

# **Estrategias de alimentación del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en el río Ebro (N España)**

J. M. Lekuona & F. Campos

Lekuona, J. M. & Campos, F., 1997. Estrategias de alimentación del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en el río Ebro (N España). *Misc. Zool.*, 20.1: 1-8.

*Foraging strategies of the Cormorant (Phalacrocorax carbo sinensis) in the Ebro River (N Spain).*— During four consecutive winters (1991-95) individual and social foraging bouts of cormorants were studied in the main feeding areas of the Ebro River (Navarra, N Spain). Cormorant utilized two foraging strategies during winter in the river: in groups or alone. The mean group size was of  $78.7 \pm 53.3$  individuals. The main prey were: the French nase (*Chondrostoma toxostoma*) in number and the Barbel (*Barbus graellsii*) in biomass, with great monthly variation. Social fishing allowed shorter dives, higher feeding success and larger prey than solitary foraging.

Key words: Cormorant, Diet, Length of prey, *Phalacrocorax carbo sinensis*, Social fishing, Wintering.

(Rebut: 12 XI 96; Acceptació condicional: 11 III 97; Acc. definitiva: 22 IV 97)

Jesús Mari Lekuona & Francisco Campos, Depto. de Zoología y Ecología, Univ. de Navarra, 31080 Pamplona, España (Spain).

E-mail: jlekuona@mail2.cti.unav.es

E-mail: fcampos@mail2.cti.unav.es

## Introducción

Como consecuencia del incremento de la población de Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en Europa a partir de la década de 1980 (BRENGBALLE & GREGERSEN, 1995; GREGERSEN, 1991; LINDELL et al., 1995; MENKE, 1991; VAN EERDEN & GREGERSEN, 1995; ZIJLSTRA & VAN EERDEN, 1991), la población invernante en España ha ido aumentando (BLANCO et al., 1994; CAMPOS & LEKUONA, 1994). La dieta invernal de esta especie se conoce bien en el norte de Europa (DIRKSEN et al., 1995; KELLER, 1993, 1995; SUTER 1991, 1995; MARTEIJN & DIRKSEN, 1991; VELDKAMP, 1995, 1996) y empieza a conocerse también en la península ibérica (BLANCO et al., 1995; LEKUONA & CAMPOS, 1996a).

La estrategia de pesca en grupo en otras especies de cormoranes y pelícanos está bien documentada (JOHNSGARD, 1993; McMAHON & EVANS, 1992). El Cormorán Grande, durante los últimos años ha cambiado su estrategia alimenticia durante el período reproductor debido al aumento de la turbidez del agua y a los cambios que ha sufrido la composición piscícola en las áreas de alimentación, empleando mayoritariamente la pesca en grupo (DE NIE, 1995; VAN EERDEN & VOSLAMBER, 1995; VOSLAMBER, 1988; VOSLAMBER & VAN EERDEN, 1991). Esta estrategia alimenticia también se ha empezado a observar en la época invernal (SUTER, 1991; LEKUONA & CAMPOS, 1996a), caracterizándose por realizar las inmersiones de forma sincronizada, obtener un elevado éxito de captura (VAN EERDEN & VOSLAMBER, 1995; VOSLAMBER & VAN EERDEN, 1991) y capturar tallas más grandes que cuando se alimentan solos (LEKUONA & CAMPOS, 1996a).

El fin de este trabajo era determinar si, en una especie que está en expansión en sus áreas de invernada, la pesca en grupo aportaba más ventajas que la pesca individual. Se estudian así, los parámetros alimenticios presentes en las secuencias de pesca realizadas por ejemplares aislados o en grupo, la composición y variación mensual de la dieta invernal y el tamaño de las principales presas.

## Material y métodos

El río Ebro recorre la zona sur de Navarra, localizándose en él en los últimos años tres importantes dormideros de Comorán Grande

(LEKUONA & CAMPOS, 1996b). Los tres se localizan en sotos de ribera situados en la orilla del río y constituidos por chopos (*Populus nigra*), álamos (*Populus alba*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*) y sauces (*Salix* spp.), con un denso entramado de matorral formado por zarzas (*Rubus ulmifolius*), helechos (*Pteridium aquilinum*) y rosales (*Rosa* spp.) que dificulta el acceso a los dormideros.

