



BOLETIN

IMARPE
Instituto del Mar del Perú

Vol. 17 / Nos. 1 y 2 / DICIEMBRE 1998

ISSN 0378 - 7699

LAS POBLACIONES DE AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA
ABUNDANCIA DE ANCHOVETA Y LA OCURRENCIA DE EVENTOS EL NIÑO
EN EL MAR PERUANO

Jaime Jahncke

LAS DIETAS DEL GUANAY Y DEL PIQUERO PERUANO COMO INDICADORAS DE LA
ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE ANCHOVETA

Jaime Jahncke y Elisa Goya

RECUPERACION, EROSION Y RETENCION DE OTOLITOS EN BOLOS DE GUANAY:
¿SON LOS BOLOS REALMENTE BUENOS INDICADORES DE LA DIETA?

Jaime Jahncke y Cecilia Rivas

ESTUDIOS SOBRE DIETA EN PIQUEROS COMO INDICADORES DE LA ESTRUCTURA
POR TALLAS DE LOS STOCKS DE ANCHOVETA EN EL MAR PERUANO

Jaime Jahncke y Domenica Zileri

LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE LAS AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA
DISPONIBILIDAD DE ANCHOVETA

Jaime Jahncke y Luis Paz-Soldán

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL POTOYUNCO PERUANO *PELECANOIDES GARNOTII*
EN ISLA LA VIEJA, COSTA CENTRAL DEL PERU

Jaime Jahncke y Elisa Goya

LA POBLACION DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT *SPHENISCUS HUMBOLDTI* EN
ISLA PACHACAMAC Y EL EVENTO EL NIÑO 1997-98

Luis Paz-Soldán y Jaime Jahncke

SAURIOS COMO PREDADORES DE ECTOPARASITOS DE AVES GUANERAS

José Pérez y Jaime Jahncke

CALLAO, PERU

CONSEJO DIRECTIVO DEL IMARPE

Vicealmirante (r) LUIS GIAMPIETRI ROJAS
PRESIDENTE

Doctor JUAN ALBERTO ARRUS ROKOVICH
VICEPRESIDENTE

Economista GODOFREDO CAÑOTE SANTAMARINA
DIRECTOR EJECUTIVO

Doctor LUIS ALFREDO ICOCHEA SALAS
DIRECTOR

Contralmirante RAFAEL CALIZAYA CRESPI
DIRECTOR

Vicealmirante (r) RAUL SANCHEZ SOTOMAYOR
DIRECTOR

Economista GONZALO LOAYZA DEVESCOVI
DIRECTOR



BOLETIN

IMARPE

Instituto del Mar del Perú

Vol. 17 / Nos. 1 y 2 / DICIEMBRE 1998

ISSN 0378 - 7699

LAS POBLACIONES DE AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA ABUNDANCIA DE ANCHOVETA Y LA OCURRENCIA DE EVENTOS EL NIÑO EN EL MAR PERUANO <i>Jaime Jahncke</i>	1
LAS DIETAS DEL GUANAY Y DEL PIQUERO PERUANO COMO INDICADORAS DE LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE ANCHOVETA <i>Jaime Jahncke y Elisa Goya</i>	15
RECUPERACION, EROSION Y RETENCION DE OTOLITOS EN BOLOS DE GUANAY: ¿SON LOS BOLOS REALMENTE BUENOS INDICADORES DE LA DIETA? <i>Jaime Jahncke y Cecilia Rivas</i>	35
ESTUDIOS SOBRE DIETA EN PIQUEROS COMO INDICADORES DE LA ESTRUCTURA POR TALLAS DE LOS STOCKS DE ANCHOVETA EN EL MAR PERUANO <i>Jaime Jahncke y Domenica Zileri</i>	47
LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE LAS AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA DISPONIBILIDAD DE ANCHOVETA <i>Jaime Jahncke y Luis Paz-Soldán</i>	55
BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL POTOYUNCO PERUANO <i>PELECANOIDES GARNOTII</i> EN ISLA LA VIEJA, COSTA CENTRAL DEL PERU <i>Jaime Jahncke y Elisa Goya</i>	67
LA POBLACION DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT <i>SPHENISCUS HUMBOLDTI</i> EN ISLA PACHACAMAC Y EL EVENTO EL NIÑO 1997-98 <i>Luis Paz-Soldán y Jaime Jahncke</i>	75
SAURIOS COMO PREDADORES DE ECTOPARASITOS DE AVES GUANERAS <i>José Pérez y Jaime Jahncke</i>	81

CALLAO, PERU

Asesora científica

Dra. Norma Chirichigno Fonseca

Editor científico

Dr. Pedro G. Aguilar Fernández

© 1996. Instituto del Mar del Perú

Esquina Gamarra y General Valle

Apartado Postal 22

Callao, PERU

Teléfono 429.7630 / 420.2000

Fax (5114) 656023

E-mail: imarpe+@imarpe.gob.pe.

Hecho el depósito de ley. N° 96-0589

*Reservados todos los derechos de reproducción total
o parcial, la fotomecánica y los de traducción.*

ISSN: 0378-7699 (International Center for the Registration of Serials, Paris).

Tiraje: 600 ejemplares

Impresión: VISUAL SERVICE SRL.

José de la Torre Ugarte 433 - Lince.

Teléfono 442.4423

La información estadística, los mapas, figuras, términos y designaciones empleadas en la presentación de este documento son referenciales, no tienen valor oficial y son de completa responsabilidad de cada autor.

Los autores dedican esta publicación al

DR. RÓMULO JORDÁN SOTELO

*como un HOMENAJE a sus estudios
sobre las aves guaneras en el Perú*

Callao, diciembre 1998

LAS POBLACIONES DE AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA ABUNDANCIA DE ANCHOVETA Y LA OCURRENCIA DE EVENTOS EL NIÑO EN EL MAR PERUANO

JAIME JAHNCKE^{1,2}

RESUMEN

JAHNCKE, J. 1998. Las poblaciones de aves guaneras y sus relaciones con la abundancia de anchoveta y la ocurrencia de eventos El Niño en el mar peruano. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 1 - 13.

Se analizan series de tiempo sobre el tamaño de las poblaciones de guanay *Leucocarbo bougainvillii*, piquero peruano *Sula variegata* y pelícano peruano *Pelecanus thagus* entre 1953 y 1997, con énfasis en la serie de datos mensuales correspondientes a 1997. Se observa que el crecimiento de las poblaciones de aves entre 1953 y 1971 fue limitado por el rápido desarrollo de la pesquería y que estas poblaciones fueron drásticamente reducidas por los eventos El Niño de 1957-58 y 1965. La sobrepesca y el evento El Niño de 1972-73 produjeron el colapso de los stocks de anchoveta y una elevada mortandad de aves; las mismas que a pesar de los niveles de captura registrados entre 1972 y 1982 presentaron una ligera recuperación. El evento El Niño 1982-83 se presentó durante la época reproductiva, causando el abandono de las áreas de anidación y una mortandad del 58% de la población total; sin embargo, las mejores medidas de manejo de anchoveta establecidas después de este evento permitieron la recuperación del stock y de las poblaciones de aves guaneras, a pesar de la presencia de la pesquería industrial. El evento El Niño 1997-98 se presentó con fuerza luego de la época reproductiva de las aves guaneras, causando sólo la emigración de estas poblaciones de la zona norte-centro hacia el sur, debido a los cambios ocurridos en el ambiente y en los patrones de distribución y disponibilidad de sus presas. Las mortandades registradas durante 1997 han sido eventuales y mucho menores en magnitud que las observadas durante el evento El Niño 1982-83.

PALABRAS CLAVE: Aves guaneras, guanay, *Leucocarbo bougainvillii*, piquero peruano, *Sula variegata*, pelícano peruano, *Pelecanus thagus*, anchoveta, *Engraulis ringens*, pesquería industrial, eventos El Niño, regulación de poblaciones.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. 1998. Guano-producing seabird populations and their relationships with the abundance of Peruvian anchovy and the occurrence of El Niño events in the Peruvian Sea. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 1 - 13.

Guanay Cormorant *Leucocarbo bougainvillii*, Peruvian Booby *Sula variegata* and Peruvian Pelican *Pelecanus thagus* population data series from 1953 to 1997 were analyzed, with emphasis on 1997 monthly data series. Population increase from 1953 to 1971 was limited by the quick development of the industrial fishery, and was drastically reduced due to El Niño events occurred in 1957-58 and 1965. Over-fishing and El Niño events 1972-73 collapsed anchovy stocks and caused a high guano-birds mortality. Despite the capture levels observed from 1972 to 1982, guano-birds showed a slight population increase. El Niño 1982-83 occurred during the breeding season and caused nesting areas abandonment and the mortality of 58% of the population. However, improvement of management regulations permitted the recovery of anchovy stocks and guano-birds from 1983 to 1996, despite the presence of the industrial anchovy fishery. El Niño 1997-98 affected guano-birds population after the breeding season when it became stronger and

- 1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGI/IRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.
- 2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú. E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

caused birds to migrate from northern and central colonies to the far south of Perú. This migration was due to changes in prey distribution patterns and availability. Mortality of guano-birds during El Niño 1997-98 has been occasional and less severe than in El Niño event of 1982-83.

KEY WORDS: Guano-birds, Guanay Cormorant, *Leucocarbo bougainvillii*, Peruvian Booby, *Sula variegata*, Peruvian Pelican, *Pelecanus thagus*, Peruvian Anchovy, *Engraulis ringens*, industrial fishery, El Niño events, population regulation.

INTRODUCCION

Las aves marinas se caracterizan por tener una alta longevidad, bajas tasas reproductivas y tardar en alcanzar la madurez sexual; por ello, están adaptadas a situaciones donde el alimento raramente escasea por debajo del nivel mínimo requerido para garantizar la vida de las aves adultas; y sus poblaciones responden con relativa lentitud ante incrementos en la oferta de alimento (CAIRNS 1992). En comparación con los peces de los cuales se alimentan, las aves marinas tienen baja fecundidad y una bien definida relación entre reclutas y población. En aves, el tamaño de la cohorte de reclutas puede predecirse aproximadamente a partir del número de aves reproductivas en el año que nacieron. En la mayoría de las presas de estas aves, se presentan grandes fluctuaciones en el reclutamiento y muestran muy poca correlación con el tamaño de la población progenitora (ROTHSCHILD 1986).

Existen diversas teorías que tratan de explicar la regulación del tamaño de las poblaciones de aves marinas (FURNESS y MONAGHAN 1987; CAIRNS 1987). LACK (1966) y ASHMOLE (1963) opinan que estas poblaciones están reguladas por factores denso-dependientes, entre los cuales la disponibilidad de alimento sería el más importante. Para LACK (1966) estos factores actuarían durante la época no reproductiva cuando las aves juveniles sin experiencia entran a competir por alimento con los adultos; para ASHMOLE (1963), en cambio, los factores influirían durante la época reproductiva cuando las aves adultas compiten entre ellas por alimento agotando los recursos en áreas cercanas a la colonia. El efecto de estos factores denso-dependientes sobre las poblaciones está ligado a su variabilidad interanual y a la habilidad de las aves marinas de amorti-

guar sus efectos al alterar su comportamiento (CAIRNS 1987). Las aves marinas poseen una considerable capacidad para amortiguar los cambios en la disponibilidad de alimento (CAIRNS 1992); la población adulta puede mantenerse casi constante, a pesar de un amplio espectro en variaciones de la oferta de alimento, y sólo disminuirá ante niveles extremos de escasez (CAIRNS 1987).

