L.M y BOAG, P.T (1987). Effects of colour bands on male competition and sexual attractiveness in zebra finches *Poephila guttata*. *Can. Journal of Zoologie* 65: 333-338.
- REDFERN, C. (1994). Variation in the development timing of flight feather growth in nestling birds. *Ibis* 136: 72-78.
- RICH, T (1986). Habitat and nest site selection by Burrowing Owls in the Sagebrush steppe of Idaho. *Journal of Wildlife Management* 50: 548-555.
- RICHDALE, L.E y WARHAM, J (1973). Survival, pair bond retention and nest site tenacity in Buller's Mollymauk. *Ibis* 115: 257-263.
- RICHTER, W (1983). Balanced sex ratios in dimorphic altricial birds:

the contribution of sex specific growth dynamics. *The American Naturalist* 121: 158-171.

RIDPATH, M.G y BROOKER, M.G (1987). Sites and Spacing of Nests as Determinants of Wedge tailed Eagle breeding in Arid Western Australia. *Emu* 87: 143-149.

RICKLEFS, R.E (1965). Brood reduction in the Curve billed Thrasher. *Condor* 67: 505-510.

RICKLEFS, R.E (1967). A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48: 978-983.

RICKLEFS, R.E (1968). Patterns of growth in birds. *The Ibis* 110: 419-451.

RICKLEFS, R.E (1973). Patterns of growth in birds II. *The Ibis* 115: 177-201.

RICKLEFS, R.E (1983). Avian postnatal development. *Avian Biology*. vol VII: 2-83.

RIVAS MARTÍNEZ, S (1981). Les étages bioclimatiques de la vegetation de la Peninsule Iberique. Actas III Congreso OPTIMA. *Anales Jardín Botánico de Madrid* 37: 251-268.

ROSKAFT, E y SLAGSVOLD, T (1985). Differential mortality of male and female offspring in experimentally manipulated broods of the rook. *Journal of Animal Ecology* 54: 261-266.

RYDER, P.L y RYDER, J.P (1981). Reproductive performance of Ring-billed gulls in relation to nest location. *Condor* 83: 57-60.

RYDER, J.P (1983). Sex ratio and egg sequence in ring billed gulls. *Auk* 100: 726-729.

SCHAADT, C.P y BIRD, D.M (1993). Sex specific growth in Ospreys: The role of sexual size dimorphism. *The Auk* 110(4): 900-910.

SCHARFF, W.C y BALFOUR, E (1971). Growth and Development of nestling Hen Harriers. *Ibis* 113: 323-329.

SCHIPPER W.J.A (1973). A comparison of prey selection in sympatric harriers (*Circus*) in Western Europe. *Le Gerfaut* 63: 17-120.

SCHIPPER W.J.A (1977). Hunting in three european Harriers (*Circus*) during the breeding season. *Ardea* 65: 53-72.

SCHIPPER W.J.A (1978). A comparison of breeding ecology in three european Harriers. *Ardea* 66: 77-102.

SCOTT JOHNSON, L; KERMOTT, L.H y ROSS LEIN, M (1993). The cost of polygyny in the house wren *Troglodytes aedon*. *Journal of Animal Ecology* 62: 669-682.

SCOTT FINDLAY, C y COOKE, P (1982). Breeding synchrony in the lesser snow goose *Anser caerulescens*. Genetic and enviromental components of hatch date variability and their effects on hatch synchrony. *Evolution* 36(2): 342-351.

SCOTT JOHNSON, L; KERMOTT, L.H y ROSS LEIN, M (1994). Territorial polygyny in house wrens: are females sufficiently compensated for the cost of mate sharing? *Behavioral Ecology* 5 (1): 98-104.

SEARCY, W.A (1979). Female choice of mates: A general model for birds and its application to red winged-blackbirds *Agelaius phoeniceus*. *The American Naturalist* 114 (1): 77-100.

SEARCY, W.A y YASUKAWA, K (1989): Alternative models of territorial polygyny in birds. *The American Naturalist* 134 (3): 323-343.

SHARROCK J.T.R (1976) *Atlas of Breeding Birds of Britain and Ireland*. B.T.O-I.W.C.

SHINE, R (1989). Ecological causes for the evolution of sexual dimorphism: A review of the evidence. *The Quaterly Review of Biology* 64(4): 419-432.

