

Análisis de la dieta invernal del cormorán grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en dos embalses del norte de España: comparación de dos métodos de estudio

J. M. Lekuona, R. Miranda, C. de la Riva & F. Campos

Lekuona, J. M., Miranda, R., De la Riva, C. & Campos, F., 1998. Análisis de la dieta invernal del cormorán grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en dos embalses del norte de España: comparación de dos métodos de estudio. *Misc. Zool.*, 21.2: 81-89.

Analysis of cormorants (Phalacrocorax carbo sinensis) wintering food composition in two reservoirs in northern Spain: a comparison of two study methods.—Wintering food of cormorants in two reservoirs in northern Spain was studied by direct field observations of feeding birds and analysis of pellets taken in night roosts. Direct observations revealed the length of captured fish and food composition. Pellet analysis allowed estimate only of the biomass intake. The estimate of daily food intake using the analysis of pellets was similar to that found during the breeding season in northern Europe. Data showed a differential predigestion between long and short prey (< 13 cm) with the associated loss of information when using pellet analysis.

Key words: Cormorant, Direct observations, Pellet analysis, *Phalacrocorax carbo sinensis*, Prey, Wintering food.

(*Rebut: 8 IX 97; Acceptació condicional: 27 IV 98; Acc. definitiva: 19 V 98*)

Jesus Mari Lekuona¹, Rafael Miranda, Carmen de la Riva & Francisco Campos, Depto. de Zoología y Ecología, Univ. de Navarra, 31080 Pamplona, España (Spain).

¹e-mail: jlekuonaunav.es

Introducción

Existen diversos datos sobre la dieta del cormorán grande tanto de España (BLANCO et al., 1995; LEKUONA & CAMPOS, 1996, 1997a, 1997b), como de otras regiones de Europa (SARA & BACCETTI, 1993; SUTER, 1995; VAN EERDEN & VOSLAMBER, 1995).

El estudio de la dieta, tanto en la época de reproducción como en la época invernal se ha basado en análisis de egagrópilas (DIRKSEN et al., 1995; HALD-MORTENSEN, 1995; KELLER, 1995; VELDKAMP, 1995a; WARKE & DAY, 1995; ZILJSTRA & VAN EERDEN, 1995), restos alimenticios (VELDKAMP, 1995b) y en observaciones directas en las áreas de alimentación (VAN EERDEN & VOSLAMBER, 1995; VOSLAMBER et al., 1995; LEKUONA & CAMPOS, 1996, 1997a).

El objetivo de este trabajo es estudiar la dieta del cormorán grande, mediante dos métodos de estudio: las observaciones directas de cormoranes pescando y el análisis de egagrópilas. También se quiere comprobar si había o no diferencias entre los datos obtenidos mediante los dos métodos, analizando sus ventajas e inconvenientes.

Material y métodos

El estudio de la dieta del cormorán grande presente en los embalses de Yesa (Navarra y Zaragoza) y Ullivarri (Álava) se ha basado en la realización de observaciones directas en las áreas de alimentación y en el análisis de las egagrópilas recogidas en los dormideros. Los dormideros se localizaron en sotos fluviales situados en la cola de los embalses y constituidos principalmente por Sauces *Salix alba* y *S. atrocinerea*.

Respecto a las observaciones directas de aves pescando tanto solas como en grupo se anotaba los éxitos obtenidos, tratando siempre de identificar la especie del pez capturado, así como su talla en relación a la longitud del pico del cormorán (CRAMP & SIMMONS 1977; KOFFIUBERG & VAN EERDEN, 1995; VOSLAMBER et al., 1995). Se establecieron cinco clases: muy pequeños (< 8 cm), pequeños (8-14 cm), medianos (15-21 cm), grandes (22-28 cm) y muy grandes (> 28 cm) (precisión ± 1 cm, LEKUONA & CAMPOS, 1997a). Se ha definido una secuencia de pesca como el tiempo dedicado por un cormorán a capturar peces en

una misma área de alimentación, desde que el ave llega volando y se posa en el agua hasta que la abandona definitivamente.