El guanay *Leucocarbo bougainvillii*, el piquero peruano *Sula variegata* y el pelicano peruano *Pelecanus thagus* son las tres especies de aves marinas más numerosas que habitan la costa peruana (COKER 1919, MURPHY 1936). Se distribuyen al este del Océano Pacífico, dentro del ámbito de la Corriente Peruana entre Lobos de Tierra (06°8' S) en el norte del Perú e Isla Mocha (38°30' S) en Chile, donde se alimentan de la especie pelágica más abundante, la anchoveta *Engraulis ringens* (GAMARRA 1941; AVILA 1954; BARREDA 1959; JORDÁN 1959, 1961; GALARZA 1968; TOVAR y GALARZA 1984; TOVAR *et al.* 1988; TOVAR y GUILLÉN 1988, 1989; GUILLÉN 1990, 1993, JAHNCKE y GOYA 1997). Estas poblaciones han presentado grandes fluctuaciones ya sea debido a su uso irracional, al establecimiento de pautas para su manejo, al incremento del hábitat disponible, a la ocurrencia de eventos El Niño o a la intervención de la pesquería industrial de anchoveta. Así, en retrospectiva, tenemos que durante la primera mitad del presente siglo estas poblaciones crecieron hasta alcanzar su nivel máximo, viéndose afectadas hacia la segunda mitad del siglo con el desarrollo de la pesquería industrial de anchoveta, cuyo crecimiento desmedido llevó al colapso de estos stocks y de los recursos que de ella dependen, interviniendo como un factor limitante en el crecimiento de las poblaciones de aves.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH). Se analiza la serie de tiempo sobre poblaciones de aves guaneras entre 1953 y 1997, con énfasis en los cambios ocurridos en las colonias de aves guaneras durante 1997 como consecuencia del evento El Niño 97-98, con el objetivo de determinar la relación entre las fluctuaciones en el tamaño de las poblaciones de estas especies, la abundancia de anchoveta y la ocurrencia de los eventos El Niño.

MATERIAL Y METODOS

Los registros de poblaciones de aves guaneras entre los 6° S y los 14° S para el período comprendido entre 1953 y 1982, se tomaron de TOVAR *et al.* (1987). Los datos para el período 1984-1989, para la misma área, se tomaron de GUILLÉN (1992). Los datos de 1983, correspondientes a marzo, mayo, junio y julio se tomaron de DUFFY *et al.* (1986, citado en ARNTZ y FAHRBACH 1996). Para todos estos años se calcularon promedios anuales, que se consideraron como estimadores de la población anual de aves. Las poblaciones de aves guaneras entre 1990 y 1996, se dan a conocer en este trabajo y corresponden a promedios de censos llevados a cabo

en marzo, julio y noviembre de cada año. Se utilizaron en total 457 gráficos de poblaciones de aves en islas y puntas ubicadas entre los 6° S y los 14° S. Las poblaciones de 1997 corresponden a promedios de censos realizados mensualmente en islas y puntas de toda la costa, a partir de un total de 345 gráficos. El cálculo de las áreas ocupadas por cada especie se realizó utilizando un planímetro, de acuerdo a la metodología descrita por JORDÁN (1963) y TOVAR *et al.* (1987), de manera que los datos fueran comparables. El estimado de la población de cada especie, se realizó utilizando las densidades determinadas por TOVAR *et al.* (1987). En aquellos mapas donde se señala que las aves se encuentran dispersas, se consideraron los conteos realizados por los guardianes en forma directa. A los resultados obtenidos luego de realizada la medición por planímetro y el cálculo de las aves, se adicionaron los totales de aves observadas en barrancos e islotes. Estos estimados tienen un error de $\pm 3,8\%$ respecto de aquellos realizados por TOVAR o GUILLÉN (JAHNCKE, no pub.).

Las poblaciones de aves guaneras entre 1953 y 1996

Con fines de análisis, esta serie (tabla 1, figura 1) se dividió en tres períodos: (1) desde 1953, en los inicios de la pesquería de anchoveta con

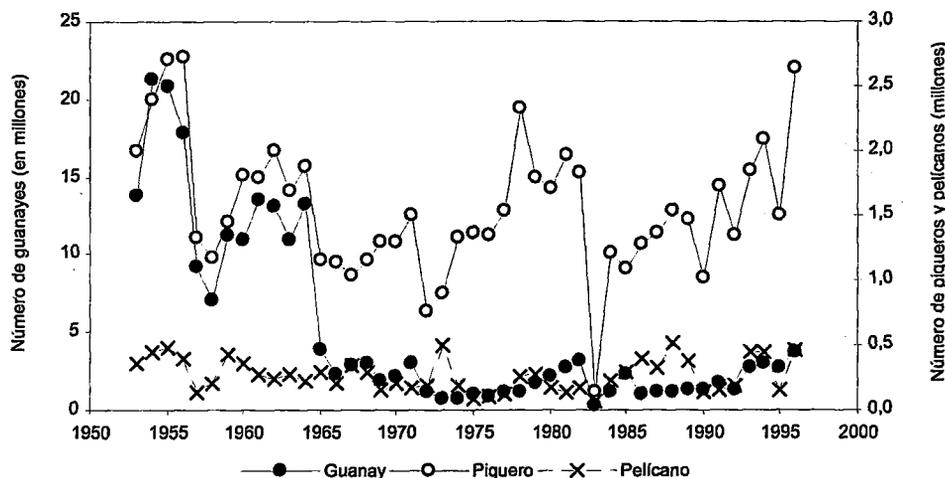


FIGURA 1. Población promedio de aves guaneras en la costa peruana entre los años 1953 y 1996.

Tabla 1. Población promedio de aves guaneras (en millones de individuos), biomasa de anchoveta (en millones de toneladas) y captura total de anchoveta (en millones de toneladas) entre los 6° S y 14° S.

Año	Guanay	Piquero	Pelicano	Biomasa de anchoveta	Captura de anchoveta
1953	13,822	1,992	0,356	6,099	0,055
1954	21,275	2,399	0,441	9,514	0,087
1955	20,807	2,712	0,485	8,277	0,106
1956	17,781	2,725	0,403	5,073	0,163
1957	9,132	1,320	0,14	2,904	0,341
1958	7,000	1,177	0,206	3,751	0,67
1959	11,223	1,455	0,428	7,419	1,752
1960	10,961	1,804	0,358	11,922	2,832
1961	13,507	1,797	0,283	16,721	4,416
1962	13,043	1,993	0,247	9,688	4,560
1963	10,850	1,698	0,28	10,000	5,650
1964	13,271	1,883	0,22	11,719	6,730
1965	3,858	1,147	0,299	9,844	6,520
1966	2,273	1,138	0,208	13,281	7,820
1967	2,816	1,038	0,34	15,781	6,730
1968	2,983	1,158	0,298	12,969	8,910
1969	1,07	1,298	0,15	13,047	8,260
1970	2,086	1,297	0,204	16,094	10,430
1971	3,016	1,498	0,181	14,063	7,820
1972	1,084	0,763	0,182	6,406	5,650
1973	0,703	0,904	0,496	4,845	1,300
1974	0,756	1,324	0,198	6,406	1,520
1975	1,033	1,354	0,09	3,438	1,950
1976	0,888	1,338	0,106	2,650	2,170
1977	1,134	1,533	0,118	1,563	1,300
1978	1,109	2,326	0,259	2,188	0,43
1979	1,766	1,801	0,279	2,969	0,87
1980	2,083	1,707	0,181	3,750	0,22
1981	2,77	1,959	0,144	3,281	0,22
1982	3,136	1,825	0,164	1,406	1,090
1983	0,265	0,143	0,065	0,781	0,22
1984	1,166	1,203	0,229	4,844	0
1985	2,238	1,083	0,301	6,406	0,22
1986	0,96	1,279	0,394	5,781	1,960
1987	1,155	1,363	0,335	5,625	2,170
1988	1,204	1,536	0,509	8,594	0,87
1989	1,253	1,469	0,384	5,625	4,340
1990	1,363	1,017	0,146	5,156	2,390
1991	1,756	1,726	0,149	6,250	2,610
1992	1,301	1,343	0,181	10,813	3,260
1993	2,739	1,839	0,443	8,906	4,560
1994	3,086	2,078	0,456	8,362	9,050
1995	2,693	1,494	0,152	7,020	5,330
1996	3,695	2,635	0,47	5,899	6,950

finés industriales; hasta 1971, año anterior al colapso de estos stocks; (2) desde 1972, con el colapso de los stocks de anchoveta como consecuencia del evento El Niño de 1972-73 y la sobrepesca industrial de este recurso; hasta 1982, año en el cual se iniciaba un evento El Niño de mayor intensidad; y (3) desde 1983, cuando las aves guaneras alcanzaron su menor tamaño poblacional a consecuencia de la baja biomasa de anchoveta y al evento El Niño 1982-83, hasta 1996. En este último período los stocks de anchoveta iniciaron su recuperación, con tendencias similares a las observadas entre los años 1950 y 1960.

Para determinar si existen relaciones entre la biomasa de anchoveta y su captura, así como, entre el desarrollo de las poblaciones de aves guaneras y la biomasa de anchoveta y su captura, se realizaron correlaciones de SPEARMAN entre estas variables para cada uno de los períodos antes mencionados. La biomasa de anchoveta entre 1953 y 1961 para el área comprendida entre los 4° S y los 14° S, fue tomada de PAULY *et al.* (1987) y los datos para el período comprendido entre 1962 y 1993 de CSIRKE *et al.* (1996). El dato de biomasa para 1994 fue proporcionado por el biólogo A. CHIPOLLINI de IMARPE. Las biomásas de anchoveta para 1995 (SEGURA *et al.*

1996b) y 1996 (SEGURA *et al.* 1996a) se obtuvieron de la bibliografía. Todos los estimados de biomásas corresponden a evaluaciones hidroacústicas realizadas por IMARPE. La información sobre captura de anchoveta entre 1953 y 1961 fue tomada de TSUKAYAMA y PALOMARES (1987) y entre 1962 y 1993 de CSIRKE *et al.* (1996). La información de 1994, 1995 y 1996 fue proporcionada por la bióloga M. BOUCHON de IMARPE.

Las poblaciones de aves guaneras durante El Niño 1997-98

Para determinar si existe relación entre los cambios observados en la distribución de las aves guaneras y los cambios ocurridos en el medio ambiente marino como consecuencia del evento El Niño 97-98, se hallaron correlaciones SPEARMAN entre el número de aves guaneras registrado cada mes en las islas Macabí, Guañape (sur y norte), Mazorca y Chincha (norte, centro y sur) y en las Puntas San Juan y Coles, respecto de la temperatura superficial del mar, sus anomalías (en estaciones cercanas) y de la disponibilidad de anchoveta (y pejerrey en algunos casos). Las temperaturas y las anomalías correspondientes a Chicama, Chimbote, Huacho, Pisco e Ilo, fueron proporcionadas por la Dirección

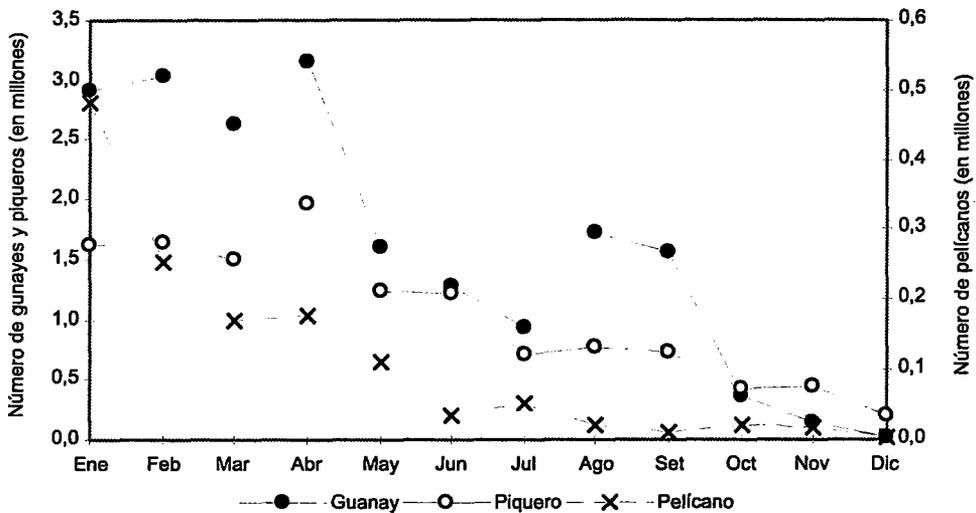


FIGURA 2. Población total de aves guaneras en la costa peruana entre enero y diciembre de 1997.

de Oceanografía Física de IMARPE, considerando a estas como indicadoras de los cambios físicos ocurridos en el ambiente marino. La información sobre anchoveta (y pejerrey) en cada área, corresponde al porcentaje de esta presa en la dieta del guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, considerando esta ave como buen indicador de la disponibilidad de este recurso (JAHNCKE y GOYA 1997). La figura 2 muestra la población total de guanay, piquero y pelícano en la costa peruana entre enero y diciembre de 1997.