SIEGEL, S (1979). *Estadística no paramétrica*. Ed. Trillas. México.

SIMMONS, R; BARNARD, P; MAC WHIRTER, B y HANSEN, G.L (1986). The influence of microtines on polygyny, productivity, age, and provisioning of breeding Northern harriers: a 5 years study. *Can. Journal of Zoology* 64: 2447-2456.

SIMMONS, R; SMITH, P.C y R.B MACWHIRTER (1986). Hierarchies among Northern Harrier *Circus cyaneus* harems and the costs of polygyny. *Journal of Animal Ecology* 55: 755-771.

SIMMONS, R; BARNARD, P y P.C SMITH (1987). Reproductive behaviour of *Circus cyaneus* in North America and Europe: a comparison. *Ornis Scandinavica* 18: 33-41.

SIMMONS, R (1988). Food and the deceptive acquisition of mates by polygynous male harriers. *Behavioral Ecology Sociobiol.* 23: 83-92.

- SIMMONS, R (1988). Honest advertising, sexual selection, courtship displays and body condition of polygynous male harriers. *Auk* 105: 303-307.
- SIMMONS, R (1990). Copulation patterns of African Marsh Harriers: evaluating the paternity assurance hypothesis. *Animal Behaviour* 40: 1151-1157.
- SIMMONS, R (1992). Brood adoption and deceit among African Marsh Harriers *Circus ranivorus*. *Ibis* 134: 32-34.
- SIMMONS, R (1993). Effects of supplementary food on density-reduced breeding in an African Eagle: adaptive restraint or ecological constraint? *Ibis* 135: 394-402.
- SIMMONS R.E (1994). Supplemental food alters size hierarchies within harrier clutches. *Oikos* 71: 341-348.
- SLAGSVOLD, T (1982). Clutch size, nest size and hatching asynchrony in birds: Experiments with the Fieldfare *Turdus pilaris*. *Ecology* 63: 1389-1399.
- SLAGSVOLD, T (1984). Clutch size variation of birds in relation to nest predation: on the cost of reproduction. *Journal of Animal Ecology* 53: 945-953.
- SLAGSVOLD, T (1986). Asynchronous versus synchronous hatching in birds: experiments with the pied flycatcher. *Journal of Animal Ecology* 55: 1115-1134.
- SLAGSVOLD, T y ROSKAFT, E (1986). Sex ratio, differential cost of rearing young, differential mortality between sexes during parental care: Fisher's theory applied to birds. *Ornis scandinavica* 17: 117-125.
- SLAGSVOLD, T y LIFJELD, J.T (1989). Hatching asynchrony in birds: The hypothesis of sexual conflict over parental investment. *The American Naturalist* 134(2): 239-253.
- SLAGSVOLD, T (1990). Fisher's sex ratio theory may explain hatching patterns in birds. *Evolution* 44: 1009-1017.
- SLAGSVOLD, T; HUSBY, M y SANDVICK, J. (1992). Growth and sex ratio in two species of crows: how important is hatching asynchrony?. *Oecologia* 90: 43-49.
- SLAGSVOLD, T y LIFJELD, J.T (1994). Polygyny in birds: The role of

competition between females for male parental care. *The American Naturalist* 143(1): 59-94.

SLAGSVOLD, T; AMUNDSEN, T y DALE, S (1995). Costs and benefits of hatching asynchrony in blue tits *Parus caeruleus*. *Journal of Animal Ecology* 64: 563-578.

SMITH, D.G; MURPHY, J y WOFFINDEN, N.D (1981). Relationships between jackrabbit abundance and Ferrugineus Hawk reproduction. *Condor* 83: 52-56.

SMITH, H.G; OTTOSON, U y SANDELL, M (1994). Intrasexual competition among polygynously mated female starlings *Sturnus vulgaris*. *Behavioral Ecology* 5 (1): 57-63.

SOKAL, R.R y ROHLF, F.J (1980). *Introducción a la Bioestadística*. Ed. Reverté. Barcelona.

STAMPS, J.A (1990). When should avian parents differentially provision sons and daughters? *The American Naturalist* 135(5): 671-685.

STEIDL, R.J; GRIFFIN, C y NILES, L.J (1991). Differential reproductive success of ospreys in New Jersey. *Journal of Wildlife Management* 55(2): 266-272.