Para el cálculo de la biomasa se han empleado fórmulas obtenidas mediante la captura de especies en las principales áreas de alimentación ($P = 9,735 \cdot 10^{-3} L^{3,0286}$ para el barbo de Graells *Barbus graellsii* (rango: 4,7-49,7 cm), $P = 0,0129 L^{3,0169}$ para la carpa *Cyprinus carpio* (rango: 7,1-59,0 cm), $P = 6,665 \cdot 10^{-3} L^{3,0958}$ para la madrilla *Chondrostoma toxostoma* (rango: 5,2-25,4 cm), $P = 0,053 L^{2,4048}$ para el gobio *Gobio gobio* (rango: 4,4-13,2 cm), siendo P el peso fresco en gr y L la longitud total en cm). Para las diferentes tallas de los peces no identificados se ha calculado el peso medio correspondiente a la misma talla de las especies conocidas.

Todas las observaciones de pesca se realizaron quincenalmente en el periodo octubre-marzo (1991-93 en Ullivarri y 1991-95 en Yesa) con un telescopio x20-60 y siempre a una distancia inferior a 100 m.

Para la recogida de egagrópilas se realizaron visitas mensuales en el periodo octubre-marzo de 1991-92 y 1992-93, empleándose una lancha neumática para acceder a los árboles del dormidero y recogerlas. Para evitar molestias a las aves las visitas se realizaron por la mañana, cuando no hay cormoranes en el dormidero (LEKUONA, 1997). Cada egagrópila fue introducida en una pequeña bolsa de plástico para evitar el contacto entre ellas, y después fue congelada hasta su posterior análisis en el laboratorio. Las egagrópilas eran reblandecidas con agua y desmenuzadas con la ayuda de pinzas y agujas enmangadas para extraer todas las piezas esqueléticas que contenían, principalmente escamas, dientes faríngeos, callosidades faríngeas, opérculos y restos de aletas. Las escamas se limpiaron en una solución de hidróxido sódico al 4%, luego se lavaron con agua y después se montaron sobre portas y cubres para su clasificación. La identificación de los distintos tipos de restos se ha realizado por comparación con las piezas esqueléticas de la colección del Departamento de Zoología y Ecología de la Universidad de Navarra. Los distintos tipos de escamas, el número de pares de dientes faríngeos y el número de callosidades ha permitido conocer el número de presas existentes en cada egagrópila (fig. 1). Siempre se tomó el número