RESULTADOS

Las poblaciones de aves guaneras entre 1953 y 1996

Se observa que existe una correlación muy significativa entre la biomasa de anchoveta y la captura de este recurso por la pesquería industrial ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,609$; $n=44$; $P<0,01$). Asimismo, se observa una correlación significativa entre las poblaciones de guanay ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,405$; $n=44$; $P<0,05$) y pelícano ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,361$; $n=44$; $P<0,05$) respecto de la biomasa de anchoveta, no existiendo correlación entre las poblaciones de estas aves y la captura de la presa. No se observa correlación entre el tamaño de la población de piquero respecto de la biomasa ni con la captura de anchoveta.

Entre 1953 y 1971, se observa que existe una correlación directa muy significativa entre la biomasa de anchoveta y su captura ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,772$; $n=19$; $P<0,01$). Sin embargo, se observan correlaciones inversas significativas entre las poblaciones de guanay ($r_{\text{SPEARMAN}}=-0,521$) y piquero ($r_{\text{SPEARMAN}}=-0,395$) respecto de la biomasa de anchoveta ($n=19$; $P<0,05$); y correlaciones inversas muy significativas entre las poblaciones de cada una de las aves guaneras y la captura de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,772$; $n=19$; $P<0,01$). No se observa correlación entre el tamaño de las poblaciones de pelícano y la biomasa de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=-0,261$, $n=19$, $P>0,05$).

Entre 1972 y 1982, se observa que no existe correlación significativa entre la biomasa de anchoveta y su captura ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,334$; $n=11$; $P>0,05$). Sin embargo, se observan correlaciones inversas significativas entre las poblaciones de guanay y piquero respecto de la biomasa y captura de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,334$; $n=11$; $P<0,05$). No existe correlación entre la población de pelícano y la biomasa y captura de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,334$; $n=11$; $P>0,05$).

Entre 1983 y 1996, se observa que no existe correlación entre la biomasa de anchoveta y su captura ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,335$; $n=14$; $P>0,05$). Se observan correlaciones significativas entre las poblaciones de piquero ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,497$) y pelícano ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,550$) respecto de la biomasa de anchoveta ($n=14$; $P<0,05$) y correlaciones muy significativas entre las poblaciones de guanay ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,757$) y piquero ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,777$) respecto de las capturas de anchoveta ($n=14$; $P<0,01$). No existe correlación entre la población de guanay y la biomasa de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,409$; $n=14$; $P>0,05$), ni entre la población de pelícano y la captura de anchoveta ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,345$; $n=14$; $P>0,05$).

Las poblaciones de aves guaneras durante el primer año del evento El Niño 1997-98

Mientras la temperatura superficial del mar (TSM) se incrementaba como consecuencia del evento El Niño 97-98, se observó que el tamaño de las colonias de guanay en Macabí y Mazorca disminuía en tanto que aumentaba en Punta Coles; se encontraron tendencias negativas entre el número de guanayes y la TSM en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}}=-0,643$; $n=7$; $P>0,05$) y Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}}=-0,564$; $n=12$; $P<0,05$), y tendencias positivas entre estas variables en Punta Coles ($r_{\text{SPEARMAN}}=0,900$; $n=9$; $P<0,01$). En el caso del piquero, no se observaron tendencias entre estas variables; sin embargo, se observó que conforme las anomalías en la TSM aumentaban en Macabí y Guañape el tamaño de las colonias de estas aves disminuía; se

encontraron tendencias negativas entre estas variables en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,450$; $n=7$; $P>0,05$) y Guañape ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,773$; $n=11$; $P<0,05$). Asimismo, las colonias de guanayes en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,505$; $n=7$; $P>0,05$), Guañape ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,642$; $n=11$; $P<0,05$) y Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,711$; $n=12$; $P<0,01$) mostraron tendencias negativas respecto de las anomalías en la TSM y tendencias positivas en Punta Coles ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,527$; $n=9$; $P>0,05$).

La disponibilidad de anchoveta mostró relación con el incremento en la TSM en tres áreas: en Macabí se observó una ligera tendencia negativa entre variables ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,429$; $n=7$; $P>0,05$); en Chíncha esta tendencia fue mayor ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,726$; $n=11$; $P<0,01$), mientras que en Punta Coles fue positiva ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,883$; $n=9$; $P<0,01$). Con relación a la disponibilidad de pejerrey, se encontró una tendencia positiva con la TSM en Chíncha ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,690$; $n=11$; $P<0,05$).

Al correlacionar el tamaño de las colonias de guanayes en las seis áreas guaneras con la disponibilidad de anchoveta, sólo se encontraron tendencias en dos de ellas. En Punta San Juan la tendencia fue negativa ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,499$; $n=11$; $P>0,05$), en tanto que en Punta Coles fue positiva ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,750$; $n=9$; $P<0,05$). Cuando se correlaciona el tamaño de estas colonias con la disponibilidad de pejerrey, se encuentran tendencias positivas en Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,586$; $n=12$; $P<0,05$) y Punta San Juan ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,568$; $n=11$; $P<0,05$).

Al correlacionar el tamaño de las colonias de piqueros en las seis áreas guaneras con la disponibilidad de anchoveta, sólo se encontró una tendencia positiva entre estas variables en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,857$; $n=7$; $P<0,05$). Cuando se correlaciona el tamaño de estas colonias con la disponibilidad de pejerrey, se encuentran tendencias positivas en Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,761$; $n=12$; $P<0,01$), Guañape ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,682$; $n=11$; $P<0,05$) y Punta San Juan ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,451$; $n=11$; $P>0,05$).

En lo que se refiere a las relaciones entre poblaciones de aves, se encontró que conforme el tamaño de las colonias de guanay y piquero disminuye, se establecen y crecen colonias de camanay *Sula nebouxi* en las islas. Las correlaciones entre el tamaño de las colonias de guanay y camanay mostraron tendencias negativas en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,612$; $n=7$; $P>0,05$), Guañape ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,740$; $n=11$; $P<0,01$) y Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,473$; $n=12$; $P>0,05$). Las correlaciones entre piquero y camanay mostraron tendencias negativas en Macabí ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,612$; $n=7$; $P>0,05$), Guañape ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,669$; $n=11$; $P<0,05$) y Mazorca ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,717$; $n=12$; $P<0,01$).

DISCUSION

Consideraciones generales

El guano de islas durante el siglo XIX fue sometido a una explotación descontrolada pues no se consideraba su carácter de recurso renovable; siendo las aves cazadas y espantadas para extraer cómodamente el guano (VOGT 1942, JORDÁN y FUENTES 1966). Con la creación de la Compañía Administradora del Guano en 1909 se establecieron pautas que permitieron la recuperación de las poblaciones de estas aves; así, de 3 millones de individuos en 1909, se incrementaron hasta 20,4 millones en 1956 (JORDÁN y FUENTES 1966). Este crecimiento estuvo influenciado por la construcción de muros de protección en diversas puntas del litoral, y el establecimiento de las puntas guaneras en 1945, que incrementaron en un 40% el espacio disponible para la anidación (TOVAR *et al.* 1987). Antes de las puntas guaneras, las poblaciones de guanay, piquero y pelícano se encontraban reguladas por la disponibilidad de áreas adecuadas para anidar; entre 1909 y 1945, las poblaciones alcanzaron como máximo los 10 millones de individuos (en 1937), pero el aumento en espacio permitió que duplicaran su población (JORDÁN y FUENTES 1966). En el período comprendido entre 1909 y 1953, se registraron al menos diez mortandades

de aves guaneras causadas por anomalías oceanográficas como consecuencia de eventos El Niño de diferente intensidad (FORBES 1914; LVALLE 1917, 1924; MURPHY 1925, 1936; VOGT 1942; JORDÁN y FUENTES 1966).

Los eventos El Niño, son fenómenos recurrentes que se pueden presentar cada 1 ó 2 años con bajas intensidades y cada 15 ó 16 años (pero no menos de 7 años) con fuertes intensidades (QUINN *et al.* 1978). Entre otros cambios, estos eventos ocasionan alteraciones en los patrones de distribución y abundancia de los recursos al hacer variar las condiciones de su medio ambiente. Estos cambios, alteran la disponibilidad de anchoveta en el Sistema de Afloramiento Peruano al ocasionar su repliegue hacia la costa, su retiro hacia aguas más profundas o su migración hacia latitudes mayores en busca de aguas más frías (ARNTZ y FAHRBACH 1996). De esta forma, los eventos El Niño actúan disminuyendo la disponibilidad y oferta de anchoveta en un espectro variable dependiendo de su intensidad, reduciendo la capacidad de carga del sistema e interviniendo en la regulación del tamaño de las poblaciones de aves guaneras.

Las poblaciones de aves guaneras entre 1953 y 1997

Entre 1953 y 1971, período en el cual la biomasa de anchoveta presentaba un gran crecimiento, se desarrolló la pesquería industrial de anchoveta y creció a una velocidad similar a la biomasa de dicho recurso, convirtiéndose en la principal competidora por el alimento de las aves y otras especies marinas. Desde entonces se observó que las poblaciones de las tres especies de aves guaneras disminuían conforme las capturas se incrementaban, indistintamente del crecimiento de la población de anchoveta. Durante este período ocurrieron al menos 4 eventos El Niño (RIVERA 1987; DUFFY 1983) que tuvieron efectos variables en la población de aves guaneras; el primero de ellos en 1957-58 redujo la población en 64% (JORDÁN y FUENTES 1966), los eventos El Niño ocurridos en 1963 y

1969 no tuvieron particularmente efectos negativos sobre la biomasa de anchoveta; la rápida recuperación de las poblaciones de aves sugiere que el alimento estuvo disponible a pesar de la perturbación (DUFFY 1983) y que la reducción aparente en la población de aves fue por migración hacia áreas más favorables. El Niño ocurrido en 1965, causó una mortandad del 76% de la población total de aves guaneras, a pesar del poco efecto que causó en la biomasa de anchoveta (DUFFY 1983). La pesquería industrial en este período actuó limitando el alimento disponible para las aves y causando la disminución de sus poblaciones, efecto que se acentuó durante los eventos El Niño 1957-58 y 1965 en los que la población de guanaves se redujo en un 80%.

En 1972-73, se presentó un evento El Niño de características similares al que ocurrió en 1957-58; sin embargo, éste sí afectó la población de anchoveta que soportaba en ese entonces capturas superiores a los 10 millones de toneladas anuales sólo en la región norte-centro del litoral, produciendo el colapso de los stocks de este recurso (CSIRKE *et al.* 1996) y causando la mortandad del 77% de la población de guanaves y el 41% de la de piqueros (TOVAR y GALARZA 1983).

Entre 1972 y 1982, las capturas de anchoveta por parte de la pesquería industrial no mostraron ninguna relación con la disminución de la biomasa de este recurso. Es más, en 1974-75 y 1976-77, las capturas sobrepasaron los niveles de explotación necesarios para lograr el máximo rendimiento sostenido de la biomasa de anchoveta, contribuyendo en forma significativa a agravar el colapso y la drástica disminución de los niveles de abundancia de este recurso en los años que siguieron (CSIRKE *et al.* 1996). Durante estos años, los guanaves y piqueros mostraron una ligera recuperación en sus poblaciones, a pesar de la disminución de la biomasa de anchoveta, esto se debe a que entre estos años la sardina *Sardinops sagax* se constituyó en la principal presa consumida por estas aves.

En 1982-83, se presentó un evento El Niño considerado como extraordinario (RIVERA 1987), el cual se detectó recién en setiembre de 1982 con las primeras anomalías positivas en la TSM, de octubre a diciembre éstas se elevaron gradualmente en más de 6 °C. Las aves guaneras, que en esta época del año se preparaban para la reproducción construyendo nidos y depositando huevos, empezaban a abandonar las áreas de reproducción en la zona norte en octubre, observándose el total abandono de éstas para enero de 1983. El evento El Niño afectó entre marzo y mayo de 1983 a las aves guaneras, causando una mortalidad que alcanzó el 58% de la población total (ARNTZ y FAHRBACH 1996), calculándose 0,22 a 0,25 aves muertas/m a lo largo de la costa peruana (DUFFY *et al.* 1988).