STOLESON, S.H y BEISSINGER, S.R (en prensa). Hatching asynchrony and the onset of incubation in birds, revisited: When is the critical period?.

SWENSON, J.E (1986). Differential survival by sex in juvenile Sage Grouse and Gray Partridge. *Ornis Scandinavica* 17: 14-17.

SWENSON J.E; SAARI L y BONCZAR, Z. (1994). Effects of Hazel Grouse reproduction: an allometric perspective. *Journal of Avian Biology*. 25: 8-14.

TAYLOR, I.R (1991). Effects of nest inspections and radiotagging on Barn Owl breeding success. *Journal of Wildlife Management* 55(2): 312-315.

TEATHER K.L y WEATHERHEAD, P.J (1989). Sex specific mortality in nestling *Quiscalus mexicanus*. *Ecology* 70: 1485-1493.

TEMELES, E.J (1987). The relative importance of prey availability and intruder pressure in feeding territory size regulation by harriers, *Circus cyaneus*. *Oecologia* 74: 286-297.

- TEMELES, E.J (1990). Interspecific territoriality of Northern harriers: the role of kleptoparasitism. *Animal Behaviour* 40: 361-366.
- TEMELES, E.J (1990). Northern harriers on feeding territories respond more aggressively to neighbors than to floaters. *Behav. Ecol. Sociobiology* 26: 57-63.
- TEMERIN, H y JAKOBSSON, S (1988). Female reproductive success and nest predation in polyterritorial wood warblers (*Phylloscopus sibilatrix*). *Behavioral Ecology and Sociobiology* 23: 225-231.
- TEMERIN, H (1992). The influence of nest predation on mating strategies under polygyny. *Behavioral Ecology* 4 (4): 340-344.
- TIERSCH, T.R et al. (1991). The use of flow cytometry for rapid identification of sex in birds. *The Auk* 108: 206-207.
- TINBERGEN, J.M y BOERLIJST M.C (1990). Nestling Weight and Survival in individual Great tits (*Parus major*). *Journal of Animal Ecology* 59: 1113-1127.
- TJERNBERG, M (1985). Spacing of Golden Eagle *Aquila chrysaetos* nests in relation to nest site and food availability. *Ibis* 127: 250-255.
- TRIVERS, R.L y WILLARD D.E (1973). Natural selection of parental ability to vary the sex ratio of offspring. *Science* 179: 90-92.
- UNDERHILL DAY, J.C (1989). The effect of predation by Marsh Harriers *Circus aeruginosus* on the survival of ducklings and game bird chicks. *Ardea* 77: 47-55.
- UNDERHILL DAY, J.C (1992). Foods and feeding rates of Montagu's Harrier breeding in arable farmland. *Bird Study* 40 (1): 74-80.
- URIOS, V et al (1991). *Atlas de Aves Nidificantes de la Comunidad Valenciana*. Generalitat Valenciana. Valencia.
- VEEN, J (1977). Functional and causal aspects of nest distribution in colonies of the Sandwich tern *Sterna s. sandvicensis*. *Behaviour* 20:1-93.
- VEIGA, J.P (1985). *Ecología de las rapaces de un ecosistema mediterráneo de montaña. Aproximación a su estructura comunitaria*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.
- VEIGA, J.P (1985). Crecimiento de los pollos de *Falco tinnunculus* en

