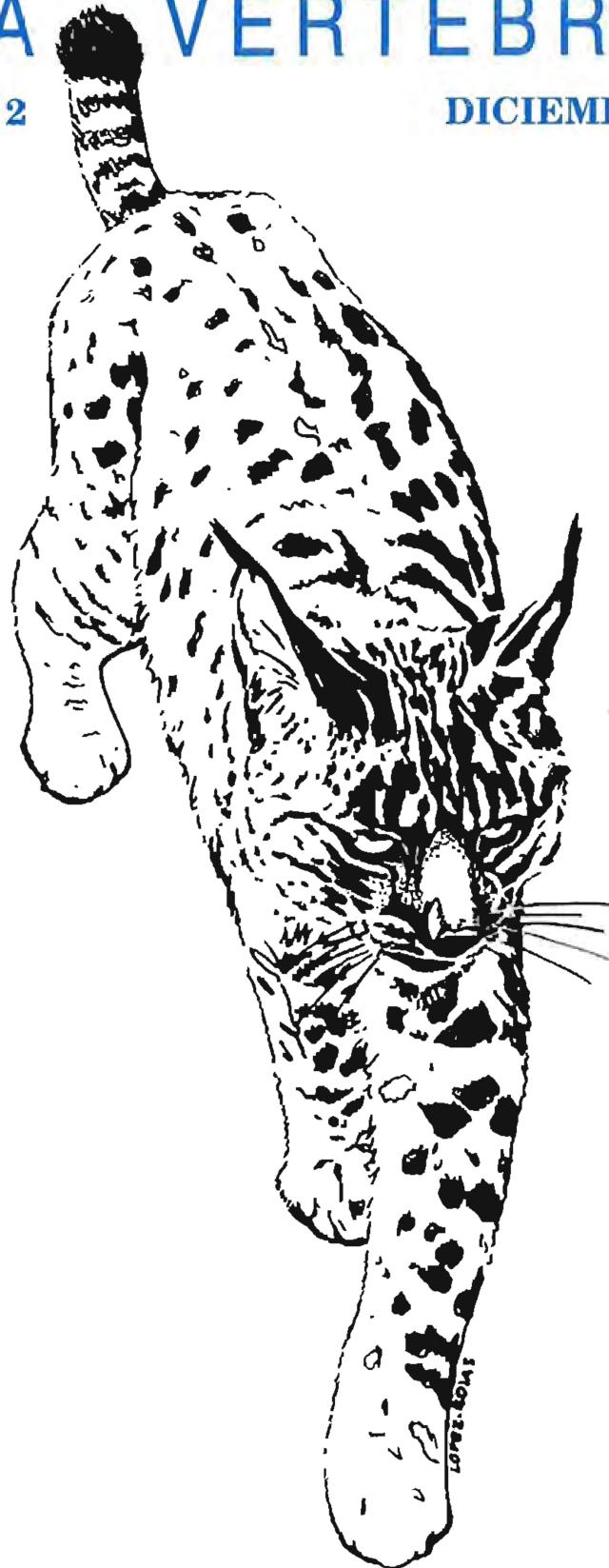


DOÑANA

ACTA VERTEBRATA

VOL. 21- Nº 2

DICIEMBRE 1994



DOÑANA ACTA VERTEBRAT.
21 (2) 105-212 (1994).
ISSN 0210-5985

Estación Biológica de Doñana
CSIC

- MARTINEZ, J. L., M. T. RIO Y J. AGUILAR (1989). Estudio sobre la eutrofización de las Albuferas de Adra (Almería). *Paralelo 37º* 11/12: 113-118.
- MAS, J. (1983). Notas sobre la situación actual de las localidades de ciprinodóntidos y familias afines en el levante de la Península Ibérica. *Bol. Inst. Esp. Ocean.* 6: 215-221.
- (1986). La ictiofauna continental de la cuenca del río Segura. Evolución histórica y estado actual. *Anales de Biología* 8 (Biología Ambiental, 2): 3-17.
- RUZ, J. L. (1981). *Adra Siglo XIX*. Ed. Cajal, Almería.