Entre 1983 y 1996, tampoco se observó relación entre las capturas de anchoveta por parte de la pesquería industrial y el incremento en la abundancia de este recurso. Esto tendría relación con las mejores medidas de manejo que se establecieron luego de El Niño 1982-83 y que regulan el esfuerzo pesquero sobre esta especie (CSIRKE *et al.* 1996). Durante este período ocurrieron al menos dos eventos El Niño (1986-87 y 1992-93); sin embargo, la rápida recuperación de las poblaciones de aves luego de estos eventos sugiere que el alimento estuvo disponible a pesar de la perturbación. Es más, la recuperación paulatina de la población de anchoveta durante estos años, ha permitido la recuperación de las poblaciones de aves guaneras, a pesar de la presencia de la pesquería industrial.

En 1997, se presentó un evento El Niño de muy fuerte intensidad, este se inició en enero con el ingreso de aguas subtropicales superficiales por el sur del Perú que elevaron la temperatura en 2 °C y fue fortalecido entre abril y julio por el avance de aguas tropicales superficiales que elevaron la temperatura en el norte hasta en 8 °C, en el centro en 5 °C y en el sur en 3 a 4 °C⁽³⁾. Este evento

El Niño, a diferencia del ocurrido en 1982-83, se presentó con fuerza al finalizar la época reproductiva de las aves guaneras en las zonas norte y centro, donde se encuentran las colonias más numerosas de guanay y piquero. Por esta razón, su efecto sobre estas poblaciones ha sido enmascarado e incluso reducido, lo cual se comentará a continuación.

Las poblaciones de aves guaneras durante el primer año del evento El Niño 1997-98

Las colonias más numerosas de aves guaneras se ubican en el norte y centro de la costa peruana (MURPHY 1936, GUILLÉN 1992). Como consecuencia de El Niño 1997-98, las poblaciones de guanayes y piqueros en Macabí, Guañape y Mazorca disminuyeron debido a las alteraciones de su ambiente. Estas poblaciones emigraron hacia el sur e incrementaron las colonias en Punta Colles donde las condiciones eran más favorables. Las colonias en las Islas Chincha no fueron tan grandes como las anteriores y fluctuaron sin tendencia definida durante 1997. En San Juan hubo una colonia grande de guanayes reproductivos a principios de año, que decreció hacia junio y se mantuvo en números bajos durante el resto del año. En todas las islas y puntas guaneras las poblaciones disminuyeron hacia finales de 1997, observándose que la población de guanay que en enero fue de 2,91 millones de aves disminuyó hacia diciembre en un 99,4%; la de piqueros que en enero fue de 1,62 millones se redujo en 87,1%; y la de pelcano que en enero fue de 0,48 millones mermó en 99,4% (figura 2).

Los cambios en la distribución de las aves se debieron principalmente a cambios ocurridos en la distribución y disponibilidad de sus presas, principalmente la anchoveta, especie que emigró hacia latitudes mayores, se replegó hacia la costa y se retiró hacia aguas más profundas debido a las alteraciones causadas por el evento El Niño. Los Cruceros BIC SNP-1 9702-03 y BIC HUMBOLDT 9704 mostraron que la anchoveta se había replegado hacia la costa formando núcleos de concentración que alcanzaban los 10 m a 20

(3) JAIMES, E. 1998. El fenómeno de El Niño. En: Forum "El fenómeno de El Niño 1997-1998: evolución, pronóstico y mitigación. IMARPE, Ministerio de la Presidencia, PNUD. Lima, 22 al 23 de enero.

m de profundidad (GUTIÉRREZ *et al.* 1997; CHIPOLLINI *et al.* 1997). El Crucero BIC HUMBOLDT 9709-10 halló cardúmenes de anchoveta distribuidos entre los 06° S y el extremo sur del Perú, con núcleos de menor importancia entre los 8° S y 10° S y de alta concentración entre los 10° S y 12° S, alcanzando distancias variables de hasta 50 mn de las costa⁽⁴⁾, situación que se modificó hacia noviembre, cuando se observaron las mayores concentraciones de anchoveta entre los 13° S y la frontera sur, dentro de las 10 mn; sólo en Ilo los cardúmenes se distribuyeron hasta las 30 mn⁽⁴⁾. Estos cardúmenes de anchoveta que hasta abril se encontraban por debajo de los 10 m de profundidad, alcanzaron los 50 m y 70 m de profundidad hacia mayo y julio, haciéndose menos disponibles para las aves. Esto se observó en Macabí y Chincha donde se encontraron correlaciones negativas entre la TSM y la disponibilidad de este recurso, y en Punta Coles donde a pesar de las anomalías positivas en la TSM, se encontraron correlaciones positivas entre estas temperaturas y la disponibilidad de anchoveta. Como se comentará posteriormente, hasta diciembre 1997 no se observa la mortandad masiva de aves guaneras, lo que sugiere que el efecto del evento El Niño sobre el reclutamiento y la biomasa total de anchoveta ha sido enmascarado por la mayor vulnerabilidad de otros recursos que estarían actuando como presas alternativas para las aves. Las alteraciones causadas por el evento El Niño, modificaron también los patrones de distribución del pejerrey (segunda especie en importancia en la dieta de las aves guaneras), ocasionando su repliegue hacia la costa e incrementando su vulnerabilidad; así mismo, se ha observado el consumo de ejemplares juveniles de otros peces de importancia comercial.

En Punta San Juan la migración de anchoveta hacia el sur no favoreció a las poblaciones de guanayes en esta área. Se observó que cuando

éstas disminuyen y la competencia intraespecífica se reduce, el consumo de anchoveta aumenta. La mayor vulnerabilidad del pejerrey y otros peces costeros en Mazorca permitió el mantenimiento de las colonias de guanayes durante los primeros meses de 1997; la mayor concentración de anchoveta en estas áreas durante setiembre, permitió incluso que las aves, principalmente los piqueros tuvieran un intento fallido de reproducción, construyendo nidos y depositando huevos que fueron abandonados hacia octubre. Este intento reproductivo también se observó en las Islas Ballestas, al sur de las islas Chincha; sin embargo, los huevos también fueron abandonados. La población restante de piqueros en Macabí, dependió de la mayor vulnerabilidad de la anchoveta que se replegó hacia la costa, en tanto que en Guañape, Mazorca y San Juan, las colonias de esta especie dependieron de la disponibilidad de pejerrey.

Durante el evento El Niño 1997-98, se observó la ocupación por camanayes de las áreas de anidación de guanayes y piqueros en la zona norte. Tanto el piquero como el guanay, mostraron correlaciones inversas y significativas respecto del tamaño de sus colonias y el tamaño de las colonias de camanay, especie de piquero propia de aguas tropicales cuyo límite de distribución se localiza en el norte del Perú y que se considera como indicadora de alteraciones hidroclimáticas (VOGT 1940, MURPHY 1936). El fortalecimiento del evento El Niño hacia julio, también repercutió en las poblaciones de camanay que a partir de este mes disminuyeron, emigrando probablemente hacia mayores latitudes o áreas más costeras; se han observado individuos de esta especie incluso en Punta San Juan (ZAVALAGA *com pers.*), 10° S por debajo de su límite normal de distribución.

No se han registrado grandes mortandades de aves guaneras durante el primer año del evento El Niño 1997-98, debido probablemente a que este evento se presentó cuando las últimas aves finalizaban ya la estación reproductiva. Sin embargo, en las playas de San José (06°24' S) a

(4) ESPINO, M. 1998. El Niño 1997-1998: Su impacto sobre los recursos y sus pesquerías. En: Forum "El fenómeno de El Niño 1997-1998: evolución, pronóstico y mitigación. IMARPE, Ministerio de la Presidencia, PNUD. Lima, 22 al 23 de enero.

fin de mayo de 1997 ocurrió una mortandad de al menos 251 aves (0,015 aves/m; 233 guanayes, 1 piquero y 17 pelícanos); durante estos días las zonas de pesca de la pesquería industrial de anchoveta se encontraban alrededor de la isla Macabí y es probable que estas aves murieran al quedar atrapadas en las redes. Asimismo, entre Tacna y la frontera sur a fines de setiembre ocurrió otra mortandad que llegó a por lo menos 1.783 aves (0,061 aves/m; 1.556 guanayes, 68 piqueros y 9 pelícanos), en esta ocasión tanto las aves como la pesquería industrial estaban capturando la anchoveta en las mismas áreas, observándose que el 100% de las aves muertas examinadas presentaban anchoveta fresca en el tracto digestivo (n=15) sugiriendo que estas aves murieron por interacción con las operaciones pesqueras. Otras mortandades de aves se han reportado en Huacho a mediados de diciembre (0,031 aves/m; ELLIOT no pub.) y en Punta Lomas a principios de enero (0,05 aves/m; ARENAS com pers.). Estas mortalidades han sido eventuales y en todo caso mucho menores que las observadas durante El Niño 1982-83.

La regulación de las poblaciones y los efectos de El Niño 1997-98

Durante la primera mitad del siglo XX la oferta de espacio disponible para anidar regulaba el crecimiento de las poblaciones de aves guaneras que habitaban en un medio en el cual el alimento podía considerarse como ilimitado; esto permitió que duplicaran su tamaño con el incremento del espacio disponible hacia 1945. A partir de 1950, con la aparición y desarrollo de la pesquería industrial de anchoveta, el alimento pasó a constituir un factor limitante en el crecimiento de las poblaciones de aves guaneras, llegando a comportarse durante años El Niño como un factor regulador del tamaño de la población adulta. Entre 1983 y 1996 la recuperación de los stocks de anchoveta y las mejores medidas de manejo han permitido que el alimento no sea el factor limitante del crecimiento de las poblaciones de aves guaneras, las mismas que se han recuperado; sin embargo, el evento El Niño 1997-98,

hasta diciembre de 1997, ha causado la migración de aves guaneras hacia mayores latitudes, la mortandad de algunos individuos y la pérdida de huevos. Si bien en este trabajo sólo se ha considerado el primer año del evento, lo que ocurra en el futuro depende en gran medida de lo que ocurra con la biomasa de anchoveta (cuyo reclutamiento ha sido bajo) y de las medidas de manejo que se adopten para garantizar su rápida recuperación.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas. Asimismo, agradecemos a DOMÉNICA ZILERI, LILIANA AYALA, ELDA CABRERA, CAROLINA PICKENS, SILVIA TOVAR, DAVID RÁMIREZ, SAMUEL AMORÓS, JORGE CALVIMONTES, JOSÉ PÉREZ y ULYSES BUCCICARDI por su participación en la lectura de los mapas y en el cálculo de las áreas. Agradezco también al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio. Finalmente quiero agradecer a ELISA GOYA y LUIS PAZ SOLDÁN por sus acertados comentarios sobre la versión preliminar del presente manuscrito.

REFERENCIAS

- ARNTZ, W.E. y E. FAHRBACH. 1996. El Niño experimento climático de la naturaleza. Fondo de cultura económica. México. 312 pp.
- ASHMOLE, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. *Ibis* 103: 458-473
- AVILA, E. 1954. Potencia deyeectiva del guanay. *Bol. Cía. Admora. Guano* 1(2): 22-49.
- BARREDA, O.M. 1959. Recuperación de guanayes caquéticos en cautividad. Estudio de ingestión y deyección. *Bol. Cía. Admora. Guano* 35(4): 10-22.
- CAIRNS, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological oceanography*. 5: 261-271.
- CAIRNS, D.K. 1992. Population regulation of seabird colonies. En: POWER, D.M. *Current Ornithology*. Volume 9: 37-61. Plenum Press. New York.
- CHIPOLLINI, A., G. CÁRDENAS, A. ECHEVERRÍA y M. FLORES. 1997. Aspectos biológico pesqueros de los recursos pelágicos peruanos durante febrero-abril 1997. *Inf. Inst. Mar Perú* 127: 1-92.