- el Centro de España. Aspectos energéticos y ecológicos. *Ardeola* 32: 187-201.
- VEIGA, J.P (1992). Hatching asynchrony in the house sparrow: A test of the egg viability hypothesis. *The American Naturalist* 139 (3): 669-675.
- VEIGA, J.P e HIRALDO, F (1990). Food habits and the survival and growth of nestlings in two sympatric kites *Milvus milvus* and *Milvus migrans*. *Holarctic Ecology* 13: 62-71.
- VERHULST, S y TINBERGEN, J.M (1991). Experimental evidence for causal relationship between timing and success of reproduction in the great tit *Parus major*. *Journal of Animal Ecology* 60: 269-282.
- VIÑUELA, J (1991). Ecología de la Reproducción del Milano Negro *Milvus migrans* en Doñana. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- VIÑUELA, J y SUNYER, C (1992). Nest orientation and hatching success of Black Kites *Milvus migrans* in Spain. *The Ibis* 134: 340-345.
- 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(1): 55-63.
- WATSON, A y ROTHERY, P (1986). Regularity of spacing of Golden Eagle *Aquila crhysoetos* nests used within years in northeast Scotland. *Ibis* 128: 406-408.
- WEATHERHEAD, P.J (1979). Offspring quality and the polygyny threshold: The sexy son hypothesis. *The American Naturalist* 113 (2): 202-208.
- WEATHERHEAD, P.J y TEATHER, K.L (1991). Are skewed fledglings sex ratios in sexually dimorphic birds adaptive?. *American Naturalist* 138: 1159-1172.
- WEBB, D.R (1987). Thermal tolerance of avian embryos: a review. *Condor* 89: 874-898.
- WEBSTER, M.S (1991). Male parental care and polygyny in birds. *The American Naturalist* 137: 274-280.
- WESOŁOWSKI, T (1994). On the origin of parental care and the early evolution of male and female parental roles in birds. *The American Naturalist* 143(1): 39-58.
- WERSCHKUL, D.F y JACKSON, J.E (1979). Sibling competition and avian growth rates. *Ibis* 121: 97-102.

WIEBE, K.L y BORTOLOTTI, G.R (1992). Facultative sex ratio manipulation in American Kestrels. *Behav. Ecol. Sociobiology* 30: 379-386.

WIMBERGER, P.H (1988). Food supplemental effects on breeding time and harem size in the Red Winged Blackbird *Agelaius phoeniceus*. *The Auk* 105: 799-802.

WITTENBERGER, J.F (1981). Time: a hidden dimension in the polygyny treshold model. *The American Naturalist* 118 (6): 803-822.

ZACH, R (1982). Nestling house wrens: weight and feather growth. *Can. J. Zoology* 60: 1417-1425.

ZACH, R y MAYOH, K.R (1982). Weight and feather growth of nestling tree swallows. *Can. J. Zoology* 60: 1080-1090.

ZACH, R; LINER, Y; RIGBY, G y MAYOH, K.R (1984). Growth curve analysis of birds: the Richards model and procedural problems. *Can. J. Zoology* 62: 2429-2435.

ZIJLSTRA, M, DAAN, S Y BRUINENBERG, J (1992). Seasonal variation in the sex ratio of marsh harrier *Circus aeruginosus* broods. *Functional Ecology* 6: 553-559.

AGRADECIMIENTOS

Y se acabó, llegamos a lo que las lenguas viperinas suelen considerar lo más interesante de estos "tochos" que constituyen las tesis doctorales. Aunque la mayor parte del trabajo de campo ha sido realizado más bien con escasa ayuda, diversas personas me han apoyado de una u otra forma durante su realización. A todas ellas deseo agradecer su ayuda, siguiendo un orden cronológico según su aparición en esta historia, pidiendo excusas por posibles olvidos que con las prisas de última hora haya podido cometer.

En primer lugar, agradezco a Jose Luis González (Obelix), las orientaciones iniciales sobre cómo enfocar este trabajo, qué y cómo debía medir, y el haberme facilitado los plásticos para el marcaje de pollos allá por el lejano 1988, que me permitieron iniciar el tortuoso camino que ha dado lugar a esta tesis. Gracias a Antonio y Jesús, mis colegas pastores de Torrenueva, que trataron con sumo cuidado a los aguiluchos en los rastrojos en los que pastaba su ganado, y con los que pasé muchos y buenos ratos de charla acompañados de algún que otro trago de vino, a la escasa sombra de las olivas del camino de Infantes, (núcleo de cría número 1 para los que se hayan leído la tesis), que tantas cosas me enseñaron sobre la vida y obras de la gente del campo. A los agentes forestales de Torrenueva y Sta. Cruz de Mudela, Angel Cruz, Tomás Sánchez y especialmente a Julián Nicolás Martín, por su ayuda en los inicios de este estudio cuando todavía no sabía bien qué era un aguilucho, y por su buena disposición (rara en aquéllas tierras) hacia la conservación de estos bichos. Agradezco también a todos los agricultores y maquinistas de cosechadoras del campo de Montiel su colaboración desinteresada facilitando la tarea de retirada de pollos y que son quien en realidad más pueden hacer por su conservación.