Recibido, 14 mar. 1994; aceptado 16 febr. 1995

ESTIMACION DE LA DIETA DE LA GARCILLA BUEYERA A PARTIR DEL ANALISIS DE REGURGITACIONES DE POLLOS: PROBLEMAS DEBIDOS A LA DIGESTION DIFERENCIAL DE LAS PRESAS

GUILLÉN, A.*, PROSPER, J.** Y ECHEVARRIAS, J.L.**

* *Estación Biológica de Doñana. Apartado 1056. 41080 Sevilla. España*

** *Estació Ornitològica L'Albufera. Centre de Protecció i Estudi del Medi Natural. Avenida de los Pinares 106. 46012 El Saler. València. España.*

Diversos trabajos sobre las técnicas de estudio de la dieta en aves han mostrado importantes diferencias entre el espectro dietario detectado mediante el análisis de contenidos estomacales y las presas realmente ingeridas, debido a las diferencias en las velocidades de digestión de los diversos tipos de presa (Coleman 1974, Custer y Pitelka 1975, Hartley 1948, Lifjeld 1983, Martin et al. 1946, Swanson y Bartonek 1970).

Para minimizar o eliminar este problema, se han propuesto diversas estrategias, entre las que se cuentan la colecta aves que han sido observadas alimentándose durante un cierto período, procesar rápidamente al animal, y emplear en el análisis sólo el contenido del esófago (Lifjeld 1983, Martin et al. 1946, Swanson y Bartonek 1970). Otros autores han propuesto el empleo de factores de corrección para las distintas tasas de digestión (Custer y Pitelka 1975, Goss-Custard 1969).

Muchos de los autores que han estudiado la alimentación de diversos Ardeidae mediante el análisis del contenido de estómagos y esófagos de aves adultas (Fogarty y Hetrick 1973, Ruiz y Jover 1981, Ruiz 1985, Siegfried 1971) no hacen referencia a ningún protocolo o método para evitar esta potencial fuente de error. Sin embargo, Vinokurov (1960, en Voisin 1991) encontró que las proporciones en el número de las presas encontradas en los

estomagos de las Garzas Imperiales (*Ardea purpurea*) diferían, debido a la digestión diferencial, de las de la muestra de presas ingeridas por los animales unas horas antes. Es más, los Ardeidae van acumulando en el digestivo los restos de difícil digestión, que se mezclan con las presas de nuevo aporte (observaciones personales). Si esta porción de elementos seleccionados se emplea en el análisis de la dieta nos exponemos a un importante sesgo en favor de aquellas presas que dejan restos determinables.

Los pollos de los Ardeidae regurgitan espontáneamente el contenido del esófago y estómago al alarmarse ante un posible predador (Owen 1955, Siegfried 1971, Voisin 1978). Esta circunstancia se ha empleado para estudiar la dieta durante la época reproductora sin necesidad de sacrificar aves. Siegfried (1971) obtuvo las regurgitaciones de pollos que acababan de ser cebados, y Herrera (1974) sólo empleó para el análisis muestras cuyo contenido estaba apenas digerido, en un intento de evitar el sesgo debido a la digestión diferencial. Otros autores (Bernis y Valverde 1954, Hafner 1977, Jenny 1973, Ruiz 1985, que trabaja sobre estomagos de pollos sacrificados; Siegfried 1966, Voisin 1978) no indican ningún método para evitar este error, pese a que en este caso los efectos deben ser mayores que en el caso de aves adultas, particularmente en los pollos de corta edad, debido a la digestión previa en el tubo gástrico de las aves adultas (Kushlan 1978, Voisin 1991).