- COKER, R. 1919. Habitats and economics relations of guano birds of Perú. Proc. U. S. Nat. Mus. 36: 449-511.
- CSIRKE, J., R. GUEVARA-CARRASCO, G. CARDENAS, M. NIQUEN y A. CHIPOLLINI. 1996. Situación de los recursos anchoveta y sardina a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en el Perú con particular referencia a las regiones norte y centro de la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 15(1): 1-23.
- DUFFY, D.C. 1983. Environmental uncertainty and commercial fishing: Effects on Peruvian guano birds. Biological conservation 26: 227-238.
- DUFFY, D.C., W.E. ARNTZ, H. TOVAR, P.D. BOERSMA y R.L. NORTON. 1988. A comparison of the effects of El Niño and the southern oscillation in Peru and the Atlantic Ocean. En: OUELLET, H. (Ed.). Proceedings of the XIX International Ornithological Congress. Nat. Mus. Nat. Hist., Ottawa, Canada: 1740-1746.
- FORBES, H.O. 1914. Puntos principales del informe presentado por el Dr. H.O. FORBES sobre el estudio de las aves guaneras. 5ª Mem. Cía. Admora. Guano: 57-105.
- FURNES, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.
- GALARZA, N. 1968. Informe sobre los estudios ornitológicos realizados en el laboratorio en la Puntilla (Pisco) en setiembre 1965/1968. Ser. Inf. Esp. Inst. Mar Perú 31: 1-31.
- GAMARRA, L. 1941. Relación entre la cantidad de alimento ingerido por las aves guaneras y el guano aprovechable que producen. Bol. Cía. Admora. Guano 17(3): 103-114.
- GUILLÉN, V. 1990. Alimentación del pelícano o alcatraz en la isla Macabí. Bol. Lima 67: 85-88.
- GUILLÉN, V. 1992. Distribución latitudinal de aves guaneras del Perú, durante 1984-89. Bol. Lima 81: 77-96.
- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. Bol. Lima 85: 79-95.
- GUTIÉRREZ, M., O. MORÓN y A. ECHEVARRÍA. 1997. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos peruanos a inicios del otoño de 1997. Crucero BIC Humboldt 9704, Callao-Paita. Inf. Inst. Mar Perú 127: 1-92.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainvillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 16(1): 23-41.
- JORDÁN, R. 1959. El fenómeno de las regurgitaciones en el guanay y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cía. Admora. Guano 35(4): 23-40.
- JORDÁN, R. 1961. Las aves guaneras, la cadena alimentaria y la producción de guano. Bol. Cía. Admora. Guano 37(3): 19-20.
- JORDÁN, R. 1963. Resultados de los censos gráficos de las aves guaneras efectuados en noviembre de 1960 y enero de 1962. Inf. Inst. Rec. Mar. 12: 1-121.
- JORDÁN, R. y H. FUENTES. 1966. Las poblaciones de las aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1-31.
- LACK, D. 1966. Population studies of birds. Clarendon Press, Oxford.
- LAVALLE, J.A. de. 1917. Informe preliminar sobre la causa de la mortalidad anormal de aves ocurrida en el mes de marzo del presente año. 8ª Mem. Cía. Admora. Guano: 61-88.
- LAVALLE, J.A. de. 1924. Estudio sobre la enfermedad del "cólera aviaria" en las aves guaneras. 15ª Mem. Cía. Admora. Guano: 93-107.
- MURPHY, R.C. 1925. Bird islands of Perú. The Nickerbocker press. USA. 368 pp.
- MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. The Mc Millan Company, New York. 1245 pp.
- PAULY, D., M.L. PALOMARES y F.C. GAYANILLO. 1987. VPA Estimates of monthly population length composition, recruitment, mortality, biomass and related statistics of Peruvian anchoveta, 1953 to 1981. p: 142-166. En: D. PAULY e I. TSUKAYAMA (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 p. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- QUINN, W.D., ZOFF, K. SHORT y R. KUO YANG. 1978. Historical trends and statistics of the southern oscillation, El Niño, and Indonesian droughts. Fishery Bulletin. 76(3): 663-678.
- RIVERA, T. 1987. Nomenclatura de El Niño según el número de índices de cinco estaciones costeras. Bol. ERFEN 21: 9-18.
- ROTHSCHILD, B.J. 1986. Dynamics of marine fish populations. Harvard University Press, Cambridge, Mass.
- SEGURA, M., M. GUTIÉRREZ y R. CASTILLO. 1996. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos durante el verano de 1996. Crucero BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst. Mar Perú 22: 27-35.
- SEGURA, M., C. SALAZAR, L. ESCUDERO, F. GANZOYA y M. GUTIÉRREZ. 1996b. Biomasa, distribución y concentración de los principales recursos pelágicos. Crucero BIC SNP-1 9502-04. Inf. Inst. Mar Perú. 116: 9-26.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1983. Fluctuaciones mensuales de las poblaciones de aves guaneras durante El Niño de 1972. Inf. Inst. Mar Perú 83: 1-38.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1984. Cambios en el régimen alimentario del guanay. Bol. Lima 35(6): 85-91.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN. 1988. Comportamiento alimenticio del piquero ave guanera peruana. Bol. Lima 60: 85-90.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN. 1989. Composición por especies del contenido estomacal de guanay. p: 307-312. En: Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número especial).
- TOVAR, H., D. CABRERA y V. GUILLÉN. 1988. Predación del piquero sobre peces en el litoral peruano. p: 329-334. En: SALZWEDEL, H. y A. LANDA (Eds.). Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento del mar peruano. Bol. Inst. Mar Perú Vol. Extraordinario: 382 pp.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN y M.E. NAKAMA. 1987. Montly population size of three guano bird species of Perú, 1953 to 1992. p: 208-218. En D. PAULY e I. TSUKAYAMA (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem:

Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.

TSUKAYAMA, I. y M.L. PALOMARES. 1987. Monthly catch and catch composition of Peruvian anchoveta (Northern-Central stock, 4-14°S), 1953 to 1982. p: 89-108. En: D. PAULY e I. TSUKAYAMA (Eds). The Peruvian

anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.

VOGT, W. 1940. Una depresión ecológica en la costa peruana. Bol. Cía Admora. Guano 16(10): 307-329.

VOGT, W. 1942. Informe sobre las aves guaneras. Bol. Cía Admora. Guano 18(13): 1-132.

LAS DIETAS DEL GUANAY Y DEL PIQUERO PERUANO COMO INDICADORAS DE LA ABUNDANCIA Y DISTRIBUCION DE ANCHOVETA

JAIME JAHNCKE ^{1,2} Y ELISA GOYA ^{1,3}

RESUMEN

JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1998. Las dietas del guanay y del piquero peruano como indicadores de la abundancia y distribución de anchoveta. Bol. Inst. Mar Perú. 17(1-2): 15 - 33.

Los guanayes *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii* y piqueros *Sula variegata*, a pesar de alimentarse de una amplia gama de peces, consumen principalmente la anchoveta *Engraulis ringens*. Se han encontrado fuertes correlaciones entre la biomasa de anchoveta estimada por métodos hidroacústicos y la proporción de anchoveta encontrada en los regúrgitos de ambas especies de aves. Asimismo, las variaciones latitudinales en el consumo de anchoveta por guanayes refleja la disponibilidad de este recurso en el litoral. La dieta del piquero no muestra claramente la disponibilidad de anchoveta en la costa, debido probablemente a la estrategia de forrajeo de la especie. Estacionalmente, los guanayes presentan ligeras tendencias en el consumo de anchoveta, observándose mayor consumo en invierno y primavera, época cuando consumirían un mayor número de ejemplares de menor tamaño. En piqueros, en cambio se observa que el consumo de anchoveta es mayor en meses de verano, meses en los cuales el recurso se concentra cerca a la costa. La utilización oportuna de la información proporcionada a partir del monitoreo de la dieta de estas aves en las islas y puntas del litoral permitiría conocer, periódicamente y a un muy bajo costo, los cambios en abundancia y distribución del stock de anchoveta, complementando así la información que anualmente se obtiene mediante los cruceros de evaluación acústica y las estadísticas que periódicamente se obtienen de las pesquerías.

PALABRAS CLAVE: Aves como indicadores, dieta, oferta de alimento, guanay, *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, piquero peruano, *Sula variegata*, anchoveta, *Engraulis ringens*.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1998. Guanay Cormorant and Peruvian Booby diets as indicators of Peruvian anchovy abundance and distribution. Bol. Inst. Mar Perú. 17(1-2): 15 - 33.

Even though Guanay Cormorants *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii* and Peruvian Boobies *Sula variegata* feed on a wide range of fish resources, they show preference for Peruvian Anchovy *Engraulis ringens*. It has been found that the proportion of anchovy in the regurgitations of both seabird species is strongly correlated to the anchovy biomass (estimated by hydroacoustic methods). Latitudinal variations in the proportion of anchovy ingested by Guanay Cormorants reflect anchovy availability along the coast. Peruvian Booby diet hardly show this latitudinal trend probably due to different foraging strategies. Peruvian Boobies have a higher anchovy consumption in summer than in winter. This is probably because anchovies concentrate near the coast during spring and summer, while in winter they scatter and may reach twice the depth. Guanay Cormorants have a slightly higher consumption of anchovy during winter and spring, because they feed on a higher amount of young anchovies. The opportune use of seabird diet

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE. Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

3 Manuel Gómez 270, Lima 14, Perú.
E-mail: e_goya@hotmail.com

monitoring information, collected on islands and capes along the coast, would permit determination of changes in anchovy abundance and distribution periodically and with a low cost. This data may complement acoustic survey estimations and industrial fishery reports on anchovy stocks.

KEY WORDS: Seabirds as indicators, diet, prey availability, Guanay Cormorant, *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, Peruvian Booby, *Sula variegata*, Peruvian anchovy, *Engraulis ringens*.

INTRODUCCION

Muchas de las especies de aves marinas más abundantes de los grandes sistemas de corrientes, ubicados en el límite este de los océanos, se alimentan de una amplia gama de recursos, consumiendo principalmente lo que está disponible en un espacio y tiempo determinado; su dieta puede variar considerablemente entre áreas, estaciones y años (CRAWFORD 1987). En el Sistema de Afloramiento Peruano, los guanayes y piqueros son las especies de aves marinas más abundantes (MURPHY 1936; JORDÁN y FUENTES 1966; TOVAR *et al.* 1987; GUILLÉN 1992), se alimentan de una amplia gama de peces, consumiendo principalmente la anchoveta *Engraulis ringens* (GAMARRA 1941; AVILA 1954; BARREDA 1959; JORDÁN 1959, 1961; GALARZA 1968; TOVAR y GALARZA 1984; TOVAR *et al.* 1988; TOVAR y GUILLÉN 1988, 1989; GUILLÉN 1993), el recurso pelágico más abundante en este sistema. La anchoveta habita exclusivamente la costa oeste de Sud América, desde los 4°30' S en el Perú (JORDÁN 1971) hasta los 42°30' S en Chile, presentando grandes concentraciones en la costa norte y centro del Perú, al norte de San Juan, el área de mayor afloramiento (PAULY y TSUKAYAMA 1987), áreas donde se encuentran las colonias más numerosas de estas dos especies de aves marinas (MURPHY 1936, GUILLÉN 1992).

Numerosos autores han propuesto que las aves marinas pueden ser útiles muestreadoras de los recursos marinos al proporcionar información sobre cambios en los stocks de peces de manera inmediata y económica (ASHMOLE y ASHMOLE 1968; BOERSMA 1978; CRAWFORD y SHELTON 1978; CAIRNS 1987; FURNESS y MONAGHAN 1987; ADAMS *et al.* 1992; CRAWFORD y DYER 1995). HUNT *et al.* (1991) resalta que la estrategia de forrajeo

de las aves marinas viola reglas estadísticas de muestreo al agregarse en zonas donde encuentran alimento. Sin embargo, CAIRNS (1987) señala que esto no invalida el uso de las aves como indicadores de los stocks de peces, porque la información proveniente de flotas pesqueras que generalmente se utiliza también está sesgada hacia las áreas donde se encuentran los recursos y porque las artes de pesca son a su vez altamente selectivas. DUFFY *et al.* (no pub.⁽⁴⁾) señala que los análisis de poblaciones virtuales sufren de una serie de problemas que los hacen difíciles de aplicar en poblaciones de peces de vida corta, que las estadísticas de captura por unidad de esfuerzo no necesariamente son sensibles a cambios en la abundancia de los recursos y que el mejor método para cuantificar los stocks a pesar de los costos podría ser el método acústico, el cual sin embargo, puede subestimar la biomasa al no detectar peces cerca a la costa o a la superficie. CAIRNS (1987) señala, que no existe un indicador perfecto de los stocks de peces y que bajo ciertas circunstancias la información sesgada de las aves puede ser un complemento útil de la información obtenida por las pesquerías.