Durante cuatro inviernos consecutivos (1991-95) y en el período septiembre-abril se realizaron visitas semanales a las principales áreas de alimentación, registrándose: 1. Tiempo dedicado a alimentarse o duración de una secuencia de pesca (en minutos), definido como el período que transcurre desde que el cormorán llega a la zona de alimentación y empieza a pescar, hasta que deja de hacerlo, momento en que introduce repetidamente la cabeza dentro del agua, sacude las alas, bebe agua y finalmente abandona la zona; 2. Tiempo de inmersión (en segundos), durante el cual el Cormorán está debajo del agua intentando pescar; 3. Número de intentos realizados por cada ejemplar en la secuencia de pesca y si han resultado (éxito o fracaso). Se ha considerado éxito cuando el Comorán aparecía en la superficie con un pez en el pico o realizaba el movimiento de ingestión. El éxito de captura en la pesca en grupo se determinó contando las aves que obtenían una presa o la ingerían, al realizar un barrido con el telescopio durante la realización de las inmersiones sincronizadas; 4. La longitud de los peces en relación a la longitud del pico del Cormorán, y 5. Especies capturadas siempre que se pudo identificar.

La biomasa ingerida en cada secuencia se estimó teniendo en cuenta las siguientes fórmulas de regresión obtenidas a partir de ejemplares capturados en el área de estudio (B. Peso fresco en gramos, L. Longitud total en cm):  $B = 9,735L^{3,0286}$  para el Barbo de Graells (*Barbus graellsii*),  $B = 6,665L^{3,0958}$  para la Madrilla (*Chondrostoma toxostoma*),  $B = 0,013L^{3,0169}$  para la Carpa (*Cyprinus carpio*),  $B = 7,160L^{3,2970}$  para el Carpin (*Carassius auratus*),  $B = 0,053L^{2,4048}$  para el Gobio (*Gobio gobio*) y  $B = 8,843L^{2,9492}$  para la Locha (*Noemacheilus barbatulus*) (DE LA RIVA, 1994; MIRANDA 1994). Para la Perca Americana (*Micropterus salmoides*) y para los peces no identificados se ha calculado para cada talla el peso medio de las especies conocidas. Todas las observaciones se han realizado con un telesco-

pio x 20-60, a una distancia inferior a los 50 m.

Se ha empleado el test chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para la comparación de frecuencias y el test t-Student para la comparación de medias (FOWLER & COHEN, 1992; SOKAL & ROHLF, 1979). Para el cálculo de la diversidad se ha utilizado la fórmula de Shanon-Wheaver ( $H' = -\sum p_i \log_2 p_i$ , donde  $p_i$  es la frecuencia relativa de cada recurso, expresado en tanto por uno) y para la uniformidad la de Pielou ( $U = H'/\log_2 S$ , donde S es el número de especies).

**Resultados**

A lo largo de todo el periodo invernal se ha comprobado una variación mensual en la dieta (fig. 1). La Madrilla constituyó la presa principal a lo largo de todos los meses,

destacando la desaparición de la Carpa en enero, el Carpín en diciembre, y la aparición en la dieta de la Perca Americana en marzo y abril. La Madrilla constituyó el 64,1% (n = 223) de todos los peces capturados en septiembre, permaneció constante en octubre (68,3; n = 477) y disminuyó en noviembre (43,5%; n = 379) ( $\chi^2 = 24,8$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ). El porcentaje volvió a aumentar en diciembre (57,6%; n = 217) ( $\chi^2 = 8,0$ ; 1 gl;  $P < 0,01$ ), permaneció constante en enero (60,3%; n = 156) y febrero (66,1%; n = 118), disminuyó en marzo (30,9%; n = 123) ( $\chi^2 = 56,8$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ) y en abril volvió a aumentar (43,3%; n = 291) ( $\chi^2 = 6,8$ ; 1 gl;  $P < 0,01$ ).

El Barbo constituyó la segunda presa más importante en todo el periodo de estudio, a excepción de marzo (67,5%) donde aumentó significativamente respecto al mes anterior

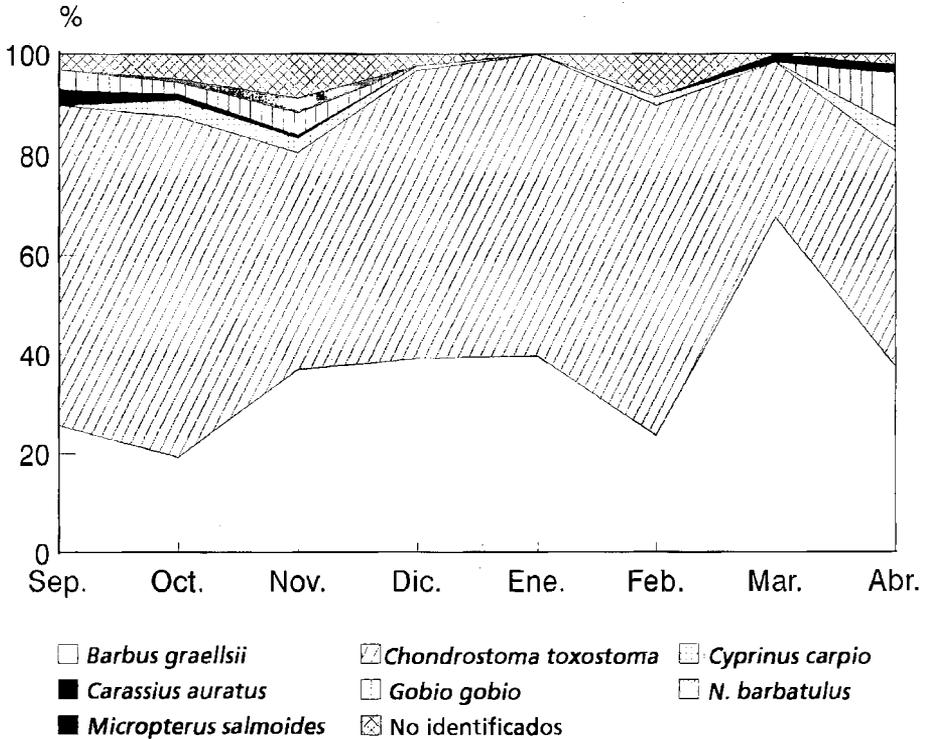


Fig. 1. Variación mensual de la dieta invernal del Cormorán Grande en el río Ebro. Monthly variation of wintering diet of Cormorant in the Ebro River.

Tabla 1. Parámetros alimenticios del Cormorán Grande estudiados en el río Ebro durante el invierno cuando pesca solo o en grupo: N. Número de secuencias; Tc. Tiempo total de pesca (en minutos); tiempo de inmersión (en segundos) y biomasa (g de peso fresco). Tiempo y biomasa como media  $\pm$  desviación típica.

*Foraging parameters of Cormorant studied in the Ebro river during winter when foraging alone or in group: N. Number of foraging bouts; Tc. Total foraging time (in minutes); diving time (in seconds) and biomass (g wet weight). Times and biomass as mean  $\pm$  SD.*

| Estrategia | N  | Tc              | Intentos | %de éxito | Inmersión      | Biomasa          |
|------------|----|-----------------|----------|-----------|----------------|------------------|
| Solos      | 77 | 29,0 $\pm$ 6,8  | 3393     | 15,8      | 23,8 $\pm$ 7,8 | 210,5 $\pm$ 74,9 |
| Grupo      | 4  | 35,5 $\pm$ 11,2 | 3720     | 33,3      | 6,5 $\pm$ 1,6  | 213,5 $\pm$ 49,2 |

Tabla 2. Número y biomasa (g peso fresco) capturada por el Cormorán Grande en el río Ebro, cuando pesca solo o en grupo:  $\chi^2$ . Test de comparación de dos porcentajes; \* P < 0,05; \*\*\* P < 0,01.

*Number and biomass (g wet weight) of pray taken by Cormorant in the Ebro River, when foraging alone or in groups:  $\chi^2$ . Test of comparison between percentages; \* P < 0.05; \*\*\* P < 0.01.*

| Especie                        | Solo   |      |         |      | Grupo  |      |         |      | $\chi^2$  |
|--------------------------------|--------|------|---------|------|--------|------|---------|------|-----------|
|                                | Número |      | Biomasa |      | Número |      | Biomasa |      |           |
|                                | N      | %    | N       | %    | N      | %    | N       | %    |           |
| <i>Chondrostoma toxostoma</i>  | 320    | 60,0 | 8512    | 50,8 | 659    | 53,2 | 11.467  | 28,3 | 116,70*** |
| <i>Barbus graellsii</i>        | 120    | 22,4 | 5987    | 35,8 | 442    | 35,7 | 25.514  | 62,9 | 183,40*** |
| <i>Gobio gobio</i>             | 38     | 7,1  | 414     | 2,5  | 31     | 2,5  | 424     | 1,0  | 0,52      |
| <i>Cyprinus carpio</i>         | 20     | 3,7  | 1062    | 6,3  | 25     | 2,0  | 1208    | 3,0  | 0,36      |
| <i>Carassius auratus</i>       | -      | -    | -       | -    | 14     | 1,1  | 173     | 0,4  | -         |
| <i>Noemacheilus barbatulus</i> | 5      | 0,9  | 17      | 0,1  | 9      | 0,7  | 37      | 0,1  | 0,64      |
| <i>Micropterus salmoides</i>   | -      | -    | -       | -    | 7      | 0,6  | 147     | 0,4  | -         |
| No identificados               | 32     | 5,9  | 750     | 4,5  | 52     | 4,2  | 1579    | 3,9  | 4,30***   |
| Total                          | 535    | 100  | 16.742  | 100  | 1239   | 100  | 40.549  | 100  |           |

(23,7%) ( $\chi^2=103,6$ ; 1 gl; P < 0,001).

En la tabla 1 se indican los parámetros estudiados en las secuencias de pesca realizadas por los cormoranes cuando pescan solos o en grupo. La pesca en grupo difiere de la individual en los siguientes aspectos: la dura-

ción de las inmersiones es menor (t = 16,1; P < 0,001) y el éxito de captura es superior ( $\chi^2 = 14,4$ ; 1 gl; P < 0,001), pero no difieren en la duración de la secuencia de pesca y en la ingesta de biomasa (t = 1,71 y t = 0,1, n.s., respectivamente). El tamaño de grupo fue de

78,7 ± 53,3 aves (n = 4). La dieta del Cormorán Grande en el río Ebro estuvo basada en la Madrilla (55,1%; n = 1774) y en el Barbo de Graells (31,6%), siendo más capturada cuando pescaron solos ( $\chi^2 = 90,0$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ) y en grupo ( $\chi^2 = 42,4$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ) (tabla 2). En cuanto a biomasa, cuando los cormoranes pescaron solos la presa más importante fue la Madrilla (50,8%), mientras que cuando pescaron en grupo fue el Barbo (62,9%). Las madrillas y los barbos fueron más capturados en grupo ( $\chi^2 = 116,7$ ; 1 gl;  $P < 0,001$  y  $\chi^2 = 183,4$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ). La diversidad de la dieta individual fue  $H' = 1,67$  ligeramente superior a la dieta en grupo  $H' = 1,55$ . En cuanto a la uniformidad, cuando los cormoranes pescan solos tienen una dieta más eurifaga ( $U = 0,65$ ) que cuando forman los grupos ( $U = 0,52$ ).

Las madrillas de 8-14 cm fueron más capturadas en grupo ( $\chi^2 = 34,6$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ) mientras que las de 15-21 cm lo fueron cuando pescaron solos ( $\chi^2 = 91,4$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ) (fig. 2). Los barbos de 8-14 cm y los de 22-28 cm fueron más capturados por los ejemplares que pescaron solos ( $\chi^2 = 6,9$ ; 1 gl;  $P < 0,01$  y  $\chi^2 = 8,7$ ; 1 gl;  $P < 0,01$ , respectivamente), mientras que los de 15-21 cm fueron más capturados por los grupos ( $\chi^2 = 17,7$ ; 1 gl;  $P < 0,001$ ). Cuando los cormoranes pescaron en grupo capturaron significativamente más peces de 8-14 cm que cuando lo hicieron solos ( $\chi^2 = 7,44$ ; 1 gl;  $P < 0,01$ ), en el resto de las tallas no se han encontrado diferencias significativas.

Aplicando la fórmula  $T = 4,5D + 10,1$  encontrada por WILSON & WILSON (1988) que relaciona la duración de las inmersiones (T en sg) con la profundidad a la que se realizan los intentos de pesca (D en m) a nuestros datos, se observa que los cormoranes que pescan solos realizaron los intentos a una profundidad media de 2,6 m, mientras que cuando lo hicieron en grupo la profundidad media fue menor (0,8 m).

## Discusión

El método de las observaciones directas es adecuado para conocer la composición y variaciones mensuales de la dieta, la presencia de especies alóctonas, las longitudes de los peces capturados y el éxito de captura obtenido en la secuencia de pesca. Lo que permite ampliar el conocimiento de la biología trófica de esta

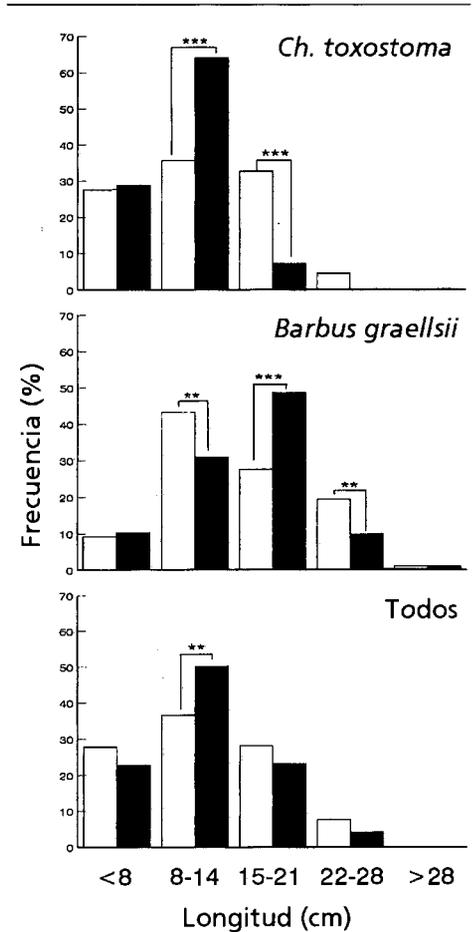


Fig. 2. Longitudes de las principales presas capturadas por el Cormorán Grande en el río Ebro cuando pesca solo (blanco) y en grupo (negro): \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$ .

*Length of the main prey taken by Cormorant in the Ebro River when forage alone (white) and in groups (black): \*\*  $P < 0.01$ , \*\*\*  $P < 0.001$ .*

especie ictiófaga durante la época invernal.

El Cormorán posee una dieta invernal menos diversa que la encontrada en otras regiones de Europa (DIRKSEN et al., 1995; KELLER, 1995; MARTEIJN & DIRKSEN, 1991; SUTER, 1995) y similar a la encontrada en otras regiones de

España (BLANCO et al., 1995; LEKUONA & CAMPOS, 1996a), que se puede explicar por el aislamiento que han producido los Pirineos en la ictiofauna de la península ibérica (ALMAÇA, 1990; DOADRIO, 1990; DOADRIO et al., 1991; ELVIRA, 1995; HERNANDO & SORIGUER, 1992).

El Cormorán Grande se comporta como una especie oportunista al capturar sus presas de acuerdo a su asequibilidad (el 59,5% de la ictiofauna del río Ebro son madrillas y el 27,9% son barbos,  $n = 1632$ ), además es capaz de adaptarse a los cambios que experimenta la fauna piscícola, lo que coincide con lo observado en otras regiones de Europa (DIRKSEN et al., 1995; KELLER, 1995; MUSIL et al., 1995; VAN EERDEN & VOSSLAMBER, 1995; VELDKAMP, 1995). En este trabajo se observa la desaparición de la Carpa y Carpín de la dieta de los cormoranes como consecuencia del cambio de comportamiento que estas dos especies sufren por el enfriamiento del agua, que les obliga a permanecer enterradas en el fango hasta que las condiciones son más favorables (WINDFIELD & NELSON, 1991).

La pesca en grupo se produce en momentos de alta densidad de peces (VAN EERDEN & VOSSLAMBER, 1995). El hecho de que la Madrilla sea la especie más capturada en el río Ebro con este tipo de estrategia, coincide con el comportamiento típico de esta especie de formar grandes cardúmenes (GARCÍA DE JALÓN, et al. 1989; HOLCÍK, 1989; WINDFIELD & NELSON, 1991), lo que probablemente atraiga a los grupos de cormoranes en las áreas de alimentación. Esta estrategia tiene como principal objetivo agotar a los peces, al ajustar los cormoranes la velocidad de desplazamiento del grupo a la máxima velocidad que pueden mantener los peces, lo que les hace más vulnerables (VAN EERDEN & VOSSLAMBER, 1995; VOSSLAMBER, 1988) y explicaría el elevado porcentaje de éxito observado en el río Ebro.

El hecho de realizar, cuando pescan en grupo, secuencias de pesca de similar duración a las realizadas por los ejemplares que se alimentan solos, obtener la misma biomasa, realizar los intentos de pesca a menor profundidad e inmersiones más cortas y obtener un mayor éxito de captura constituiría una adecuada ventaja trófica respecto a los cormoranes que pescan solos, al actuar sobre los cardúmenes en zonas menos profundas, con una elevada presión depredadora (mayor número de cormoranes debajo del agua,

al realizar las inmersiones sincronizadas). Más de 78 cormoranes intervinieron por término medio en las secuencias estudiadas.

La utilización de esta estrategia alimenticia ha permitido la explotación de áreas de alimentación más extensas en las colonias del norte de Europa (VAN EERDEN & VOSSLAMBER, 1995), lo que probablemente favorezca la colonización de nuevas áreas de invernada en los próximos años.

### Agradecimientos

Queremos agradecer a la Caja de Ahorros Municipal de Pamplona y al Gobierno de Navarra las becas concedidas a Jesús M<sup>o</sup> Lekuona durante el período de estudio, y a Carmen De la Riva y Rafael Miranda por la cesión de los datos biométricos.

### Referencias

- ALMAÇA, C., 1990. Neogene Circum-mediterranean Paleogeography and Euro-mediterranean *Barbus* Biogeography. *Arquivos do Museu Bocage*, 41: 585-611.
- 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.
- BLANCO, G., VELASCO, T., GRIJALBO, J. & OLLERO, J., 1994. Great Cormorant Settlement of a New Wintering area in Spain. *Colonial Waterbirds*, 17: 173-180.
- BRENNBALLE, T. & GREGERSEN, J., 1995. Recent development of the breeding population of continental great cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in Denmark. *Cormorant Research Group Bulletin*, 1: 8-11.
- CAMPOS, F. & LEKUONA, J. M., 1994. La población invernante de Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*) en el Norte de España y Suroeste de Francia. *Ardeola*, 41: 13-18.
- DE LA RIVA, C., 1994. Estudio de los dientes faríngeos, callosidad cartilaginosa, cintura pelviana y hueso hiomandibular de los Ciprinidos de Navarra. Tesis de licenciatura, Universidad de Navarra.
- DE NIE, H. W., 1995. Changes in the inland fish populations in Europe and its conse-

- quences for the increase in the Cormorant *Phalacrocorax carbo*. *Ardea*, 83: 115-122.
- 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 of large-scale fish removal. *Ardea*, 83: 167-184.
- DOADRIO, I., 1990. Phylogenetic relationships and classification of western palaeartic species of the genus *Barbus* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Aquatic Living Resources*, 3: 265-282.
- DOADRIO, I., ELVIRA, B. & BERNAT, Y., 1991. Peces continentales españoles: Inventario y clasificación de zonas fluviales. ICONA, Madrid.
- ELVIRA, B., 1995. Native and exotic freshwater fishes in Spanish river basins. *Freshwater Biology*, 33: 103-108.
- FOWLER, J. & COHEN, L., 1992. *Statistics for Ornithologists*. BTO Guide 22.
- GARCÍA DE JALÓN, D., PRIETO, G. & HERVELLA, F., 1989. *Peces ibéricos de agua dulce*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.
- GREGENSEN, J., 1991. The development of the Danish Cormorant population 1980-88 and some comments on the breeding success. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 36-38 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- HERNANDO, J. A. & SORIGUER, M. C., 1992. Biogeography of the freshwater fish of the Iberian Peninsula. *Limnetica*, 8: 243-253.
- HOLCÍK, J., 1989. *The freshwater fishes of Europe. Vol. 1. Part II*. AULA-Verlag, Wiesbaden.
- JOHNSGARD, P. A., 1993. *Cormorants, Darters, and Pelicans of the World*. Smithsonian Institution Press, Washington and London.
- KELLER, T., 1993. Untersuchungen zur Nahrungsökologie von in Bayern überwinternden Kormoranen *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Orn. Verh.*, 25: 81-128.
- 1995. Food of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, southern Germany. *Ardea*, 83: 185-192.
- LEKUONA, J. M. & CAMPOS, F., 1996a. Diferencias en la alimentación del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*) entre el río Bidasoa y su estuario. *Ardeola*, 43: 199-205.
- 1996b. Distribución de dormideros de Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo sinensis*) en Navarra. In: *Anuario Ornitológico de Navarra 1994-95. Vol. 2*: 11-18. Sociedad de Ciencias Naturales Gorosti, Pamplona.
- LINDELL, L., MELLIN, M., MUSIL, P., PRZYBYSZ, J. & ZIMMERMAN, H., 1995. Status and population development of breeding Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* of the central European flyway. *Ardea*, 83: 81-92.
- MACMAHON, B. F. & EVANS, R. M., 1992. Foraging strategies of American White Pelicans. *Behaviour*, 120: 69-89.
- MARTEIJN, E. C. L. & DIRKSEN, S., 1991. Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* feeding in shallow eutrophic freshwater lakes in The Netherlands in the non-breeding period: prey choice and fish consumption. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 135-155 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- MENKE, T., 1991. Recent population development of the Cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in the Federal Republic of Germany. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 49-52 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- MIRANDA, R., 1994. Osteología de los Ciprinidos de Navarra: opérculo, cleitro, esqueleto caudal y escamas. Su valor taxonómico. Tesis de licenciatura, Universidad de Navarra.
- MUSIL, P., JANDA, J. & DE NIE, H., 1995. Changes in abundance and selection of foraging habitat in Cormorants *Phalacrocorax carbo* in the South Bohemia (Czech republic). *Ardea*, 83: 247-254.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J., 1979. *Biometría*. Ediciones Blume.
- 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.

- VAN EERDEN, M. R. & GREGERSEN, J., 1995. Long-term changes in the northwest European population of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ardea*, 83: 61-80.
- 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., 1995. Diet of Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at Wanneperveen, The Netherlands, with special reference to bream *Abramis brama*. *Ardea*, 83: 143-156.
- 1996. *Cormorants Phalacrocorax carbo in Europe, a first step towards a European management plan*. Report Bureau Veldkamp, Veldkamp.
- VOSLAMBER, B., 1988. *Vistplaatskeuze, foera-geerwijze en voedselkeuze van Aalscholvers (Phalacrocorax carbo) in het IJsselmeergebied in 1982*. Flevobericht 286, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders, Lelystad.
- VOSLAMBER, B. & VAN EERDEN, M. R., 1991. The habit of mass flock fishing by Cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* at the IJsselmeer, the Netherlands. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 182-191 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
- WILSON, R. P. & WILSON, M.T., 1988. Foraging behaviour in four sympatric cormorants. *Journal of Animal Ecology*, 57: 943-955.
- WINFIELD, I. J. & NELSON, J. S., 1991. *Cyprinid Fishes. Systematics, biology and exploitation*. Fish and Fisheries Series 3. Chapman & Hall, London.
- ZIJLSTRA, M. & VAN EERDEN, M. R., 1991. Development of the breeding population of cormorants (*Phalacrocorax carbo*) in the Netherlands till 1989. In: *Proceedings Workshop 1989 on Cormorants (Phalacrocorax carbo)*: 53-60 (M. R. Van Eerden & M. Zijlstra, Eds.). Rijkswaterstaat Directorate Flevoland, Lelystad.
-