En el presente trabajo se han estudiado las diferencias de composición entre el material sin digerir y el que evidenciaba signos evidentes de digestión en una serie de muestras de regurgitaciones de pollos de Garcilla Bueyera (*Bubulcus ibis*) obtenidas en una colonia de l'Albufera de València, en un intento de valorar el error que se comete al emplear todo el material encontrado en el estómago o la regurgitación.

AREA DE ESTUDIO Y METODOS

Las regurgitaciones de los pollos de Garcilla Bueyera se obtuvieron durante julio y agosto de 1986, en nueve ocasiones, separadas 4 ó 5 días, en una colonia mixta de Ardeidae de l'Albufera de València (39°20'N, 00°20'W). La colonia estaba situada en la mata de "Torre en Torre", una lengua de vegetación palustre surcada por varios canales estrechos que penetra en el lago de l'Albufera desde el Este. La colonia se asentaba sobre Carrizo (*Phragmites australis*), Enea (*Typha latifolia*) y, principalmente, Masiega (*Cladium mariscus*), situándose los nidos a baja altura, casi en el suelo y muy accesibles.

Las primeras cinco visitas tuvieron lugar por la mañana, y las cuatro últimas por la tarde, anotándose en cada ocasión la hora precisa de entrada. El tiempo de estancia en la colonia se limitó siempre a un máximo de 45

minutos. Los bolos regurgitados se recogían en bolsas de plástico debidamente etiquetadas. El material procede en general de pollos de una edad comprendida entre 6 y 17 días. En el laboratorio las muestras se trasladaron a recipientes con alcohol etílico de 70° para conservarlas hasta su estudio.

El contenido de cada muestra fue examinado bajo una lupa binocular, determinando a un nivel sistemático variable (al menos hasta Familia) todas las piezas encontradas. Para ello los restos se compararon con ejemplares colectados en los lugares de alimentación de las garcillas o encontrados enteros en las regurgitaciones. Para la determinación de los insectos se recurrió a obras generales, como Chinery (1984), Richards y Davies (1977) y Tachet et al. (1980). En cada regurgitación se estimó el número mínimo de presas de cada categoría y clase de tamaño presentes según el número de fragmentos encontrados, considerando si eran derechos o izquierdos en el caso de elementos pares.

Las presas se agruparon en grupos con afinidades taxonómicas, morfológicas, de consistencia y ecológicas, que supuestamente reunían presas de similar valor y accesibilidad para las Garcillas, y similar comportamiento en la digestión. Para este estudio se emplearon tan sólo aquellas presas que aparecían por encima de una cierta frecuencia, eliminándose aquellas poco comunes (menos de diez individuos en todos los días de muestreo) y difícilmente agrupables bajo los criterios expuestos.

Para el estudio de los efectos de la digestión diferencial, en cada muestra se separó el material aparentemente fresco (aunque presentara desmembramiento mecánico) del que evidenciaba signos de digestión (partes diseltas, desmembramiento por disolución, aspecto pastoso, y elementos esqueléticos sueltos). En general la separación de ambos tipos de material estaba facilitada porque los restos digeridos solían formar un bolo diferenciado. Bajo la asunción de que la dieta de las Garcillas no cambia significativamente en períodos de tiempo breves, y bajo la hipótesis de que la digestión afecta por igual a todos los tipos de presa, la proporción de los distintos grupos de presas debería ser igual en el material digerido que en el no digerido.

Para comprobar la independencia de las variables se utilizó el estadístico χ^2 . Para disminuir el número de celdas con valores esperados de menos de 5, en vez de juntar grupos de presas en categorías heterogéneas que podían enmascarar los resultados, se eliminaron en cada caso los grupos con frecuencias muy pequeñas.

RESULTADOS

El número de regurgitaciones obtenido y el porcentaje de material no digerido fue mucho menor en los muestreos realizados antes de las 8.00 hora solar, aumentó en los llevados a cabo por la mañana después de esa hora, y fue máximo en los muestreos que tuvieron lugar por la tarde (Tabla 1).