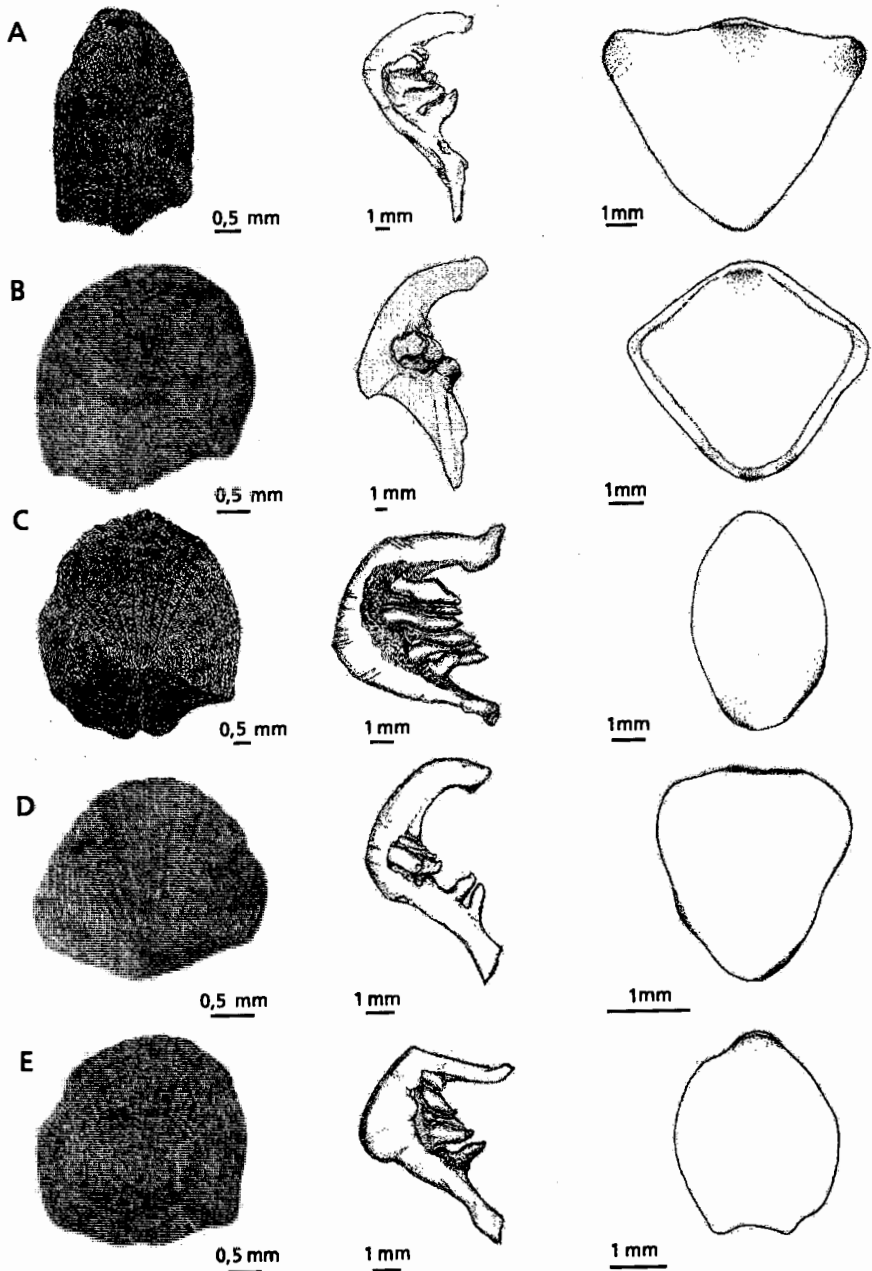


Fig. 1. Piezas esqueléticas empleadas en la identificación de los peces en las egagrópilas del cormorán grande en el embalse de Yesa: escamas, dientes faríngeos y callosidad: A. Barbo de Graells; B. Carpa; C. Madrilla; D. Gobio; E. Bermejuela.

Fish remains useful for prey identification from pellets of cormorants in Yesa reservoir: scales, pharyngeal bones and chewing pads: A. Barbel; B. Carp; C. French nase; D. Gudgeon; E. Roach.

mínimo de presas por egagrópila, dividiendo el número de estructuras pares por dos. La estimación de la longitud de los peces capturados y de la biomasa ingerida por egagrópila, se ha realizado mediante el empleo de regresiones de longitud total del pez (LT en cm) y biomasa (P en gr) con la longitud total de la escama (L en mm) (tabla 1).

Las frecuencias se han comparado mediante el test χ^2 , con la corrección de Yates cuando fue necesaria. La longitud de los peces, la biomasa ingerida y el número de presas por egagrópila (datos normales) se compararon mediante el test t-Student (SOKAL & ROHLF, 1979).

Resultados

Observaciones directas

En la tabla 2 se resume la dieta del cormorán grande obtenida mediante las observaciones directas cuando pescó solo o en grupo en los dos embalses. El barbo de Graells constituyó la principal presa en Yesa, mientras que en Ullivarri fue la carpa. Estas dos especies dominaron en el aporte de biomasa. Cuando los cormoranes pescaron en grupo capturaron sobre todo barbos, carpas y madrillas. Sin embargo, la especie más importante en biomasa fue la carpa que aportó el 74,9%. La biomasa media capturada por un cormorán durante la realización de una secuencia de pesca en Yesa fue de $151,9 \pm 41,6$ gr (n = 24) y de $156,7 \pm 42,3$ gr (n = 32) en Ullivarri, sin diferencias significativas entre estos dos valores (t = 0,42; n = 54; P > 0,05).

Análisis de egagrópilas

En el dormitorio de Yesa se recogieron 164 egagrópilas de los cormoranes presentes en 1991-92 y 1992-93. Su análisis proporcionó un total de 246 presas: el 56,5% son barbos, el 29,7% madrillas, el 11,4% carpas, el 1,6% gobios y el 0,8% bermejuelas *Rutilus arcasii*. La biomasa media por egagrópila se ha estimado en $304,3 \pm 15,9$ gr (n = 147; rango: 103-1.200), la longitud media de los peces capturados por egagrópila ha sido de $24,9 \pm 6,3$ cm (n = 226; rango: 14-51) y el número medio de peces por egagrópila fue de $1,51 \pm 0,92$ ejemplares (n = 164; rango: 1-7).