A Carmina, Chelo y Antonio, mis compañeros de Cultura en Toledo, y a todos mis "compas" de Transportes, especialmente a Almudena, Nana, Alfonso, Antonio, Juan Carlos y Chema, agradecer su apoyo moral, que bien me vino, en los momentos en que las trabas e interferencias de la administración (léase ingenieros de Ciudad Real) amenazaron la

continuidad de este trabajo. Gracias además por saber disculpar mi escaso entusiasmo ante las tareas administrativas por aquello de tener siempre la cabeza llena de pájaros. A la Delegación de Agricultura de Toledo, especialmente a A. Aranda, agradezco las facilidades dadas para la toma de datos en el Centro de Recuperación de Sevilleja de la Jara. Juanma Blanco cuidó con esmero de los aguiluchos del centro para que pudiera mirarles fijamente a los ojos (por aquello del iris), y me facilitó muestras de sangre tras vampirizarlos con singular maestría. Suerte con *tus imperiales*.

A Jose Manuel, Jose Luis, Manolo, Javi, colegas del grupo SEO Ciudad Real, gracias por los buenos ratos pasados en Ruidera y demás excursiones "pajaritológicas". Y no podían faltar Palomo y Jesús, a los que a pesar del cachondeo que se montan a costa mía y de mi telescopio y de la vergüenza que en tiempos me hicieron pasar, puedo decirles que, por fin, tras varios años de trabajo y utilizando el mismo ~~tras~~TAMROM que ellos conocen, (el presupuesto no da para más), estoy casi seguro de que esta tesis es sobre el aguilucho cenizo.

Gracias también a las personas y grupos que componen el Grupo Ibérico de Aguiluchos, cuyo entusiasta y casi siempre desinteresado trabajo en favor de la conservación de nuestros pájaros, ha permitido obtener gran cantidad de información sobre el estado de la especie en nuestro país. Gracias especialmente a Bea Arroyo y a José Bort, con los que mantuve fructíferas charlas y con los que compartí ideas además de alguna que otra cerveza, que considero nos han permitido tener una idea más global de los problemas de conservación de nuestros aguiluchos.

A los miembros del Departamento de Ecología Evolutiva, Lali, Alfredo, Montse, y Juan. Gracias especialmente a Luisma Carrascal, por su ayuda en el para mí intrincado laberinto de la informática y la estadística. Deseo la mejor de las suertes a los becarios adscritos al Departamento, Juanjo, Eduardo, Pilar, Jose, Andrés, Jose Miguel, Ingrid, Piedad y Ramiro, que viven, y no es sólo para que la cosa rime, en precario. Gracias a Mari Carmen Moreno, del CNB, que realizó de forma desinteresada los análisis de ADN para intentar determinar el

sexo de los aguiluchos.

A Pablo Veiga, que no podía imaginar la que le caía encima cuando aceptó dirigir esta tesis, agradezco su confianza y apoyo que han hecho posible que iniciara este trabajo y sobre todo, que pudiera terminarlo. Con todo, mi agradecimiento por haber dirigido este trabajo, se queda muy corto por mi aprecio personal hacia alguien que siendo un excelente investigador, es mucho mejor como persona. Pablo, a ti especialmente, gracias por *todo*.

A Angel y por supuesto, a Pepe, Pilar y a su "enano" Javier, para los que no tiene sentido hablar aquí de todo lo que les debo a lo largo de estos años. Agradezco lo más importante, su amistad.

A mi familia, en especial a mi madre, quienes sin tener muy claro qué es lo que estoy haciendo y por qué estoy siempre por el campo viendo pájaros, me han apoyado durante todo este tiempo. De ellos qué más puedo decir aquí que ya no sepan, en estos casos sobran las palabras.

Para concluir, no puedo dejar de citar a los técnicos y otros no tan técnicos del Servicio de Montes, Caza y Pesca de Ciudad Real, quienes a pesar de sus interferencias en el desarrollo de este trabajo y su total desinterés hacia la conservación de estos pájaros, únicamente han conseguido incrementar mi determinación de seguir trabajando por la conservación de la naturaleza en Ciudad Real, tierra a la que guardo un especial cariño y en la que espero seguir trabajando, seguro que muy a su pesar.

Desde 1993 este trabajo se ha realizado gracias a una beca de Formación de Personal Investigador. El trabajo de campo en 1994 fue financiado a través del proyecto de la DGICYT PB 91 0084C0301. En ningún momento ha contado con ayuda o financiación por parte de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha.