

COMPOSICIÓN DE LA DIETA E IMPACTO DEL CORMORÁN GRANDE (*PHALACROCORAX CARBO SINENSIS*) DURANTE LA INVERNADA EN LAS SALINAS DE SANTA POLA, ALICANTE, ESTE DE ESPAÑA

V. OLMOS*, J. ARAGONESES**, J. L. ECHEVARRIAS*** y R. OLTRA*¹

RESUMEN.—*Tamaño de la población y composición de la dieta del Cormorán Grande (Phalacrocorax carbo sinensis) invernante en las salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante).* Durante el otoño de 1995 y el invierno de 1996 se han efectuado censos de la población invernante de Cormoranes Grandes en las Salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante). También se ha estudiado su ritmo de actividad diaria y su dieta. El número máximo de aves ha sido de 579 en el mes de noviembre. Los dormitorios estaban ubicados en islotes en la misma salina y las aves se alimentaban del pescado que es cultivado en régimen semi-extensivo en una parte de los estanques. La dieta estaba integrada mayoritariamente por mugílidos (80% de la biomasa) y espáridos (10% de la biomasa). El número medio de peces por egagrópila fue $3,7 \pm 5,6$ (media \pm desviación típica), y la biomasa media fue de $369,9 \pm 290,6$ g. El consumo total de pescado durante el periodo de estudio se estimó en 18,3 tm, lo que representó en torno al 66% de la producción de los cultivos de peces de la salina.

Palabras clave: Censos, dieta, egagrópilas, impacto en acuicultura, *Phalacrocorax carbo sinensis*, ritmo diario, salinas.

SUMMARY.—*Population size and diet of the Great Cormorant (Phalacrocorax carbo sinensis) wintering in the Salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante, E Spain).* During the autumn of 1995 and the winter of 1996, population counts of Great Cormorants (*P. carbo sinensis*) wintering in the Salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante; Fig. 1) were carried out. Seasonal (Fig. 2) and daily (Fig. 3) changes in population size were characterised from these counts. The maximum number of birds was 579 in November. They concentrate in roosts located on small islands inside the salt pans. Wintering cormorants fed on the fish that are farmed in a semi-extensive regime in one part of the salt pans. The winter diet (estimated from pellet analyses) mainly consisted of mullets (80% of the biomass) and sparids (10% of the biomass; Fig. 4). The mean number of fish per pellet was 3.7 ± 5.6 (mean \pm standard deviation), and the mean biomass 369.9 ± 290.6 g. We estimated that Cormorants consumed c.a. 18.3 tm of fish during the study period, that represented c.a. 66% of the production of the fish farm.

Key words: Diet, impact on aquaculture, number of birds changes, pellets, *Phalacrocorax carbo sinensis*, salt pans, seasonal and daily changes.

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas se ha producido un fuerte crecimiento de las poblaciones de Cormoranes Grandes en toda Europa y una expansión de sus áreas de invernada, siendo cada vez mayor su presencia en países del sur del continente (Van Eerden & Munsterman, 1995; Cherubini *et al.*, 1997; Grade & Granadeiro, 1997; Goutner *et al.*, 1997). Este crecimiento ha tenido repercusiones importantes en poblaciones naturales de peces y en explotaciones

comerciales (Keller, 1995; Lekuona, 1998). Están documentados impactos considerables sobre truchas *Salmo trutta* (Carss *et al.*, 1997), carpas *Cyprinus carpio* (Schmidt, 1998), salmones atlánticos *Salmo salar* (Warke & Day, 1995) y mugílidos *Chelon labrosus* y *Liza ramada* (Genard *et al.*, 1993).

En España se ha detectado en los últimos años un incremento progresivo de las poblaciones invernantes en todas las regiones (Blanco *et al.*, 1994; Campos & Lekuona, 1994; Pizarro *et al.*, 1997). En 1996 se censaron 35000

* Departamento de Microbiología y Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universitat de València, Dr. Moliner 50, 46100 Burjassot, Valencia. España.

** Mayor 47, 03410 Biar, Alicante. España.

*** Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad de Alicante, Apdo. 99, 03080 Alicante, España.

¹ Autor para la correspondencia; e-mail: rafael.oltra@uv.es

aves invernantes lo que convierte a España en el segundo país de invernada después de Francia (Hidalgo, 1998). Inevitablemente, se han producido impactos negativos en explotaciones de peces, habiéndose realizado estudios de valoración en una piscifactoría de truchas en Navarra (Lekuona, 1998) y en una amplia área dedicada a la acuicultura marina en la región suratlántica (Pérez-Hurtado *et al.*, 1997).

En los humedales de la costa mediterránea española también se ha producido un notable aumento del número de aves invernantes, el cual prácticamente se ha multiplicado por diez desde finales de los años ochenta a mediados de los noventa (Dies & Dies, 1990, 1992, 1994; Ibarra & Martín, 1996). Este aumento ha repercutido negativamente en algunos cultivos comerciales de peces, especialmente los que tienen lugar en grandes estanques, los cuales son más difíciles de proteger. Así, por ejemplo, los cultivos semi-extensivos de peces que se llevan a cabo en las Salinas Bras del Port, dentro Parque Natural de las Salinas de Santa Pola (Alicante), se han visto muy condicionados por la actividad de los Cormoranes Grandes desde principios de los años noventa. El objetivo de este trabajo ha sido evaluar el impacto causado por los Cormoranes Grandes en esta salina durante la temporada de invernada de 1995-1996. Para ello se han realizado censos periódicos de las población de Cormorán Grande durante la invernada, se ha estudiado su ritmo diario de actividad y se ha determinado la composición de su dieta mediante el análisis de egagrópilas. A partir de estos datos se ha estimado el consumo de peces por parte de la población invernante y se ha comparado con la producción que se esperaba para el mismo periodo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las Salinas Bras del Port tienen una superficie de 600 ha, correspondiendo aproximadamente la mitad a los cristalizadores en los que se extrae la sal y el resto a estanques someros por los que circula el agua en su trayecto hacia los cristalizadores. En una parte de estos estanques, que totaliza unas 200 ha, se cultivan peces en régimen semi-extensivo, con suministro más o menos regular de alimento (estanques 1 a 6 en la Figura 1). Predominan los mugilidos (*Mugil cephalus*, *Liza ramada*), aunque

también se cultivan doradas (*Sparus aurata*), lubinas (*Dicentrarchus labrax*) y anguilas (*Anguilla anguilla*).

El dormitorio principal de los Cormoranes Grandes lo constituía un conjunto de pequeñas islas de forma alargada, de 0,5 a 3 m de ancho, parcialmente cubiertas por vegetación de saldar, situadas en el estanque 5. Un dormitorio secundario lo formaba otro grupo de isletas situadas en el estanque 6. Los Cormoranes Grandes se alimentaban en todos los estanques 1 a 6 y también en el estanque salobre número 7, de 20 ha de superficie, situado al margen del circuito de agua de mar.

En los dormitorios se efectuaron censos cada diez días, desde noviembre de 1995 a abril de 1996. En los meses de noviembre y diciembre de 1995 los censos se efectuaron a mediodía, mientras las aves estaban descansando en los dormitorios. En los restantes meses los censos se efectuaron antes de la puesta del sol. El cambio de método se estableció tras observar que el número de aves en el dormitorio tendía a aumentar al atardecer. El ritmo de actividad diaria se estudió durante 10 días en el mes de enero, en los que se efectuaron censos cada 30 minutos, desde las 8:00 hasta las 18:30 h. Todas las observaciones se hicieron con telescopios 20-60x.

El estudio de la alimentación se realizó mediante análisis de egagrópilas. Éstas fueron recogidas en los dormitorios, en el curso de visitas efectuadas a primera hora de la mañana con objeto de molestar a las aves lo menos posible. La obtención de las egagrópilas fue laboriosa, encontrándose pocas muestras en cada exploración de los dormitorios, lo que hacía pensar que la mayor parte de ellas caían al agua tras ser expulsadas. En total se obtuvieron 140 egagrópilas en visitas repartidas irregularmente a lo largo del periodo de estudio y de la siguiente época de invernada. En consecuencia, la dieta obtenida tras el análisis de los restos debe ser considerada como orientativa de lo consumido en toda la época de invernada. Las piezas óseas encontradas fueron almacenadas en etanol al 70%. Para su identificación se utilizaron claves bibliográficas (Härkönen, 1986), así como una colección de comparación existente en el Departamento de Microbiología y Ecología de la Universitat de València.

El número de peces por egagrópila se estimó como el mínimo necesario para explicar la pre-

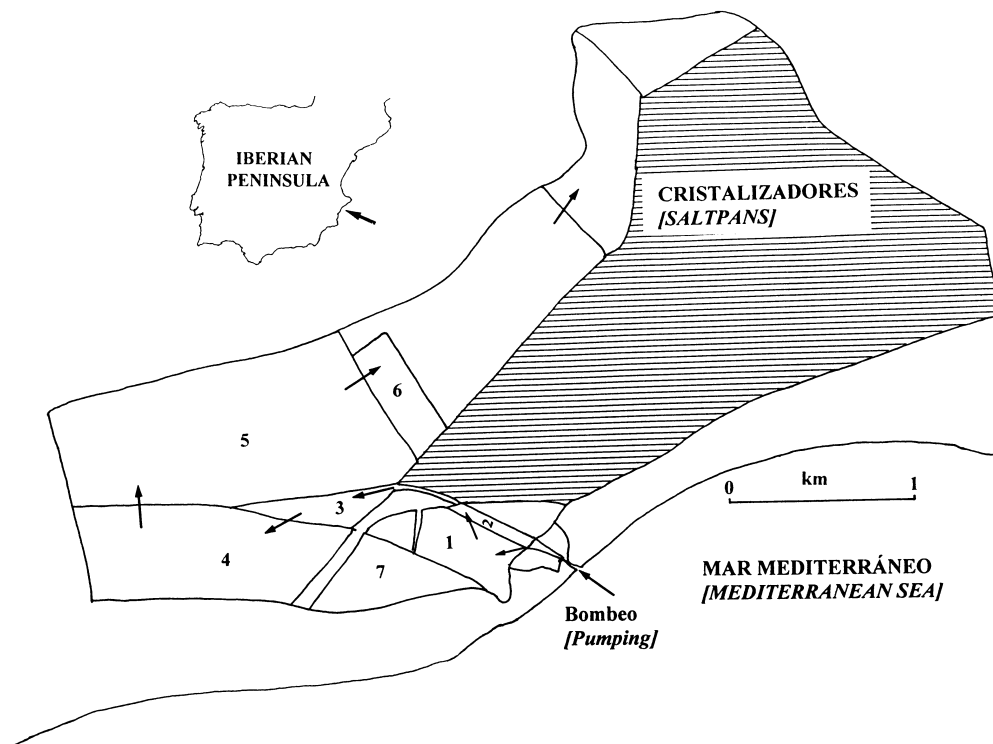


FIG. 1.—Esquema de las Salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante), con identificación de los estanques (véase el texto). Las flechas indican el recorrido que sigue el agua marina hacia los cristalizadores.

[Map of the Salinas Bras del Port (Santa Pola, Alicante), with the different ponds identified by numbers (see text). The arrows indicate the route taken by the marine water on its way to the saltpans.]

sencia de todas las piezas esqueléticas encontradas (Blanco *et al.*, 1995; Dirksen *et al.*, 1995). Cuando los restos encontrados eran estructuras pares, se separaron, siempre que fue posible, los correspondientes a los lados izquierdo y derecho, tomándose como número de presas el mayor de los dos. Cuando no fue posible hacer esta distinción, el número de peces se estimó por división del número total de piezas localizadas por dos.

La longitud y peso de las distintas presas se calculó mediante las regresiones existentes en la literatura entre longitud de los otolitos/longitud de los peces y longitud/peso de los peces (Jobling & Breiby, 1986; Härkönen, 1986; Keller, 1993; Dirksen *et al.*, 1995; Dulcic & Kraljevic, 1996; Kraljevic & Dulcic, 1997; Pérez-Hurtado *et al.*, 1997; Leopold *et al.*, 1998).

La biomasa por egagrópila se estimó a partir de aquéllas en las que se pudieron determinar

todos los restos de peces, 130 en total (Marteijn & Dirksen, 1991; Blanco *et al.*, 1995).

La estima de la depredación ejercida por los Cormoranes Grandes se calculó a partir de la expresión:

$$y_i = n \cdot c \cdot p_i$$

en la que n es el número de cormoranes-día, c es la ingesta diaria en g/día y p_i es la proporción de la especie i en la dieta (Suter, 1995). Se asumió que cada ave producía una egagrópila al día (Marteijn & Dirksen, 1991).

RESULTADOS

En los meses de noviembre y diciembre de 1995 el número de aves en el dormidero varió entre 400 y 500, con un máximo de 579 a mediados de noviembre (Fig. 2). A partir de enero

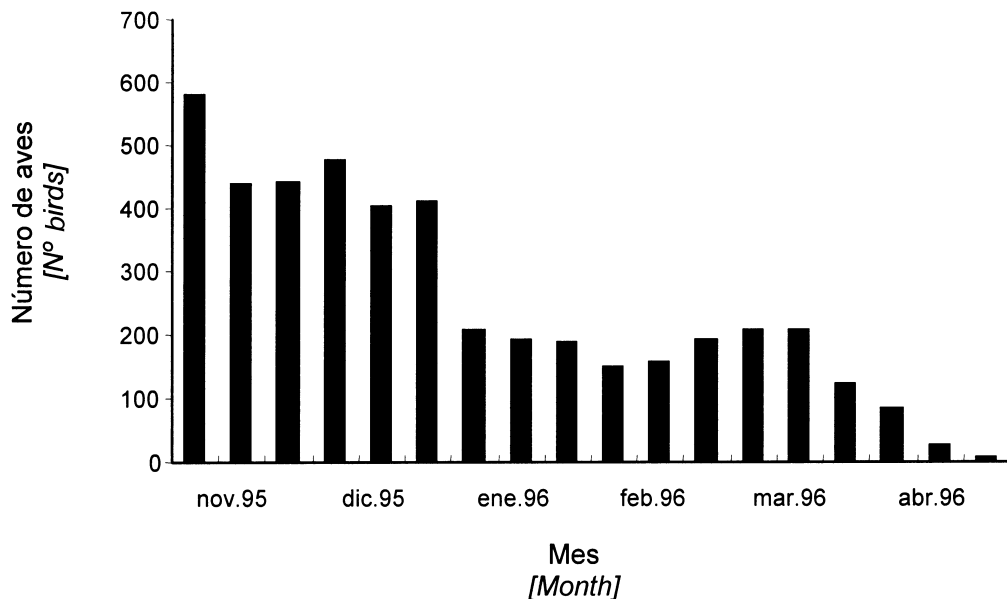


FIG. 2.—Número de Cormoranes Grandes censados en los dormideros de las salinas Bras del Port al mediodía (noviembre, diciembre) y al anochecer (enero a abril).

[Number of Great Cormorants counted in the roosts of the Salinas Bras del Port at midday (November, December) and at dusk (January to April).]

de 1996 el número descendió, observándose entre 100 y 200 aves antes del anochecer. Estas cifras se mantuvieron hasta mediados de marzo, periodo en el que se produjo un nuevo descenso, dejando de observarse aves a finales de abril.

En las observaciones sobre el ritmo diario (Fig. 3) se aprecia que la mayoría de aves abandonaba los dormideros entre las 8:00 y 8:30 h, coincidiendo con el amanecer. La mayor parte de ellas pescaba en las salinas, aunque había individuos —se estima que menos del 10%— que se dirigían al mar. Tras la pesca, el retorno a los dormideros era progresivo pero relativamente rápido, de forma que tres horas después de la partida, a las 11:30 de la mañana, el 86% de los individuos ya había regresado. Este porcentaje de aves en el dormidero se mantenía con pocas variaciones hasta las 16:30 h. A partir de ese momento aumentaba el número de aves que retornaban, hasta alcanzar a las 18:30 h una cifra máxima cercana a 200 individuos, es decir, un 42% más que los contabilizados a las 8 h (alrededor de 140 ejemplares). Eso significa que esas aves habían abandonado el dormidero antes de las 8 h.

De las 140 egagrópilas analizadas una no presentaba ningún tipo de resto. En las restantes se reconocieron 1027 otolitos, correspondientes a 514 peces. Además se encontraron restos de moluscos (*Bivalvia*) en un 13,2% de las egagrópilas, restos de crustáceos en un 12,2% y restos de paseriformes en un 1%. Los restos de crustáceos correspondían al copépodo ectoparásito *Lernaalophus sultanus* y al isópodo *Diplectanum* sp.

Los peces, la presa mayoritaria, pertenecían a 10 taxones (Fig. 4). Los mugílidos fueron la presa más frecuente (51,9%) seguidos de espáridos (30%), soleidos (4,4%), aterínidos (4,3%) y serránidos (2,5%). Los mugílidos (80,0%) y los espáridos (10,4%) fueron también los dos grupos más importantes en la dieta en términos de biomasa.

En la Tabla 1 se indica la longitud y peso medio de las presas identificadas. Los ciprínidos, con 21 cm y más de 200 g de peso, la lubina *Dicentrarchus labrax*, con 21 cm y 184 g, y los mugílidos, con 25 cm y 174 g de peso, fueron las presas más grandes. Las anguilas constituyen las presas de mayor longitud (31,7

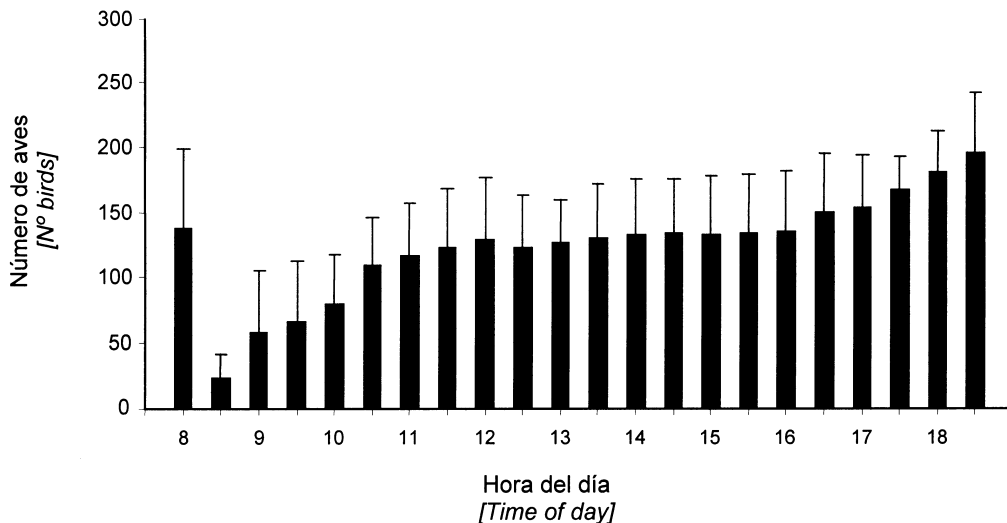


FIG. 3.—Variación de la abundancia media de Cormoranes Grandes a lo largo del día en los dormideros durante 10 días de enero de 1996. Los segmentos corresponden a la desviación típica.
[Variation in the number of Great Cormorants present throughout the day in the roosts during 10 days in January 1996. The segments correspond to the standard deviation.]

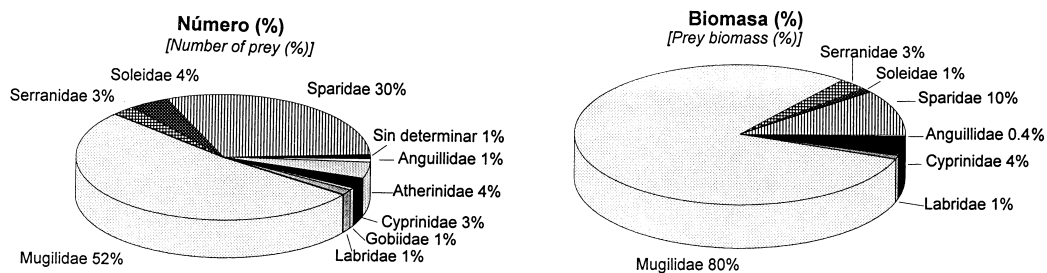


FIG. 4.—Composición de la dieta del Cormorán Grande en las Salinas Bras del Port en número ($n = 514$ presas) y en biomasa ($n = 48.087$ g) de acuerdo con el análisis de 140 egagrópilas. No se han incluido los restos de moluscos y crustáceos. En el caso de la biomasa sólo se han tenido en cuenta las egagrópilas en las que se han podido identificar todos los restos ícticos ($n = 130$).
[Composition of the diet of the Great Cormorant in the Salinas Bras del Port, both in number ($n = 514$ prey) and biomass ($n = 48.087$ g) in accordance with analysis of 140 pellets. Mollusc and crustacean remains have not been included. In the case of the biomass only the pellets in which all the fish remains were identified have been taken into account ($n = 130$).]

cm en promedio) debido a su cuerpo serpentiniforme, aunque no son las más pesadas (46,8 g en promedio).

El número de peces por egagrópila varió entre 1 y 17 ejemplares, si bien en la mayor parte de los casos estuvo comprendido entre 1 y 5 (Fig. 5). El valor medio fue de $3,7 \pm 5,6$ ejemplares (media \pm desviación típica) ($n = 139$). La

biomasa media estimada por egagrópila fue de $369,9 \pm 290,6$ g ($n = 130$).

El consumo total de pescado durante el periodo de estudio se cifró en 18,3 tm (Tabla 1). La mayor parte (17,3 tm) correspondió a especies de interés comercial. Con diferencia los mugílidos constituyeron la presa dominante (14626 g). Le siguieron en importancia espá-

TABLA 1

Longitud y peso medios de los peces capturados por los Cormoranes Grandes en las Salinas Bras del Port y estima de la biomasa total consumida por la población invernante en el periodo de estudio (ds: desviación típica). Con un asterisco (*) se indican las especies con valor comercial.
 [Mean length and weight of fish captured by Great Cormorants in the Salinas Bras del Port and estimate of the biomass consumed by the whole wintering population during the study period (ds: standard deviation). Species of commercial value are indicated by an asterisk (*).]

Familia [Family]	Especie [Species]	Longitud (cm) [Fish length (cm)]			Peso (g) [Fish mass (g)]		Biomasa consumida (kg) [Biomass consumed (kg)]
		n	Media [Mean]	ds	Media [Mean]	ds	
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	5	31,8	3,5	46,9	16,4	74*
Atherinidae	<i>Atherina</i> sp.	22	3,7	0,9	0,4	0,6	3
Cyprinidae	Sin identificar	13	21,1	9,7	200,6	170,2	789
Gobiidae	Sin identificar	4	9,8	1,0	8,2	2,5	10
Labridae	Sin identificar	7	14,3	4,9	56,3	57,3	184
Mugilidae	Sin identificar	267	25,3	8,7	174,1	206,9	14.626*
Serranidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	8	21,8	10,2	184,6	427,7	465*
	<i>Serranus</i> sp.	5	11,0	2,0	12,9	7,4	44*
Soleidae	<i>Solea</i> sp.	23	13,9	3,1	27,0	21,2	191*
Sparidae	<i>Diplodus</i> sp.	18	16,6	3,0	74,7	37,5	423*
	<i>Lithognathus mormyrus</i>	1	22,0	—	130,4	—	41*
	<i>Sparus aurata</i>	67	13,2	5,2	44,9	54,5	939*
	Sin identificar [Unidentified]	69	10,5	3,1	22,9	29,0	496*
Todas las especies [All species]							18.285

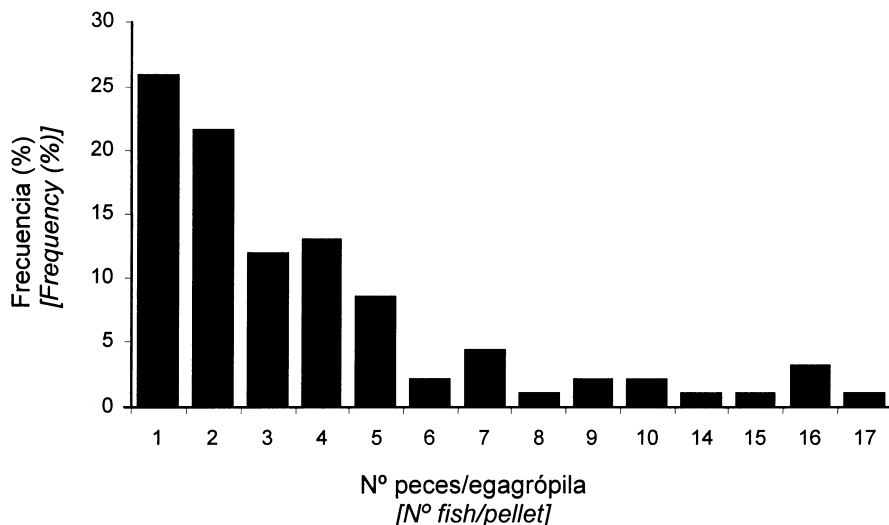


FIG. 5.—Número de peces por egagrópila.
[Number of fish per pellet.]

ridos (1899 kg), ciprínidos (789 kg) y serránidos (509 kg).

DISCUSIÓN

En España el periodo de invernada del Cormorán Grande abarca desde el mes de octubre hasta el mes de marzo, aunque también se pueden observar ejemplares en septiembre y abril (Blanco *et al.*, 1994; Pizarro *et al.*, 1997). Este mismo patrón se da en otros países del sur de Europa, como Italia (Cherubini *et al.*, 1997; Volponi, 1997) y Portugal (Grade & Granadeiro, 1997). En nuestro caso los máximos se observaron en noviembre y no hacia el centro del periodo de invernada, en diciembre-enero, como suele ser habitual. El descenso en el número de aves a partir de enero no parece relacionado con el cambio de horario en los recuentos —a mediodía en noviembre y diciembre y al atardecer en los restantes meses— ya que en el seguimiento del ritmo diario efectuado durante 10 días de enero se practicaron también censos al mediodía y en ningún caso se alcanzaron las cifras de noviembre-diciembre. A falta de otras evidencias, se cree que se debió a la disminución de las poblaciones de peces, lo que pudo haber obligado a las aves a trasladarse a otros lugares.

Las cifras máximas que se han observado, 579 individuos en noviembre, son algo superiores a los resultados de censos ocasionales efectuados con anterioridad y confirman la tendencia al aumento detectada en los años precedentes: 165 ejemplares en 1990, 310 en 1992 y 509 en 1994 (Dies & Dies, 1990, 1992, 1994).

En el estudio del ritmo diario se aprecia que aproximadamente el 30% de las aves abandona el dormitorio antes de las 8 h y el resto a partir de esa hora. Como sus lugares de alimentación están en la misma zona (Fig. 1), apenas una hora después empiezan a regresar al dormitorio en donde permanecen descansando el resto de la jornada. Este patrón es parecido al descrito por Martucci y Consiglio (1991) en el río Tíber, aunque en aquel caso los Cormoranes Grandes salían más temprano (7:30 h) y tardaban una hora más en regresar, debido a que la zona de alimentación se encontraba a 16 km de distancia del dormitorio.

En las salinas Bras del Port los Cormoranes Grandes pescan tanto en grupos como de forma individual. Los grupos, de 50 a 60 individuos como máximo, dirigen los cardúmenes de peces hacia las orillas, de manera similar a la descrita por Lekuona (1999). Este hecho suele ser aprovechado por otras aves piscívoras como gaviotas y garzas (*Larus cachinnans*, *Larus ridibundus*, *Larus genei*, *Ardea cinerea*, *Egretta garzeta*). Existen varios factores que podrían

facilitar la captura de los peces por parte de los Cormoranes en estas salinas: la escasa profundidad de los estanques, raramente superior a 1 m; la compartimentación de la salina en estanques, con presencia de diques, motas y zonas someras, todo lo cual dificulta la huída de los peces; y el bajo espesor de la capa de agua, que hace que las temperaturas desciendan notablemente en invierno incluso por debajo de 10 °C (Oltra *et al.*, 1989), lo cual ralentiza el metabolismo de los peces y los hace más vulnerables.

La composición de la dieta, con un predominio de mugílidos y espáridos, refleja la composición específica existente en las salinas. En éstas se facilita, mediante la manipulación de compuertas, la entrada de mugílidos desde los azarbes salobres que bordean la zona. La captación de especies marinas es más difícil ya que la única entrada de agua de mar es mediante bombeo. Sólo ocasionalmente se descarga agua desde las salinas al mar, circunstancia que puede ser aprovechada por especies marinas para penetrar. El suministro más o menos regular de piensos específicos para mugílidos facilitaría su preponderancia en los estanques.

Estos dos grupos, mugílidos y espáridos, suelen ser importantes en la dieta de Cormoranes Grandes que se alimentan en estuarios o marismas (Cherubini *et al.*, 1997; Goutner *et al.*, 1997; Volponi, 1997). Los escasos ciprínidos que aparecen en la dieta probablemente son capturados en los azarbes circundantes o en el estanque salobre número 7. Los bivalvos no son ingredientes habituales en la dieta del Cormorán Grande, aunque se han citado en ocasiones (Barrett *et al.*, 1990; Pizarro *et al.*, 1997). La presencia de copépodos e isópodos parásitos ingeridos con las presas ha sido detectada también en otras ocasiones (Pérez-Hurtado *et al.*, 1997). El copépodo *Lernaealophus sultanus* se aloja en la cavidad bucal de los peces. Sus digitaciones hacia el interior de la cavidad cefálica acaban afectando al animal y convirtiéndolo en una presa más fácil (E. Carbonell, *com. pers.*). Restos de aves, presumiblemente obtenidos como carroña, también han sido encontrados con anterioridad (Blanco *et al.*, 1995).

El tamaño de los peces capturados es similar al registrado en la Bahía de Cádiz (Pérez-Hurtado *et al.*, 1997). El número y la biomasa medios de peces por egagrópila también son similares a los obtenidos en dos embalses del norte de España (1,5-3,9 peces y 210-304 g por ega-

grópila; Lekuona *et al.*, 1998). La biomasa es asimismo parecida a la obtenida en la Bahía de Cádiz con especies marinas (379,6 g por egagrópila; Pérez-Hurtado *et al.*, 1997). La ingesta diaria estimada se encuentra en el rango de valores obtenidos en otros estudios basados en análisis de egagrópilas (273-516 g; Worthmann & Spratte, 1990; Keller, 1995).

El total estimado de capturas repartido entre las 220 ha que totalizan los estanques 1 a 6 y el estanque salobre 7, suponen una extracción media de 83 kg/ha. Esta cifra es superior a la de 45-50 kg/ha calculada en lagunas costeras italianas habitadas por una comunidad de peces similar (Schenk, 1997). Es difícil discernir qué parte de las capturas se efectuó en las salinas y qué parte pudo tener lugar en el mar u otros sitios. Ya se ha comentado que la mayoría de las aves que estaban en los dormitorios de las salinas se alimentaban en éstas y que una baja proporción (< 10%) se dirigía al mar. El descenso de la producción de peces apuntado por la propia empresa, desde 15-20 tm en los años ochenta hasta 3-5 tm a mediados de los noventa, cuando se efectuó el estudio, hace pensar que la mayor parte de la depredación tiene lugar en estas salinas. La caída de la producción de peces prácticamente coincide con las 17 tm de especies de interés comercial que se estimó habían capturado los Cormoranes Grandes (Tabla 1). Por lo tanto, el impacto sobre la acuicultura, con unas pérdidas estimadas de, al menos el 66%, es grande. En los ecosistemas costeros italianos mencionados anteriormente las pérdidas se sitúan entre el 30 y el 60% (Schenk, 1997). En la zona acuícola de la Bahía de Cádiz el impacto es mucho menor, puesto que la mayor parte de la predación (70% de la biomasa) tiene lugar sobre especies no comerciales (Pérez-Hurtado *et al.*, 1997). La situación en las salinas Bras del Port se aproximaría más a la constatada en algunas explotaciones no protegidas de carpas o mugílidos, con pérdidas del 88% y el 100% del stock, respectivamente (Genard *et al.*, 1993; Schmidt, 1998).

Las causas que hacen que el impacto ocasionado por los Cormoranes Grandes sea elevado pueden ser varias. A las ya mencionadas escasa profundidad y compartimentación de la salina, habría que añadir la escasa presencia humana, limitada a dos pescadores a tiempo parcial. En otras explotaciones se ha constatado un mayor número de ataques en áreas con menor presen-

cia humana o en momentos de la jornada laboral en que hay menos trabajadores (Pérez-Hurtado, 1997; Lekuona, 1998). Por otra parte, el gran tamaño de los estanques imposibilita la instalación eficaz de sistemas de protección (hilos, redes; Pérez-Hurtado *et al.*, 1997).

Todas estas circunstancias hacen que los peces sean fácilmente capturados. Los que por su tamaño pueden escapar, acaban refugiándose en las pocas zonas que tienen mayor profundidad (~ 2.5 m) y cuentan además con presencia humana (junto a caminos, carreteras, pequeñas construcciones y debajo de puentes). Aunque no se han hecho biometrías, se aprecia desde tierra que los animales son relativamente grandes (> 25 cm) pero se encuentran en mala condición, delgados y con heridas y ectoparásitos visibles. Forman densos cardúmenes girando sobre sí mismos en los que cada individuo intenta colocarse en el centro del grupo para protegerse. Los que sobreviven son los que tras engordar en primavera y verano constituyen la producción de peces de la temporada.

Con posterioridad al periodo de estudio, a finales de los años noventa, la producción había descendido a 2-3 tm anuales, según fuentes de la propia empresa salinera. Esta producción, equivalente a 10-15 kg/ha, resulta bastante inferior a la de 40 a 450 kg/ha que se suele dar en ecosistemas litorales comparables (Chauvet, 1991; Arias & Drake, 1993). Estos datos confirman la importancia del impacto que ocasionan los Cormoranes Grandes en este tipo de cultivos, que podría deberse a la morfología de las salinas y las dificultades para instalar medios de protección eficaces, debido a la extensión de los estanques.

AGRADECIMIENTOS.—El estudio ha sido realizado en el marco del proyecto C.649 de Promoción I+D Precompetitiva, del Plan Tecnológico de la Comunidad Valenciana (IMPIVA, Generalitat Valenciana). Agradecemos D. Miguel Cuervo-Arango, director de las Salinas Bras del Port, las facilidades que nos ha dado para el desarrollo del proyecto. Agradecemos también las sugerencias y observaciones de J. M. Lekuona, A. Pérez, M. Giménez y el editor.

BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, A. M. & DRAKE, P. 1993. Acuicultura en las salinas de la Bahía de Cádiz. En, Universitat de Barcelona (Ed.): *Acuicultura marina: fundamentos biológicos y tecnología de la producción*, pp. 49-58. Publicacions de l'Universitat de Barcelona. Barcelona.
- BARRETT, R. T., ROV, N., LOEN, J. & MONTEVECCHI, W. A. 1990. Diets of shags *Phalacrocorax aristotelis* and cormorants *P. carbo* in Norway and possible implications for gadoid stock recruitment. *Marine Ecology Progress Series*, 66: 205-218.
- BLANCO, G., VELASCO, T., GRIJALBO, J. & OLLERO, J. 1994. Great cormorant settlement of a new wintering area in Spain. *Colonial Waterbirds*, 2: 173-180.
- 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: 125-131.
- 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.
- CARSS, D. N., MARQUISS, M. & LAUDER, A. W. 1997. Cormorant *Phalacrocorax carbo carbo* predation at a major trout fishery in Scotland. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, XXVI: 281-294.
- CHAUVET, C. 1991. La adecuación de los medios lagunares mediterráneos. En, G. Barnabé (Coord.): *Acuicultura*, vol. II, pp. 727-752. Omega S.A. Barcelona.
- CHERUBINI, G., BACCETTI, N. & BON, M. 1997. Cormorants *Phalacrocorax carbo* wintering in the lagoon of Venice, Italy. *Ekologia Polska*, 45: 31-37.
- DIES, J. I. & DIES, B. 1990. *Anuario Ornitológico Comunidad Valenciana*. Estación Ornitológica de l'Albufera /SEO-Birdlife. Valencia.
- DIES, J. I. & DIES, B. 1992. *Anuario Ornitológico Comunidad Valenciana*. Estación Ornitológica de l'Albufera /SEO-Birdlife. Valencia.
- DIES, J. I. & DIES, B. 1994. *Anuario Ornitológico Comunidad Valenciana*. Estación Ornitológica de l'Albufera /SEO-Birdlife. Valencia.
- 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.
- DULCIC, J. & KRALJEVIC, M. 1996. Weight-length relationships for 40 fish species in the eastern Adriatic (Croatian waters). *Fisheries Research*, 28: 243-251.
- GENARD, M., MASSE, J. & RIGAUD, C. 1993. Approche expérimentale de l'impact des oiseaux piscivores sur une pisciculture extensive littorale. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture*, n.º 29: 231-243.
- GOUTNER, V., PAPANIKOSTAS, G. & ECONOMIDIS, S. 1997. Diet and growth of great cormorant (*Phala-*

- crocorax carbo*) nestlings in a mediterranean estuarine environment (Axios Delta, Greece). *Israel Journal of Zoology*, 43: 133-148.
- GRADE, N. & GRANADEIRO, J. P. 1997. Cormorant wintering in Portugal: the case of Ria Formosa Natural Park. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, XXVI: 465-468.
- HÄRKÖNEN, T. 1986. *Guide to the otoliths of the bony fishes of the Northeast Atlantic*. Danbiu ApS. Hellerup. Denmark.
- HIDALGO, J. M. 1998. El censo invernal de cormorán grande sitúa sus efectivos en España en 44.000 ejemplares. *La Garcilla*, 103: 34-35.
- IBARRA, W. & MARTÍN, J. A. 1996. Origin and distribution of the great cormorant *Phalacrocorax carbo* recovered in the Iberian Peninsula. *Cormorant Research Group Bulletin*, 2: 14-20.
- JOBLING, M. & BREIBY, A. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. *Sarsia*, 71: 265-274.
- KELLER, T. 1993. Untersuchungen zur Nahrungsökologie von in Bayern überwinternden Kormoranen *Phalacrocorax carbo sinensis*. *Ornithologische Verhandlungen*, 25: 81-128.
- KELLER, T. 1995. Diet of wintering cormorants in Bavaria. *Ardea*, 83: 185-192.
- KRALJEVIC, M. & DULCIC, J. 1997. Age, growth and mortality of gilt-head sea bream, *Sparus aurata* L., in the Mirna Estuary, Northern Adriatic. *Fisheries Research*, 31: 249-255.
- LEKUONA, J. M. 1998. Impacto del Cormorán Grande *Phalacrocorax carbo sinensis*, la Gaviota Reidora *Larus ridibundus* y la Garza Real *Ardea cinerea* en una piscifactoría de Navarra durante la época invernal. *Ardeola*, 45: 171-182.
- LEKUONA, J. M., MIRANDA, R., DE LA RIVA, C. & CAMPOS, F. 1998. Análisis de la dieta invernal del Cormorán Grande (*Phalacrocorax carbo*) en dos embalses del norte de España: comparación de dos métodos de estudio. *Miscel-lània Zoològica*, 21: 81-89.
- LEKUONA, J. M. 1999. Efectos de la estrategia de pesca, la posición relativa en el bando y el tamaño de grupo sobre el éxito en la captura de presas por el cormorán grande *Phalacrocorax carbo* durante el invierno. *Ardeola*, 46: 13-21.
- LEOPOLD, M. F., VAN DAMME, C. J. G. & VAN DER VEER, H. W. 1998. Diet of cormorants and the impact of cormorant predation on juvenile flatfish in the Dutch Wadden Sea. *Journal of Sea Research*, 40: 93-107.
- MARTEIJN, E. C. & 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. En, M.R. van Eerden & M. Zijlstra (Eds.): *Proc. Workshop 1989 on Cormorants Phalacrocorax carbo*, pp. 135-155. Rijkswaterstaat Directorate Flevoland. Lelystad.
- MARTUCCI, O. & CONSIGLIO, C. 1991. Activity rhythm and food choice of Cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) wintering near Rome, Italy. *Le Gerfaut*, 81: 151-160.
- OLTRA, R., CRUZ, F. & SAN FELIU, J. M. 1989. Evolución de algunos parámetros ambientales durante un engorde semiintensivo de langostinos *Penaeus japonicus*, Bate. *Informes Técnicos de Investigación Pesquera*, 152. Centro Nacional de Investigaciones Pesqueras. Barcelona.
- PÉREZ-HURTADO, A., MASERO, J. A., MUÑOZ, G., PIZARRO, S. R., HORTAS, F. & CASTRO, M. 1997. *Estudio de la incidencia de la avifauna ictiófaga en los cultivos marinos y otras especies orníticas en el Parque Natural de la Bahía de Cádiz*. Consejería Medio Ambiente. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Cádiz.
- PIZARRO, S. R., MUÑOZ, G., MASERO, J. A., HORTAS, F., PÉREZ-HURTADO, A. & CASTRO, M. 1997. Preliminary data on cormorant numbers and diet in Cádiz Bay, SW Spain. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, XXVI: 521-527.
- SCHENK, H. 1997. Fishermen and Cormorants in the Oristano province (Sardinia, Italy): more than a local problem. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, XXVI: 529-535.
- SCHMIDT, J. P. 1998. Detering cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* with wide spaced overhead wire grids at common carp *Cyprinus carpio* wintering ponds in the Bavarian Oberpfalz, 1995-1996. *Cormorant Research Group Bulletin*, 3: 16-21.
- SUTER, W. 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. & MUNSTERMAN, M. J. 1995. Sex and age dependent distribution in wintering cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* in Western Europe. *Ardea*, 83: 285-297.
- VOLPONI, S. 1997. Cormorants wintering in the Po Delta: estimate of fish consumption and possible impact on aquaculture production. *Supplemento alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, XXVI: 323-332.
- WARKE, G. M. A. & DAY, K. R. 1995. Chances in abundance of cyprinid and percid prey affect rate of predation by cormorants *Phalacrocorax carbo* on salmon *Salmo salar* smolt in Northern Ireland. *Ardea*, 83: 157-166.
- WORTHMANN, H. & SPRATTE, S. 1987. *Nahrungsuntersuchungen am Kormoran (Phalacrocorax carbo)*. *Die Auswirkungen der Kormorane auf die schleswig-holsteinische Binnenfischerei*. Landesfischereiamt, Kiel.

[Recibido: 25-1-00]

[Aceptado: 7-9-00]