En el dormitorio de Ullivarri se recogieron 77 egagrópilas entre 1991-92 y 1992-93, que proporcionaron 301 presas. La principal presa fue la carpa (92,6%), seguida de la madrilla (6,8%), tenca (0,3%) y un salmónido sin identificar (0,3%). La biomasa media por egagrópila se ha estimado en $210,1 \pm 15,5$ gr (n = 69; rango: 72-657), la longitud media de los peces capturados por egagrópila ha sido de $13,8 \pm 4,1$ cm (n = 301; rango: 8-35) y el número medio de peces por egagrópila fue de $3,9 \pm 2,7$ ejemplares (n = 77; rango: 1-9). En los dos casos, el 89,6% de las egagrópilas analizadas permitió estimar el número de presas, la biomasa media y la longitud media de los peces que contenían. El 10,4% restante prestaban abundante mucosidad y muy pocos restos óseos.

La biomasa y la longitud media de los peces presentes en las egagrópilas analizadas en Yesa fueron superiores a los de Ullivarri (t = 3,54; n = 214; P < 0,001 y t = 4,63; n = 525; P < 0,001; respectivamente), mientras que el número de peces por egagrópila fue inferior (t = 10,2; n = 239; P < 0,001). La biomasa media por egagrópila en Yesa y Ullivarri fue superior a la obtenida por el método de las observaciones directas (t = 7,95; n = 169; P < 0,001 y t = 2,99; n = 99; P < 0,01; respectivamente).

En la figura 2A se comparan los resultados obtenidos en el embalse de Yesa con las observaciones directas y con el estudio de egagrópilas. No hay diferencias en la estimación de las frecuencias de barbos, madrillas y carpas (observaciones de aves pescando solas) y el análisis de egagrópilas ($\chi^2 = 1,13$; 2 gl; n.s.). Sin embargo, hay diferencias notables ($\chi^2 = 34,7$; 2 gl; P < 0,001), cuando se comparan los datos para la pesca en grupo con la proporción de cada especie en las egagrópilas. En el embalse de Ullivarri (fig. 2B) se encuentran diferencias significativas entre métodos para la frecuencia de carpas (más elevada en las egagrópilas, $\chi^2 = 52,9$; 1 gl; P < 0,001). No obstante, estas comparaciones deben tomarse con prudencia, ya que el tamaño de la muestra en este embalse fue menor.

Identificación de presas en las egagrópilas

De todas las piezas esqueléticas empleadas en la identificación de las especies, las esca-

Tabla 1. Regresión multiplicativa ($P = aL^b$) de la longitud total del pez (LT en mm) y el peso (P en g, peso fresco) respecto a la longitud total de la escama (L en mm).

Multiple regression ($P = aL^b$) between total length of fish (LT in cm) and weight (P in g, wet weight) in relation to total length of scale (L in mm).

Especie	a	b	P	r ²	F	N
<i>Barbus graellsii</i>						
LT-L	4,26	0,87	0,001	92,20	5.330,39	453
P-L	0,69	2,72	0,001	92,51	5.571,73	453
<i>Cyprinus carpio</i>						
LT-L	3,20	0,89	0,001	94,17	3.067,17	192
P-L	0,38	2,76	0,001	94,37	3.185,98	192
<i>Chondrostoma toxostoma</i>						
LT-L	6,46	0,55	0,001	63,98	481,37	272
P-L	2,03	1,74	0,001	63,53	472,05	272
<i>Gobio gobio</i>						
LT-L	3,50	0,79	0,001	83,60	1.483,23	293
P-L	0,47	2,45	0,001	84,68	1.608,98	293
<i>Rutilus arcasii</i>						
LT-L	5,53	0,53	0,001	54,51	251,61	212
P-L	1,34	1,99	0,001	55,02	256,88	212

Tabla 2. Porcentaje de presas (P) y de biomasa (B, en gr) en la dieta invernal del cormorán grande en los embalses de Yesa y Ullivarri, cuando pesca solo (S) o en grupo (G).

Percentage of prey (P) and biomass (B, in gr) in the wintering diet of cormorants in Yesa and Ullivarri reservoirs, when fish alone (S) or in group (G).

Especie	Yesa				Ullivarri	
	G		S		S	
	P	B	P	B	P	B
<i>Barbus graellsii</i>	37,7	19,1	53,1	51,6	9,6	12,4
<i>Chondrostoma toxostoma</i>	26,7	4,4	33,1	20,0	15,3	19,8
<i>Cyprinus carpio</i>	24,2	74,9	8,5	27,6	58,2	59,8
No identificados	11,3	1,6	5,4	0,8	16,9	8,0
N	954	1.182.453	130	3.959	177	4.873

mas han permitido estimar adecuadamente la longitud y la biomasa de los peces que contenían. Sin embargo, los dientes faríngeos aparecían con uno o los dos brazos muy erosionados o rotos, y no servían para realizar las estimaciones de longitud y biomasa, aunque permitían estimar el número de individuos presentes en las egagrópilas. Los opérculos y callosidades sirven también para la identificación de la especie y para cuantificar el número de peces por egagrópila. Además, los opérculos, cleitros y otolitos no aparecen en todas las egagrópilas, por lo que se puede considerar que son digeridos en un porcentaje muy elevado, y en cuanto a las callosidades faríngeas, no hemos podido establecer regresiones adecuadas con la longitud y la biomasa de los peces.

Discusión

El análisis de las egagrópilas ha permitido obtener una estimación de la ingesta media de biomasa que el cormorán grande realiza en el embalse de Yesa (304 gr), un valor próximo al encontrado durante la época reproductora (ZIJLSTRA & VAN EERDEN, 1995) y superior al estimado para la época invernal en otras regiones de España (BLANCO et al., 1995) y de Europa (230 gr; KELLER, 1995). Sin embargo, no coincide con los 500 gr estimados para este último período por SUTER (1991, 1995). Además, hay que tener en cuenta que el tamaño medio de los peces capturados, estimado a partir de los restos de las egagrópilas (25 cm) fue muy superior al observado mediante las observaciones directas (15 cm; LEKUONA, 1997), lo que indicaría una clara predigestión diferencial, con la consiguiente pérdida de información de tallas y especies pequeñas (< 13 cm).

En cuanto al embalse de Ullivarri, la estimación de la biomasa y la longitud de los peces capturados fue inferior a la obtenida en Yesa, pero el número de peces por egagrópila fue mayor. Sin embargo, como la biomasa estimada no se aproxima a la citada en la bibliografía, se debe considerar que hay también una clara predigestión de presas y tallas, aunque en Yesa debe afectar a tallas más pequeñas o alternativamente, el patrón de producción de egagrópilas sería

distinto (> 1 al día).

Según los cálculos y considerando que esta especie produce una egagrópila al día (ZIJLSTRA & VAN EERDEN, 1995; TRAUTTMANSDORF & WASSERMANN, 1995), un cormorán ingiere una media de 304 gr al día durante el invierno. La biomasa ingerida estimada durante el estudio de las secuencias de pesca fue de 154 gr para los cormoranes que pescan solos y 368 gr cuando lo hacen en grupo (LEKUONA, 1997). Por lo tanto las aves que se alimentan solas necesitarían una segunda secuencia de pesca al día para alcanzar la biomasa diaria necesaria. Los cormoranes que se alimentan en grupo obtendrían este valor con la realización de una única secuencia de pesca, con las consiguientes ventajas (más tiempo para descansar y/o realizar otro tipo de actividad) frente a las aves que se alimentan solas. En el área de estudio el ritmo de alimentación del cormorán presenta dos picos de máxima actividad, uno a primeras horas de la mañana (15,2%; $n = 7.013$) y otro por la tarde (26,8%; LEKUONA, 1997), lo que podría apoyar la realización de una segunda secuencia de pesca para alcanzar la ingesta necesaria de biomasa.

En cuanto a la composición específica de la dieta del cormorán grande, cuando el número de egagrópilas es elevado (Yesa) los resultados obtenidos con los dos métodos son similares. En Ullivarri donde se pudieron recoger menos egagrópilas y también se realizaron menos observaciones las diferencias entre los dos métodos son mayores (fig. 2). Por lo tanto, cuando se vaya a analizar la dieta de esta especie será necesario recoger un número elevado de egagrópilas (> 100) para que los resultados obtenidos de su análisis sean válidos.

El estudio de la dieta del cormorán grande mediante observaciones directas permite conocer adecuadamente la talla de los peces capturados (aunque los peces más pequeños pueden ser consumidos bajo el agua, originando un error en su estimación), la composición de la dieta y las variaciones mensuales que ésta experimenta (LEKUONA & CAMPOS, 1997b). Sin embargo CARSS (1993) considera que con este método no se puede observar la captura de peces muy pequeños (< 8 cm).