En el sistema de afloramiento de Benguela (África del Sur), la variabilidad natural que se observa en las dietas del cormorán del Cabo *Phalacrocorax capensis* y del piquero del Cabo *Morus capensis* se viene utilizando para evaluar la dinámica y el comportamiento de las poblaciones de peces que son presa de estas aves (CRAWFORD *et al.* 1992, DUFFY *et al.* 1987). Esta información se utiliza en la estimación de la biomasa total de anchoveta *Engraulis sp.* como método auxiliar a la ejecución de cruceros hidroacústicos para estos fi-

(4) DUFFY, D.C., R.P. WILSON, A. BERRUTI y S.C. BROWN. Monitoring anchovy populations through seabird diets. 21 pp.

nes. A la fecha, los resultados de ambas estimaciones vienen siendo comparados, planteándose la posibilidad de usar a las aves como estimadoras del recurso durante años críticos en medios financieros para la investigación (CRAWFORD, com. pers.).

Para especies de vida corta como la anchoveta *Engraulis* spp. la continuidad de una población, en presencia de una pesquería comercial, depende de una reproducción anual consistente, principalmente por el ingreso de reclutas que permitan la renovación de la población (DUFFY *et al.* no pub.⁽³⁾). Si los cambios en los stocks son detectados a tiempo, se pueden dar medidas correctivas en el manejo de los recursos permitiendo así, que la especie sobreviva y reproduzca adecuadamente.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIH), con el objeto de estudiar la dieta de estas aves y su relación con la oferta de anchoveta en el mar peruano, con la finalidad de discutir su utilidad en la evaluación de la abundancia y distribución de este recurso pelágico.

MATERIAL Y METODOS

Áreas de estudio

Las evaluaciones se llevaron a cabo entre mayo de 1995 y octubre de 1997 en las Islas Lobos de Tierra (06°28' S, 80°50' W), Macabí (07°48' S, 79°30' W), Guañape (08°33' S, 78°59' W), Mazorca (11°24' S, 77°45' W), Pachacamac (12°19' S, 76°55' W), Chíncha (13°39' S, 76°25' W) y en las Puntas San Juan (15°22' S, 75°12' W) y Coles (17°42' S, 71°23' W). En Punta Coles las evaluaciones se iniciaron recién en febrero de 1996, en Guañape en febrero de 1997 y en Pachacamac en junio de 1997. Se incluyen además datos recolectados en mayo de 1997 en Isla La Vieja (014°16' S, 76°11' W).

Recolección de las muestras

El estudio se basó en el análisis de bolos de guanay y regúrgitos de piquero. Los bolos se recolectaron por la mañana inmediatamente después que las aves abandonaron las colonias para alimentarse, para evitar que fueran comidos o destruidos por gaviotas (*Larus belcheri* y *L. dominicanus*). Sólo se recolectaron bolos frescos. Estos bolos contienen los restos no digeribles de las presas consumidas el día anterior (JORDÁN 1959, CABRERA 1979). El análisis se realizó en el campo, durante el día de recolección, separándose e identificándose los otolitos sagita, picos de cefalópodos y restos de crustáceos y moluscos, los mismos que fueron almacenados en frascos para su posterior comprobación. Para la identificación de los otolitos se utilizaron los patrones descritos por GARCÍA-GODO (1996⁽⁵⁾). En total se recolectaron 10.900 bolos, que contenían en total 658.994 otolitos, además de restos de cefalópodos, moluscos y crustáceos.

Los regúrgitos de piquero se recolectaron por la tarde, cuando las aves regresaron a la colonia, después de alimentarse. Para ello, se hizo levantar vuelo a una parte de la colonia para obligarlas a regurgitar. Los regúrgitos, recogidos individualmente, fueron analizados en el lugar de recolección, registrándose el peso fresco total del alimento regurgitado y el peso de cada una de las especies de peces encontradas, midiendo cada ejemplar por separado. En total, se recolectaron 175.603,51 gramos de alimento regurgitado, representando un total de 2.015 muestras individuales que contenían peces y restos de calamar.

Análisis de los datos

Descripción general de la dieta

Se describió de forma general la composición de la dieta de guanayes y piqueros, considerando el

(5) GARCÍA-GODO, A. 1996. Patrones morfológicos del otolito sagita de los peces de la costa central de Perú. Informe final CONCYTEC. Lima. 90 pp.

número promedio (± 1 DS) de otolitos encontrados en los bolos o el peso promedio (± 1 DS) de los regúrgitos recolectados, el número promedio de especies presa en las muestras y los porcentajes en número o peso de cada especie presa encontrada.

Descripción de la variación de la dieta en tiempo y espacio

Los datos recolectados se transformaron a valores relativos respecto del número total de otolitos en el caso de guanayes y respecto del peso total de los regúrgitos en el caso de piqueros. A partir de estos datos transformados, se determinó la composición de la dieta de ambas especies de aves para cada área muestreada y mes evaluado. Se graficó la variación latitudinal y estacional en el consumo de anchoveta para cada uno de los años evaluados. Se determinó si existen diferencias significativas en el consumo de anchoveta entre zonas (espacio) y entre meses (tiempo), utilizando el análisis de varianza de KRUSKAL-WALLIS (SIEGEL 1956). Asimismo, se determinaron las correlaciones entre el consumo de la presa principal y el consumo de las presas alternativas, para esto se utilizó la correlación de SPEARMAN (SIEGEL 1956, KREBS 1989).

Relaciones entre la dieta y la oferta de anchoveta

Se determinó si existe correlación entre el consumo de anchoveta y la biomasa estimada mediante cruceros hidroacústicos de este recurso. Para ello, se correlacionaron el consumo de anchoveta en febrero de 1996, diciembre de 1996, y febrero de 1997 con la información sobre biomasa de esta especie, proveniente de los cruceros SNP-1-9602-04 (SEGURA *et al.* 1996), SNP-1-9611-12 (GUTIÉRREZ *et al.* 1997b) y SNP-1-9702/BIC HUMBOLDT 9703-04 (GUTIÉRREZ *et al.* 1997), respectivamente. La comparación se hizo de forma simultánea para los tres cruceros, utilizando el índice de correlación de SPEARMAN, pero a dos niveles:

1) por grados, al correlacionar el consumo de anchoveta para cada isla con la biomasa estima-

da para el grado de latitud dentro del cual se ubica esta isla.

2) por zonas, al correlacionar el consumo promedio de anchoveta de las islas que se encuentran en una zona del litoral, con la biomasa total estimada para esta zona. En esta correlación se incluyeron también los datos de dieta de mayo de 1995 y los datos del crucero SNP-1 9502-04 (SEGURA *et al.* 1996b), para las zonas norte y centro.

RESULTADOS

La dieta del guanay

El 99,86% de las partes duras no digeribles encontradas en los bolos correspondieron a otolitos de peces ($n=659.912$), 0,12% a picos de cefalópodos, 0,02% a restos de crustáceos y 0,01% a restos de moluscos. A partir de los 658.994 otolitos encontrados se determinaron 69 especies de peces. Sólo 1 otolito no pudo ser identificado debido al desgaste que presentaba. El número promedio de otolitos encontrados en cada bolo fue de $60,46 \pm 97,56$ ($n=10.900$), y varió entre 0 y 1.283 (tabla 1). La tabla 2 muestra la relación general de especies presa consumidas por el guanay, ordenadas de acuerdo al número total de otolitos o partes duras encontradas. La anchoveta *Engraulis ringens* fue la presa predominante en la dieta del guanay, observándose que el 37,19% de los otolitos corresponden a esta especie ($n=658.994$). Otras especies importantes fueron el camotillo *Normanichthys crockeri* (31,70%), el pejerrey *Odontesthes regia* (18,80%) y la samasa *Anchoa nasus* (5,82%). Las 65 especies restantes representaron sólo el 6,48% de los peces consumidos. La tabla 3 muestra las principales variaciones observadas en el consumo de presas entre 1995, 1996 y 1997.

El 30,89% de los bolos analizados contenían únicamente anchoveta, mientras que el 22,96% de los bolos contenían presas diferentes ($n=10.900$). El consumo de anchoveta presentó diferencias significativas entre zonas durante cada una de las evaluaciones realizadas

Tabla 1. Número de otolitos y número de especies presa encontrados en los bolos de guanay, por meses evaluados y por áreas muestreadas.

AREA	MES/ANO	Número de bolos	NUMERO DE OTOLITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Mín.	Máx.	Media	DS	Mín.	Máx.
Macabí	may.-1995	91	12,45	8,41	1	37	1,41	0,67	1	4
Mazorca	may.-1995	111	22,57	16,08	1	90	1,81	0,88	1	6
Chincha	may.-1995	135	62,42	14,58	13	107	2,49	0,74	1	5
San Juan	may.-1995	134	41,57	42,08	1	216	2,91	1,5	1	8
Macabí	jul.-1995	120	57,37	55,71	1	306	1,36	0,62	1	4
Mazorca	jul.-1995	121	40,79	27,08	2	159	1,71	0,68	1	4
Chincha	jul.-1995	140	54,11	17,98	15	99	2,98	1,13	1	6
San Juan	jul.-1995	126	34,28	19,65	1	89	1,73	0,71	1	5
Macabí	set.-1995	130	36,68	20,68	1	86	1,14	0,37	1	3
Mazorca	set.-1995	140	41,33	21,72	2	202	2,06	0,9	1	5
Chincha	set.-1995	140	82,57	30,07	21	199	3,16	0,82	2	7
San Juan	set.-1995	54	40,72	38,91	3	196	1,94	0,71	1	3
Macabí	nov.-1995	128	40,22	43,15	0	226	1,82	0,88	1	5
Mazorca	nov.-1995	131	38,58	35,56	0	246	1,44	0,62	1	3
Chincha	nov.-1995	139	59	55,42	2	415	2,46	1,02	1	6
San Juan	nov.-1995	51	279,53	176,18	6	884	1,71	0,83	1	4
Macabí	feb.-1996	140	51,11	31,42	0	133	1,57	0,68	1	3
Mazorca	feb.-1996	128	61,41	90,58	1	695	2,59	1,31	1	7
Chincha	feb.-1996	76	87,84	95,39	2	505	2,53	1,08	1	6
San Juan	feb.-1996	93	466,49	213,67	1	1142	1,77	0,96	1	5
Coles	feb.-1996	172	118,78	144,2	1	748	3,4	1,3	1	8
Macabí	abr.-1996	107	22,08	14,8	1	64	1,36	0,55	1	3
Mazorca	abr.-1996	140	33,41	43,3	4	511	1,71	0,82	1	5
Chincha	abr.-1996	141	54,35	21,13	7	130	2,65	0,9	1	5
San Juan	abr.-1996	125	24,18	35,04	0	244	1,61	0,73	1	4
Coles	abr.-1996	105	99,5	129,35	1	686	3,01	1,45	1	7
Lobos de Tierra	jun.-1996	100	22,87	12,67	2	77	1,72	0,92	1	6
Macabí	jun.-1996	140	43,44	36,42	0	257	1,76	0,83	1	5
Mazorca	jun.-1996	100	102,91	147,15	0	694	2,3	1,21	1	8
Chincha	jun.-1996	140	60,49	29,57	3	140	2,76	1,06	1	6
San Juan	jun.-1996	140	37,43	23,09	1	147	1,69	1	1	5
Coles	jun.-1996	141	39,02	28,43	0	132	2,28	0,93	1	5
Macabí	ago.-1996	131	64,95	64,01	0	306	1,06	0,27	1	3
Mazorca	ago.-1996	135	70,96	77,82	0	370	1,18	0,47	1	4
Chincha	ago.-1996	140	231,94	231,84	1	965	2,93	1,4	1	6
San Juan	ago.-1996	13	45,08	89,29	2	321	1,62	0,51	1	2
Coles	ago.-1996	140	68,58	71,62	0	402	2,57	1,09	1	6
Macabí	oct.-1996	138	20,43	14,3	1	68	1,43	0,66	1	3
Mazorca	oct.-1996	140	56,39	49,64	0	228	1,84	0,88	1	4
Chincha	oct.-1996	140	50,76	44,04	1	267	3,89	1,39	1	7
San Juan	oct.-1996	127	49,8	67,56	0	335	1,46	0,61	1	4
Coles	oct.-1996	140	80,64	153,96	0	1283	2,25	1,33	1	7
Lobos de Tierra	dic.-1996	140	47,58	44,23	1	440	2,87	1,49	1	11
Macabí	dic.-1996	134	12,96	11,69	1	47	1,3	0,56	1	3

(sigue...)

(...viene)

Tabla 1. (continuación) Número de otolitos y número de especies presa encontrados en los bolos de guanay, por meses evaluados y por áreas muestreadas.

AREA	MES/ANO	Número de bolos	NUMERO DE OTOLITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Mín.	Máx.	Media	DS	Mín.	Máx.
Mazorca	dic.-1996	112	28,81	37,69	1	304	1,55	0,83	1	7
Chincha	dic.-1996	105	99,43	76,79	1	298	1,91	1,1	1	7
San Juan	dic.-1996	139	61,17	84,52	0	510	2,14	0,91	1	5
Coles	dic.-1996	140	323,14	268,98	1	1,026	2,66	1,76	1	9
Macabí	feb.-1997	141	15,55	10,28	1	42	1,87	0,98	1	5
Guañape	feb.-1997	140	14,3	11,88	0	46	1,12	0,35	1	3
Mazorca	feb.-1997	140	31,86	46,46	1	306	2,02	0,78	1	4
Chincha	feb.-1997	140	93,69	102,35	1	498	2,05	0,86	1	5
San Juan	feb.-1997	140	43,96	73,52	1	587	1,84	0,76	1	3
Coles	feb.-1997	135	40,21	27,03	1	166	2,93	1,01	1	6
Lobos de Tierra	abr.-1997	168	37,79	20,89	2	100	2,08	1,05	1	6
Macabí	abr.-1997	131	20,69	11,89	1	49	1,31	0,61	1	4
Guañape	abr.-1997	131	21,31	12,81	2	66	1,47	0,78	1	5
Mazorca	abr.-1997	140	27,19	15,37	2	120	1,41	0,66	1	4
Chincha	abr.-1997	142	39,3	17,92	5	97	2,31	1,05	1	5
San Juan	abr.-1997	139	57,63	60,56	2	275	2,12	0,71	1	4
Coles	abr.-1997	105	52,06	40,86	1	332	2,13	0,86	1	4
Macabí	may.-1997	139	21,35	11,46	1	52	1,55	0,86	1	5
Guañape	may.-1997	140	33,42	17,91	4	146	2,04	0,91	1	5
Mazorca	may.-1997	140	18,66	11,59	1	51	1,15	0,38	1	3
La Vieja	may.-1997	120	40,49	42,87	1	292	1,63	0,65	1	3
Lobos de Tierra	jun.-1997	203	62,88	77,58	1	496	2,38	1,09	1	6
Macabí	jun.-1997	140	31,28	14,18	3	62	2,19	1,08	1	6
Guañape	jun.-1997	91	19,76	18,83	1	115	1,08	0,31	1	3
Mazorca	jun.-1997	140	28,01	16,66	1	63	1,74	0,77	1	4
Pachacamac	jun.-1997	145	33,75	22,77	1	104	1,31	0,57	1	4
Chincha	jun.-1997	140	58,19	30,36	1	118	1,27	0,57	1	4
San Juan	jun.-1997	30	20,93	18,49	1	75	1,3	0,47	1	2
Coles	jun.-1997	140	59,87	71,65	2	410	1,79	0,85	1	6
Mazorca	ago.-1997	140	30,94	16	1	72	1,01	0,08	1	2
Pachacamac	ago.-1997	146	43,13	22,53	2	116	2,2	1,41	1	8
Chincha	ago.-1997	140	47,34	17,78	1	102	1,5	0,59	1	4
San Juan	ago.-1997	140	31,16	37,22	1	322	1,21	0,44	1	3
Coles	ago.-1997	140	84,12	116,7	0	623	1,94	0,94	1	5
Lobos de Tierra	oct.-1997	97	26,98	11,11	1	49	1,05	0,22	1	2
Guañape	oct./1997	150	44,84	55,87	1	454	1,47	1,03	1	6
Mazorca	oct.-1997	134	30,36	16,1	1	65	1,06	0,24	1	2
Pachacamac	oct.-1997	140	33,56	16,27	4	129	1,99	1,11	1	7
Chincha	oct.-1997	140	115,99	99,54	8	409	2,59	1,29	1	9
San Juan	oct.-1997	140	222,99	173,88	4	612	2	0,97	1	5
Coles	oct.-1997	140	71,97	124,28	1	535	2,23	1,06	1	6

Tabla 2. Relación de presas consumidas por el guanay en la costa peruana. Se presenta el número total de otolitos encontrados para cada presa, a partir de 10.900 bolos residuales revisados. Se presenta además el número total de restos de calamar, munida y moluscos

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL DE OTOLITOS	
		Número	%
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	245 104	37,19
Camotillo	<i>Normanichthys crockeri</i>	208 917	31,7
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	123 919	18,8
Sarnasa	<i>Anchoa nasus</i>	38 363	5,82
Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>	9 727	1,48
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	6 354	0,96
Bagre con faja	<i>Galeichthys peruvianus</i>	5 626	0,85
Vinciguerra	<i>Vinciguerra lucetia</i>	4 276	0,65
Cojinoba	<i>Seriola violacea</i>	3 534	0,54
Mojarrilla común	<i>Stellifer minor</i>	2 776	0,42
Palometa	<i>Stromateus stellatus</i>	1 641	0,25
Falso volador	<i>Prionotus spp.</i>	1 579	0,24
Fraile	<i>Aphos porosus</i>	1 279	0,19
Borracho	<i>Scartichthys gigas</i>	986	0,15
Coco	<i>Paralonchurus peruanus</i>	693	0,11
Cachema	<i>Cynoscion analis</i>	680	0,1
Anguila	<i>Ophichthus pacifici</i>	378	0,06
Agujilla	<i>Scomberesox saurus</i>	377	0,06
Merluza	<i>Merluccius gayi</i>	241	0,04
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	175	0,03
Castañuela común	<i>Chromis crusma</i>	174	0,03
Mismis	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	160	0,02
Bagre	Fam. Ariidae	136	0,02
Pintadilla	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	136	0,02
Chita	<i>Anisotremus scapularis</i>	131	0,02
San Pedrano	<i>Haliichoeres dispilus</i>	80	0,01
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	71	0,01
Jurel	<i>Trachurus picturatus</i>	66	0,01
Babunco	<i>Doydixodon laeivrons</i>	64	0,01
Pez linterna	<i>Myctophum nitidulum</i>	62	0,01
Corvina	<i>Sciaena gilberti</i>	52	0,01
Cabrilla	<i>Paralabrax humeralis</i>	40	0,01
Trambollo	<i>Labrisomus philippii</i>	37	0,01
Picuda	<i>Strongylura stolzmani</i>	16	<0,01
Jerguilla	<i>Aplodactylus punctatus</i>	14	<0,01
Pámpano	<i>Trachinotus paitensis</i>	6	<0,01
Machete	<i>Etmidium maculata</i>	5	<0,01

(sigue...)

(...viene)

Tabla 2. (continuación) Relación de presas consumidas por el guanay en la costa peruana. Se presenta el número total de otolitos encontrados para cada presa, a partir de 10.900 bolos residuales revisados. Se presenta además el número total de restos de calamar, munida y moluscos

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	TOTAL DE OTOLITOS	
		Número	%
Pez aguja	<i>Syngnathus acicularis</i>	3	<0,01
Volador hocicón	<i>Fodiator acutus</i>	3	<0,01
Machete de hebra	<i>Opisthonema libertate</i>	3	<0,01
Pez linterna	<i>Lampanictus parvicauda</i>	2	<0,01
Caballa	<i>Scomber japonicus</i>	1	<0,01
Otros	26 especies de peces (aún sin determinar el género)	1 106	0,17
No determinados		1	<0,01
Calamar	Fam. Loliginidae	775	
Múnida	<i>Pleuroncodes monodon</i>	107	
Moluscos	Restos de caracoles	36	

Tabla 3. Principales presas consumidas por el guanay en la costa peruana durante 1995, 1996 y 1997. Se presenta la composición general de la dieta, expresada como porcentaje, para cada uno de estos años a partir del total de bolos recolectados cada año.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	1995	1996	1997
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	56,39	49,3	53,96
Camotillo	<i>Normanichthys crockeri</i>	3,52	10,85	8,32
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	28,55	24,45	26,68
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	5,72	5,05	3,23
Lorna	<i>Sciaena deliciosa</i>	1,2	1,79	0,51
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	0,88	1,81	0,64
Calamar	Fam. Loliginidae	5,5	15,66	1,28
Múnida	<i>Pleuroncodes monodon</i>	0,95	1,73	0,43

(KRUSKAL-WALLIS; $P>0,05$), observándose de forma general que el consumo de anchoveta disminuye conforme se incrementa la latitud, y aumenta hacia el sur a partir de San Juan. Durante 1995 y 1996, estas tendencias fueron marcadas, en tanto que en 1997, se observan grandes variaciones (figura 1). Del mismo modo, el consumo de anchoveta presenta diferencias entre meses (KRUSKAL-WALLIS; $P>0,05$) en cada una

de las áreas muestreadas (figura 2), observándose un menor consumo entre diciembre y abril, y un mayor consumo entre junio y octubre (figura 3). El consumo de anchoveta juvenil disminuyó hacia octubre de 1997 en tanto que el de anchoveta adulta aumentaba.

Las otras dos especies importantes en la dieta del guanay fueron el camotillo y el pejerrey, los

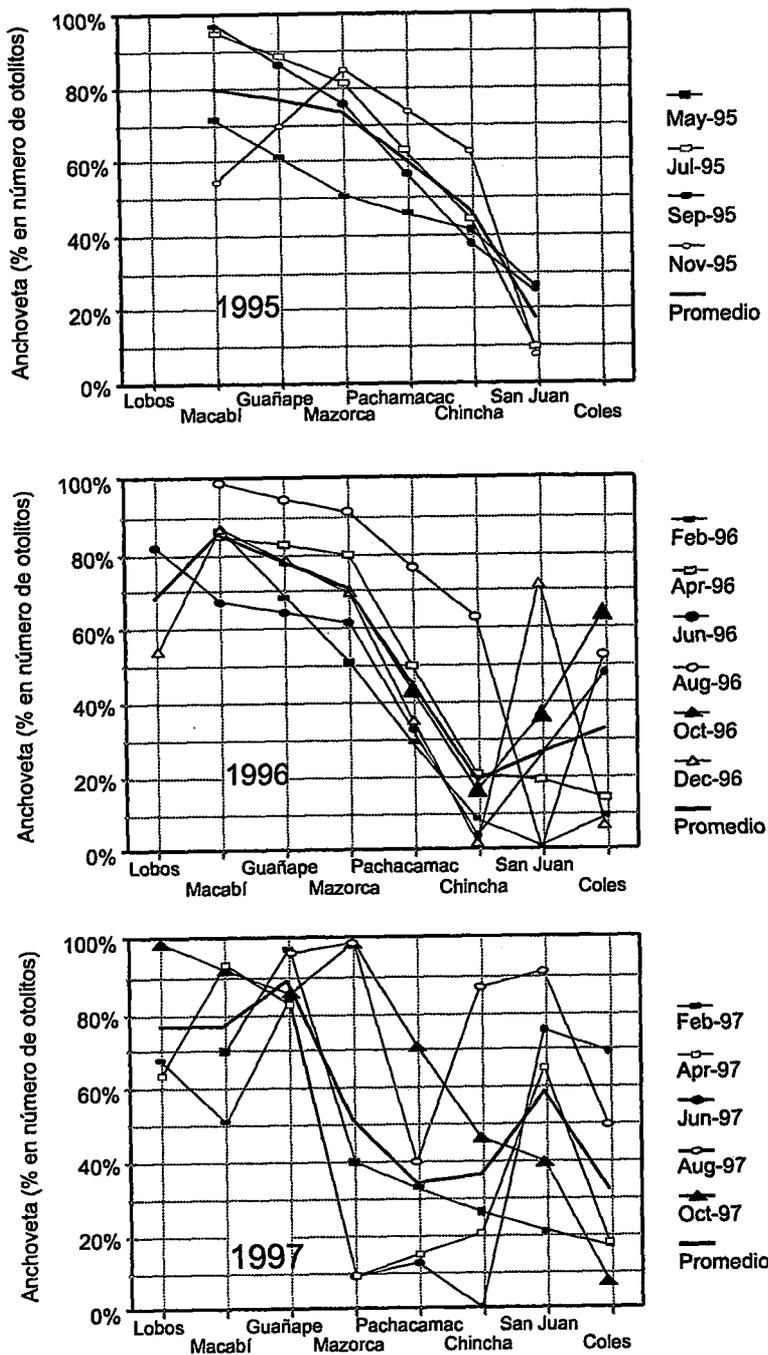


FIGURA 1. Variación latitudinal en la cantidad de anchoveta presente en los bolos de guanay durante 1995, 1996 y 1997, expresada como porcentaje del número total de otolitos.