Fecha, hora solar del muestreo, número de regurgitaciones obtenidas y número de presas de cada grupo por día de muestreo y totales.
Las barras separan los números de presas 'no digeridas' (izquierda) y 'digeridas' (derecha) en la muestra total por día y presa.

Date, sampling hour (GMT), number of boluses obtained and number of prey items of each group, per sampling day and total. Slashes separate the number of 'non-digested' (left) and 'digested' (right) prey in the total sample per day and prey type.

	PRESA						TOTAL PRESA		
FECHA (día.mes)	01.07	07.07	12.07	17.07	21.07	25.07	29.07	05.08	10.08
HORA SOLAR	6:30	9:00	9:00	8:00	7:20	15:00	15:00	15:00	15:00
Nº REGUR.	8	14	21	8	14	24	18	17	24
Hirudinea	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	11/1	1/0	0/2
Araneida	0/1	57/3	14/0	7/0	0/1	8/2	6/0	41/1	27/5
Orthoptera: imagos	3/32	41/2	11/20	4/7	7/12	13/9	6/12	12/2	2/4
Col. (<i>Hydrous</i> sp.): larvas	8/3	48/4	83/17	15/18	10/32	128/10	111/16	68/19	113/59
Col. (Dytiscidae): larvas	3/0	7/1	10/4	17/7	6/71	34/25	63/33	11/19	27/62
Coleoptera: imagos	0/2	8/31	9/31	1/42	1/63	10/7	1/9	1/3	7/14
Lepidoptera: larvas y pupas	0/0	0/0	0/0	0/0	12/11	11/6	3/21	0/3	7/0
Diptera: larvas acuáticas	0/0	7/0	4/0	1/1	0/1	8/0	2/0	5/0	30/1
Anura (<i>Rana perezi</i>)	1/5	1/9	12/7	4/2	0/4	1/7	1/10	3/8	26/8
TOTAL DIA	15/43	169/50	143/79	49/77	36/195	213/66	204/102	142/55	239/155
									1210/822

Se comprobó la homogeneidad de las muestras entre los días de muestreo, para los conjuntos digerido y no digerido por separado. Para este análisis se desestimó el primer día, en el cual se obtuvo un número de muestras muy pequeño y con un porcentaje mínimo de presas no digeridas. También se desestimaron los grupos de presas Hirudinea, Araneida y Lepidoptera, que presentaban frecuencias muy bajas en la mayoría de los días. La distribución de las presas en las distintas categorías resultó afectada por el día de muestreo, para los conjuntos digerido y no digerido (digerido: n=732 presas, $\chi^2 = 255,91$; g.l.= 35; p< 0,001; no digerido: n=1093 presas, $\chi^2 = 371,54$; g.l.= 35; p< 0,001; la proporción de celdas con valores esperados menores de 5 fueron respectivamente 27 y 21%), por lo cual se procedió a comprobar la homogeneidad de las porciones digerida y no digerida día a día. En las 9 muestras se rechazó la hipótesis de homogeneidad de ambos conjuntos (Tabla 2).

TABLA 2

χ^2 para probar la independencia entre las variables tipo de presa y estado de digestión

χ^2 for testing the independence between prey type and digestion condition

DIA	N	χ^2	g.l.	P
01,07	46	18,93	1	<0,0005
07,07	219	124,88	6	<0,0005
12,07	218	64,54	5	<0,0005
17,07	111	36,02	3	<0,0005
21,07	225	44,23	4	<0,0005
25,07	279	60,42	7	<0,0005
29,07	298	98,15	6	<0,0005
05,08	184	47,40	4	<0,0005
10,08	386	75,71	6	<0,0005

DISCUSION

El diferente rendimiento obtenido en los muestreos realizados a distintas horas se debe a la fenología de las cebas a lo largo del día. La mayoría de las aves empiezan a cebar a los pollos a partir de las 8:30 hora solar (Pepa Prosper, datos no publicados), por lo cual cuando se entra antes de esta hora en la colonia los pocos pollos que regurgitan expulsan restos digeridos de las

últimas cebas del día anterior, y resulta inútil muestrear con objeto de obtener material para estudiar la alimentación.

Los grupos de presas cuya proporción es mayor en el conjunto digerido que en el no digerido (Orthoptera, Coleoptera, Dytiscidae larvas, Lepidoptera y Anura) dejan después de la digestión restos identificables que se acumulan en el bolo que formará la egagrópila (palas de *Gryllotalpa*, cápsulascefálicas de insectos imagos y larvas de Dytiscidae y Lepidoptera, huesos de anfibio, etc.). Las clases de presas relativamente más abundantes en el conjunto no digerido que en el digerido (Hirudinea, Araneida, *Hydrous* sp. larvas, Diptera larvas) en general no dejan, a nuestro nivel de estudio, restos identificables después de la digestión, bien porque las estructuras distintivas son muy pequeñas o no existen, o porque éstas se fragmentan mucho (caso de las cápsulascefálicas de *Hydrous* sp.).

El método empleado para separar el material digerido y no digerido no es completamente objetivo, y podría pensarse que introduce ya un importante sesgo. Sin embargo, el error más probable sería tratar como presas no digeridas aquéllas con tegumentos duros que llevan tiempo en el estómago pero su aspecto externo no lo denota, o al contrario, considerar como digeridas presas con tegumentos blandos y atacables por los jugos gástricos que han sido ingeridas hace poco tiempo. Estos dos posibles errores actuarían en todo caso reduciendo las diferencias entre los conjuntos digerido y no digerido, por lo cual las diferencias encontradas deben considerarse aproximadas a la realidad.

La gran diferencia entre la composición del material digerido y no digerido implica considerables diferencias entre la composición del alimento realmente ingerido por las aves y la obtenida en los análisis cuando se emplea todo el material en diversos estados de digestión. En el caso de emplear egagrópilas, que incluyen sólo los restos indigeribles, el sesgo debe ser aún mayor. El estado de digestión del material está afectado por otros factores, como la hora de obtención de las muestras (hora de muestreo en el caso de pollos, hora de captura en el caso de aves adultas), y la edad de los pollos (según Kushlan 1978 y Voisin 1991, el grado de digestión del alimento suministrado por los padres al pollo varía de mayor a menor según la edad de éste, y no en cambio el tamaño y la digestibilidad de éste, como ocurre en otras aves, Hernández 1993), lo cual implica reservas a la hora de interpretar las semejanzas o diferencias entre composición de dietas obtenidas en o entre estudios donde no se controlan estos factores. Este problema puede resultar especialmente grave cuando se estudian cuestiones que implican la relación entre las poblaciones de presas disponibles en un medio y las capturadas por el animal (competencia, estructura de comunidad, selección de presa, etc.).

Vinokurov (1960, en Voisin 1991) ya mostró la gran diferencia en las velocidades de digestión de peces, ranas e insectos en el estómago de las

Garzas Imperiales. Algunos estudios indican que la velocidad de digestión de algunas presas puede ser similar en distintos grupos de aves. Así, Coleman (1974), Custer y Pitelka (1975), Lifjeld (1983) y Swanson y Bartonek (1970) dan tiempos de desaparición del 100% de las larvas de díptero en los estómagos de Estornino Negro (*Sturnus unicolor*), Escribano Nival (*Plectrophenax nivalis*), Correlimos Común (*Calidris alpina*) y Cerceta Aliazul (*Anas discors*), de 60, 35, 30 y 30 minutos, respectivamente. De ser este patrón extrapolable a los Ardeidae, los estudios de alimentación de especies con dietas mixtas que incluyan larvas acuáticas y anélidos, anfibios, peces e insectos con cutícula dura (en Europa casi todas las especies) pueden estar muy sesgados en favor de los últimos tipos de presa, más resistentes a la digestión.

Para paliar en cierta forma el error introducido por la digestión diferencial, se pueden emplear diversos protocolos para asegurar un buen número de presas y una proporción alta de material fresco en cada muestra. En el caso de trabajar con regurgitaciones de pollos, conviene obtenerlas de pollos grandes (para evitar la digestión previa en el progenitor), y después de un pico de cebas (es preceptivo reponer el alimento a los pollos, especialmente si el muestreo se realiza sobre Ardeidos diurnos y por la tarde, ya que aquéllos no volverán a ser cebados hasta el día siguiente). Si se dan las condiciones, se pueden observar los nidos desde un escondite y recoger muestras de los pollos acabados de cebar. En el estudio de contenidos estomacales de individuos adultos, conviene capturar los que han sido observados forrajeando durante un tiempo. En todos los casos hay que sumergir las muestras en líquidos preservativos en el menor tiempo posible, para evitar que continúe la acción de los jugos gástricos. En todos los casos, si aparece la porción de material digerido, no debe considerarse en el análisis.

Pese a todo ello, el problema de la digestión extremadamente rápida de ciertos tipos de presas (larvas acuáticas de insectos y anfibios) puede seguir siendo importante, eliminando parte de ellas incluso del material recientemente ingerido. Un estudio de las velocidades de digestión de los distintos tipos de presa permitiría juzgar la bondad real de los protocolos apuntados, o la necesidad de aplicar factores de corrección incluso sobre el material aparentemente no digerido. Un último factor a controlar es la posible variación circadiana de la dieta en relación con los posibles cambios en la accesibilidad de las presas según su comportamiento, lo cual Kersten et al. (1991) han descrito en la Garceta común (*Egretta garzetta*).

AGRADECIMIENTOS

En el trabajo de campo nos ayudaron todos los compañeros de la Estació Ornitològica L'Albufera, y especialmente Alejandro Martínez, Natalia Ramón, Eugenia y Vicent Benedito. El trabajo se realizó gracias a una subvención de la Conselleria d'Agricultura i Pesca de la

Generalitat Valenciana, y el Ajuntament de València nos suministró las barcas necesarias para los desplazamientos en el lago. Durante la redacción del manuscrito A.G. disfrutó de una beca de Formación de Postgrado del MEC. Los comentarios de Cristina Ramo, Juan A. Amat, Xavier Ruiz y un/a revisor/a anónimo/a contribuyeron a mejorar el manuscrito.

Palabras Clave: Ardeidae, *Bubulcus ibis*, dieta, digestión diferencial, España, Iberia.

ABSTRACT

Studying the diet of the Cattle Egret by means of the analysis of boluses regurgitated by nestlings: problems due to differences in the digestion rates of prey.

The reliability of diet data obtained using all the material found in the boluses regurgitated by alarmed Cattle Egret (*Bubulcus ibis*) nestlings was studied using samples obtained in the heronry of l'Albufera lake (València, Spain, 39°20'N, 00°20'W). Due to the different breakdown rates, the results demonstrated a significant disagreement between the digested and non-digested fractions found in the boluses, with a bias to the 'hard-shelled' prey items in the digested fraction. If this material is used for describing the diet, the obtained information is biased and not suitable for comparative, prey selection or resource partitioning studies. Some sampling procedures to increase the proportion of fresh prey in the samples (boluses or stomachs), and the rejection of the digested material from the analysis are proposed to improve and to make more comparable the outputs of this kind of studies.

Keywords: Ardeidae, *Bubulcus ibis*, diet, differential digestion, Iberia, Spain.

.BIBLIOGRAFIA

- BERNIS, F. y J.A. VALVERDE (1954). La gran colonia de garzas de Doñana en 1953. *Munibe* 6:1-37.
- COLEMAN, J.D. (1974). Breakdown rates of foods ingested by Starlings. *J.Wildl.Manage.* 38:910- 912.
- CUSTER, T.W. y F.A. PITELKA (1975). Correction factors for digestion rates for prey taken by Snow Buntings (*Plectrophenax nivalis*). *Condor* 77:210-212.
- CHINERY, M. (1984). *Guía de campo de los insectos de España y Europa*. Ediciones Omega, Barcelona.
- FOGARTY, M.J. y W.M. HETRICK (1973). Summer foods of Cattle Egrets in north central Florida. *Auk* 90:268-280.
- GOSS-CUSTARD, J.D. (1969). The winter feeding ecology of the Redshank *Tringa totanus*. *Ibis* 111:338-356.
- HAFNER, H. (1977). *Contribution à l'étude écologique de quatre espèces de hérons (Egretta garzetta L., Ardeola ralloides Scop., Ardeola ibis L., Nycticorax nycticorax L.) pendant leur nidification en Camargue*. Tesis Doctoral. Université Paul Sabatier. Toulouse. France.
- HARTLEY, P.H.T. (1948). The assessment of the food of birds. *Ibis* 90:361-381.
- HERNANDEZ, A. (1993). Dieta de los pollos de tres especies simpátricas de alcaudones (*Lanius* spp.): Variaciones con la edad, estacionales e interespecíficas. *Doñana, Acta Vertebrata* 20:145-163.

- HERRERA, C.M. (1974). Observaciones sobre una colonia de Garcillas Bueyeras (*Bubulcus ibis* L.) en Andalucía. *Ardeola* 20:287-306.
- JENNY, D.A. (1973). Regional variation in the food of nestlings Cattle Egrets. *Auk* 90:821-826.
- KERSTEN, M., R.H. BRITTON, P.J. DUGAN Y H. HAFNER (1991). Flock feeding and food intake in little egrets: the effects of prey distribution and behaviour. *Journal of Animal Ecology* 60:241-252.
- KUSHLAN, J.A. (1978). *Feedings ecology of wading birds*. Pp. 249-297 en SPRUNT IV, A., J.C. OGDEN y S. WINCKLER (Eds.) *Wading birds research report 7*. National Audubon Society, New York.
- LIFJELD, J. (1983). Stomach content analyses of the Dunlin *Calidris alpina*: bias due to differential digestibility of prey items. *Fauna norv. Serv. C, Cinclus* 6:43-46.
- MARTIN, A.C., R.H. GEN SCH Y C.P. BROWN (1946). Alternative methods in upland gamebird food analysis. *J. Wildl. Manage.* 10:8-12.
- OWEN, D.F. (1955). The food of the heron *Ardea cinerea* in the breeding season. *Ibis* 97:276-295.
- RICHARDS, O.W. Y R.G. DAVIES (1977). *Imms' general textbook of entomology*. Chapman and Hall, London.
- RUIZ, X. Y LL. JOVER (1981). Sobre la alimentación otoñal de la Garcilla Bueyera-*Bubulcus ibis* (L.)- en el delta del Ebro, Tarragona (España). *P. Dept. Zool. Barcelona* 6:65-72.
- RUIZ, X. (1985). An analysis of the diet of cattle egrets in the Ebro delta, Spain. *Ardea* 73:49-60.
- SIEGFRIED, W. R. (1966). On the food of nestling Cattle Egrets. *Ostrich* 37:219-220.
- (1971). The food of the Cattle Egret. *J. Appl. Ecol.* 8:447-467.
- SWANSON, G.A. Y J.C. BARTONEK (1970). Bias associated with food analysis in gizzards of blue-winged teal. *J. Wildl. Manage.* 34(4):739-746.
- TACHET, H., M. BOURNAUD Y P. RICHOUX (1980). *Introduction à l'étude des macroinvertébrés des eaux douces*. Association Française de Limnologie et Université Lyon, Lyon.
- VOISIN, C. (1978). Utilisation des zones humides du delta rhôdanien par les Ardéidés. *L'Oiseau et la Revue Française d'Ornithologie* 48:329-380.
- (1991). *The Herons of Europe*. T. & A. D. Poyser. London.

Recibido, 13 sep. 1994; aceptado 27 febr. 1995