El análisis de la dieta mediante el estudio de las egagrópilas permite estimar la biomasa

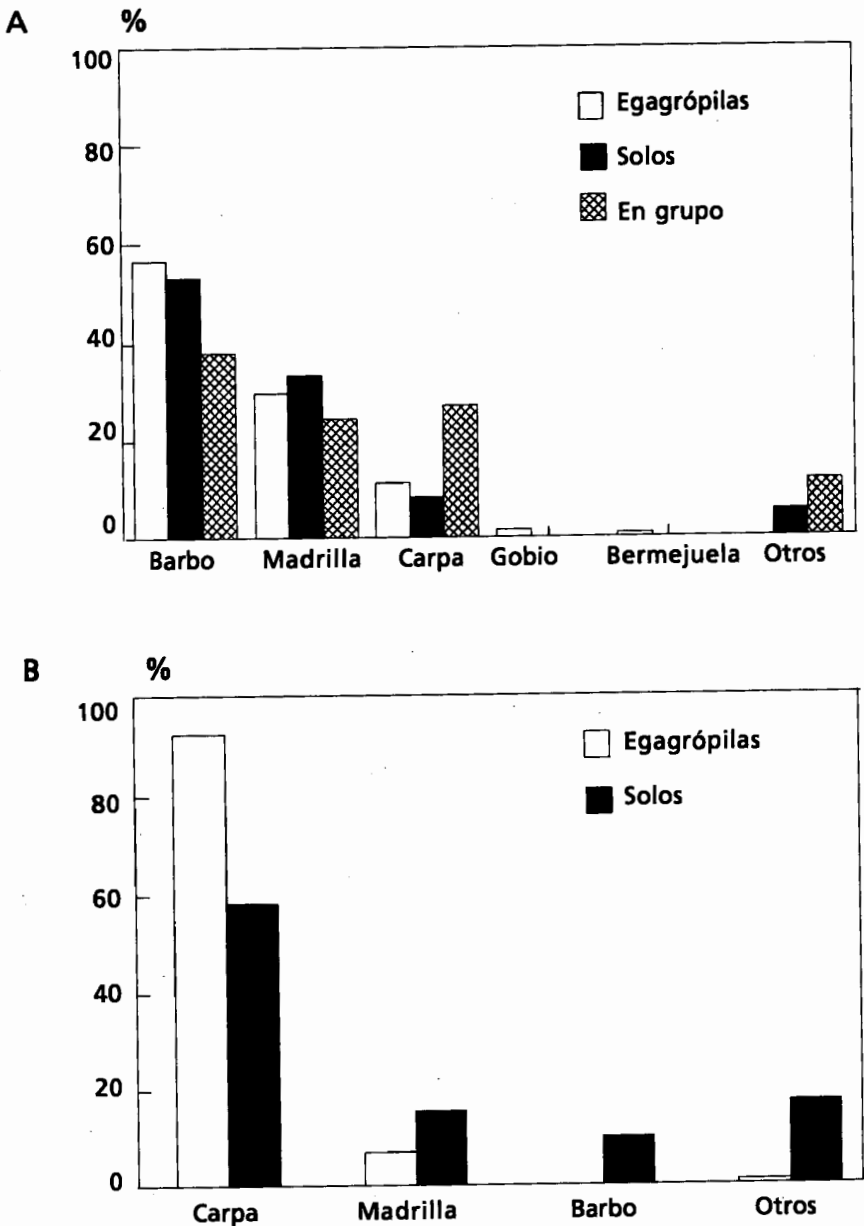


Fig. 2. Comparación de la dieta invernal del cormorán grande en el embalse de Yesa (A) y en el de Ullivarri (B) obtenida por el método de las observaciones directas de aves solas o en grupo y por el análisis de las egagròpilas.

Comparison of wintering food of cormorants in Yesa (A) and Ullivarri (B) reservoirs obtained by direct field observations of birds fishing alone (black), in group (pattern) and from pellets analysis (white).

ingerida por un cormorán en un día (asumiendo que la tasa diaria de producción de egagrópilas es una) pero tiene las desventajas de la predigestión de presas y especies pequeñas y de la erosión de restos alimenticios (principalmente opérculos, dientes faríngeos y otolitos).

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Caja de Ahorros Municipal de Pamplona, al Gobierno de Navarra y a la Asociación de Amigos de la Universidad de Navarra las becas concedidas a J. M. Lekuona, R. Miranda y C. de la Riva durante la realización de este trabajo. Agradecer a Alberto Velando, Javier Zalba, Lucía Esteban y Alberto Artazcoz su ayuda en la recogida de egagrópilas. Alberto Velando y Guillermo Blanco aportaron valiosos comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito original.

Referencias

- BLANCO, G., GÓMEZ, F. & MORATO, J., 1995. Composición de la dieta y tamaño de presa del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) durante su invernada en ríos y graveras del centro de España. *Ardeola*, 42: 125-132.
- CARSS, D. N., 1993. Cormorants *Phalacrocorax carbo* at cage fish farms in Argyll, western Scotland. *Seabird*, 15: 38-44.
- CRAMP, S. & SIMMONS, K. E. L., 1977. *The Birds of the Western Palearctic. Vol. 1*. Oxford University Press, Oxford.
- DIRKSEN, S., BOUDEWIJN, T. J., NOORDHUIS, R. & MARTEIJN, E. C. L., 1995. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in shallow eutrophic freshwater lakes: prey choice and fish consumption in the non-breeding period and effects to fluctuating prey availability. *Ardea*, 83: 167-184.
- HALD-MORTENSEN, P., 1995. *Danske skarvers (Phalacrocorax carbo sinensis) fodevalg i 1992-94. Skovog Naturstyrelsen*. Miljø- og Energiministeriet, København (Denmark).
- KELLER, T., 1995. Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea*, 83: 185-192.
- KOFFIJBERG, K. & VAN EERDEN, M. R., 1995. Sexual dimorphism in the Cormorant *Phalacrocorax carbo sinensis*: possible implications for differences in structural size. *Ardea*, 83: 37-46.
- LEKUONA, J. M., 1997. Importancia de las aves ictiófagas: Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*) y Garza Real (*Ardea cinerea*) en el norte de España y suroeste de Francia. Tesis doctoral, Universidad de Navarra.
- LEKUONA, J. M. & CAMPOS, F., 1996. Diferencias en la alimentación del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*) entre el río Bidasoa y su estuario. *Ardeola*, 43: 199-205.
- 1997a. Foraging ecology of cormorants (*Phalacrocorax carbo*) wintering in northern Spain. *Folia Zoologica*, 46: 243-252.
- 1997b. Estrategias de alimentación del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en el río Ebro (N. España). *Misc. Zool.*, 20: 1-8.
- SARA, M. & BACCETTI, N., 1993. Food habits of the Great Cormorant (*Phalacrocorax carbo*) on a shoal (Secche della Meloria) in the Tyrrhenian Sea. In: *Estatus y conservación de aves marinas*: 221-227 (J. S. Aguilar, X. Monbailliu & A. M. Paterson, Eds.). SEO, Madrid.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1979. *Biometría*. Ed. Blume, Barcelona.
- SUTER, W., 1991. Food and feeding of Cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in Switzerland. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 156-165 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- 1995. The effect of predation by wintering cormorants *Phalacrocorax carbo* on grayling *Thymallus thymallus* and trout (Salmonidae) populations: two case studies from Swiss rivers. *Journal of Applied Ecology*, 32: 29-46.
- TRAUTTMANSDORF, J. & WASSERMANN, G., 1995. Number of pellets produced by immature Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea*, 83: 133-134.
- VAN EERDEN, M. R. & VOSLAMBER, B., 1995. Mass fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at lake IJsselmeer, The Netherlands: a recent and successful adaptation to a turbid environment. *Ardea*, 83: 199-212.
- VELDKAMP, R., 1995a. The use of chewing pads for estimating the consumption of cyprinids by Cormorants *Phalacrocorax*

- carbo*. *Ardea*, 83: 135-138.
- 1995b. Diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperveen, The Netherlands, with special reference to bream *Abramis brama*. *Ardea*, 83: 143-156.
- VOSLAMBER, B., PLATTEEUW, M. & VAN EERDEN, M. R., 1995. Solitary foraging in sand pits by breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: does specialised knowledge about fishing sites and fish behaviour pay off? *Ardea*, 83: 213-222.
- WARKE, G. M. A. & DAY, K. R., 1995. Changes in abundance of cyprinid and percid prey affect rate of predation by Cormorants *Phalacrocorax carbo carbo* on Salmon *Salmo salar* smolt in Northern Ireland. *Ardea*, 83: 157-166.
- ZIJLSTRA, M. & VAN EERDEN, M. R., 1995. Pellet production and the use of otoliths in determining the diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*: trials with captive birds. *Ardea*, 83: 123-132.
-