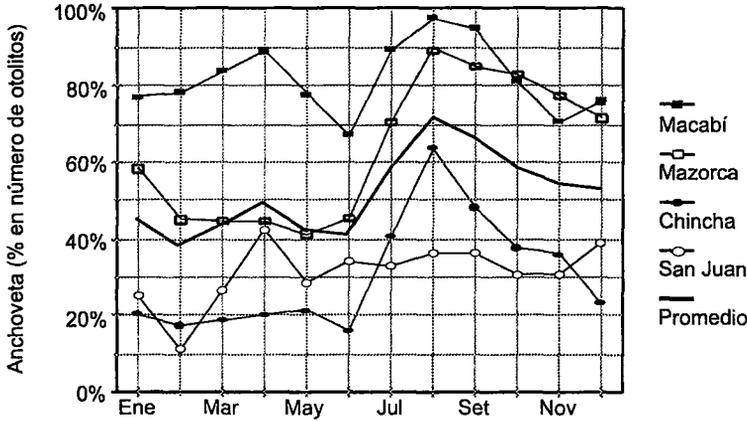


FIGURA 2. Variación estacional en la cantidad promedio de anchoveta presente en los bolos de guanay en cuatro áreas guaneras muestreadas en 1995, 1996 y 1997. Los símbolos corresponden a promedios mensuales de tres años de observaciones en cada lugar.

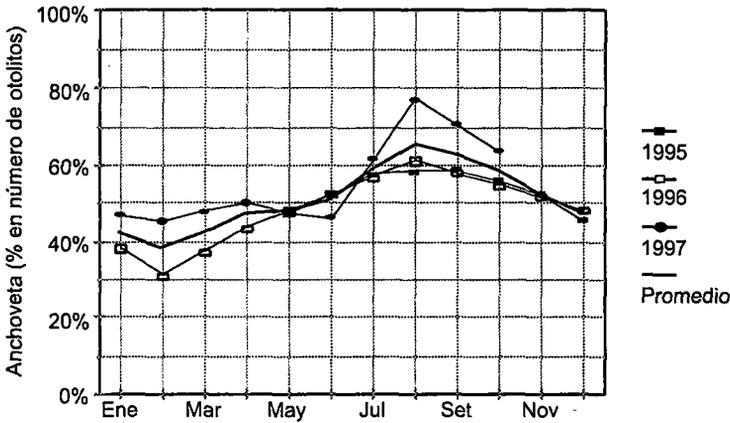


FIGURA 3. Variación estacional en la cantidad promedio de anchoveta presente en los bolos de guanay durante 1995, 1996 y 1997, expresada como porcentaje del número total de otolitos. Los símbolos corresponden a promedios mensuales de todos los sitios evaluados en cada año.

mismos que representaron el 100% del alimento en sólo el 2,30% y el 9,22% de los bolos analizados y se encontraron en cantidades variables en 11,49% y 41,12% de las muestras respectivamente (n=10.900). Se observa que existe una relación inversa ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,533$, n=94) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y el consumo de camotillo; del mismo modo se observa una relación inversa ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,678$, n=94) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y el consumo de pejerrey.

La dieta del piquero peruano

Se analizaron 175.645,51 gramos de alimento regurgitado por piquero peruano, representando un total de 2.015 muestras. El peso de los regurgitos varió entre 3 g y 410 g, con una media de 87,15 g (DS=46,18; n=2.015) (tabla 4). El número promedio de especies presa encontrados en los regurgitos fue $1,13 \pm 0,36$ (rango=1-3; n=2.015). En el alimento regurgitado se encontraron 14 especies de peces (98,99%,

Tabla 4. Peso y número de especies presa encontrados en los regúrgitos de piquero, por meses y por áreas muestreadas.

AREA	MES/AÑO	Número Muestras	PESO DE REGURGITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Mín.	Máx.	Media	DS	Mín.	Máx.
Macabí	may.-1995	52	109,28	53,61	44	230	1,33	0,47	1	2
Mazorca	may.-1995	57	74,26	40,93	19	201	1,19	0,44	1	3
Chincha	may.-1995	63	85,56	35,33	30	180	1,27	0,48	1	3
San Juan	may.-1995	32	63,36	23,67	27	120	1,16	0,45	1	2
Macabí	jul.-1995	51	107,18	46,72	27	237	1,16	0,42	1	3
Chincha	jul.-1995	4	55,75	16,68	32	71	1,00	0,00	1	1
Macabí	set.-1995	50	66,16	34,25	22	215	1,00	0,00	1	1
Mazorca	set.-1995	49	77,96	38,94	28	198	1,14	0,41	1	3
Chincha	set.-1995	41	86,29	33,87	31	180	1,15	0,36	1	2
Macabí	nov.-1995	50	142,24	71,4	50	400	1,02	0,14	1	2
Mazorca	nov.-1995	33	66,06	35,59	9	145	1,06	0,24	1	2
Chincha	nov.-1995	29	68,4	20,9	25	98	1,07	0,26	1	2
Macabí	feb.-1996	51	63,75	31,12	20	155	1,12	0,33	1	2
Mazorca	feb.-1996	29	81,07	35,16	20	160	1,34	0,48	1	2
Chincha	feb.-1996	57	60,96	22,94	22	120	1,19	0,40	1	2
San Juan	feb.-1996	45	86,27	31,18	35	165	1,24	0,53	1	3
Coles	feb.-1996	15	75,2	29,59	38	120	1,07	0,26	1	2
Macabí	abr.-1996	51	107,5	40,02	35	198	1,04	0,20	1	2
Mazorca	abr.-1996	51	77,39	28,62	32	157	1,02	0,14	1	2
Chincha	abr.-1996	70	83,24	32,74	35	220	1,11	0,32	1	2
Lobos de Tierra	may.-1996	58	63,98	24,77	24	146	1,05	0,22	1	2
Macabí	jun.-1996	50	98,1	62,63	30	325	1,16	0,37	1	2
Mazorca	jun.-1996	28	84,82	42,33	25	210	1,11	0,31	1	2
Chincha	jun.-1996	51	81,86	34,18	18	180	1,31	0,51	1	3
Coles	jun.-1996	52	76,42	36,59	16	165	1,13	0,34	1	2
Macabí	ago.-1996	59	80,02	38,21	8	180	1,07	0,25	1	2
Coles	ago.-1996	42	131,43	69,03	30	325	1,31	0,56	1	3
Macabí	oct.-1996	52	114,31	40,26	30	245	1,06	0,24	1	2
Chincha	oct.-1996	39	59,17	36,15	9	178	1,21	0,47	1	3
Lobos de Tierra	nov.-1996	52	118,65	43,71	60	280	1,08	0,27	1	2
Macabí	dic.-1996	54	85,43	32,07	38	170	1,06	0,23	1	2
Macabí	feb.-1997	50	77,17	32,77	25	153	1,14	0,40	1	3
Guafape	feb.-1997	51	68,81	33,42	17	216	1,06	0,24	1	2
Mazorca	mar.-1997	50	65,91	40,72	7	195	1,10	0,30	1	2
Lobos de Tierra	abr.-1997	66	92,11	27,34	21	152	1,00	0,00	1	1
Macabí	abr.-1997	50	105,24	39,87	29	201	1,16	0,37	1	2
Chincha	abr.-1997	48	82,11	35,1	21	161	1,06	0,24	1	2
San Juan	abr.-1997	12	55,57	30,27	14	125	1,08	0,51	1	2
Macabí	may.-1997	51	99,92	45,61	20	255	1,12	0,33	1	2

(sigue...)

(...viene)

Tabla 4. (continuación) Peso y número de especies presa encontrados en los regúrgitos de piquero, por meses y por áreas muestreadas.

AREA	MES/AÑO	Número Muestras	PESO DE REGÚRGITOS				NUMERO DE ESPECIES			
			Media	DS	Mín.	Máx.	Media	DS	Mín.	Máx.
San Juan	may.-1997	11	67,73	35,03	20	130	1,09	0,30	1	2
Macabí	jun.-1997	40	98,74	44,73	3	204	1,15	0,36	1	2
Chincha	jun.-1997	17	77,47	43,77	18	178	1,35	0,49	1	2
San Juan	jun.-1997	19	136,32	55,47	60	220	1,26	0,45	1	2
Mazorca	ago.-1997	50	88,58	61,33	11	268	1,00	0,00	1	1
Coles	ago.-1997	36	132,11	91,6	15	410	1,36	0,54	1	3
Chincha	oct.-1997	36	67,57	30,44	19	130	1,00	0,00	1	1
Coles	oct.-1997	11	86,64	32,61	45	145	1,00	0,00	1	1

Tabla 5. Relación de presas consumidas por el piquero en la costa peruana. Se presenta el peso total por cada presa, a partir de 2.015 regúrgitos revisados.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	Peso	%
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	137 809,25	78,46
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	15 229,04	8,67
Agujilla	<i>Scorpaenopsis saurus</i>	8 744,65	4,98
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	6 740,13	3,84
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	1 200	0,68
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	761	0,43
Picuda	<i>Strongylura stolzmani</i>	447,32	0,25
Jurel	<i>Trachurus picturatus</i>	384	0,22
Caballa	<i>Scorpaenopsis japonicus</i>	365,57	0,21
Palometa	<i>Stromateus stellatus</i>	216,71	0,12
Machete de Hebra	<i>Ophistonema libertate</i>	125	0,07
Mojarrilla común	<i>Stellifer minor</i>	43	0,02
Cojinoba	<i>Seriolaella violacea</i>	24	0,01
Cabinza	<i>Isacia conceptionis</i>	9	0,01
	(no determinado)	1 411,13	0,80
Calamar	Fam. Loliginidae	2 135,71	1,22

n=175.645,51), además de calamar (1,22%). Sólo un 0,8% en peso del alimento regurgitado se encontró muy digerido para ser identificado. La tabla 5 muestra la relación general de presas consumidas por el piquero, ordenadas de acuerdo al peso total encontrado de cada una. La an-

choveta *Engraulis ringens* fue la presa predominante en la dieta, observándose que el 78,46% en peso del alimento (n=175.645,51 gramos) corresponde a esta especie. Otras especies importantes son el pejerrey *Odontesthes regia* (8,67% en peso), la agujilla *Scorpaenopsis saurus*

Tabla 6. Principales presas consumidas por el piquero en la costa peruana durante 1995, 1996 y 1997. Se presenta la composición general de la dieta, expresada como porcentaje, para cada uno de estos años a partir del total de bolos recolectados cada año.

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	1995	1996	1997
Anchoveta	<i>Engraulis ringens</i>	78,75	82,33	84,64
Pejerrey	<i>Odontesthes regia regia</i>	9,29	9,11	8,85
Agujilla	<i>Scomberesox saurus</i>	0,15	5,11	3,53
Sardina	<i>Sardinops sagax sagax</i>	7,82	0,07	1,36
Lisa	<i>Mugil cephalus</i>	0	0,11	0,87
Samasa	<i>Anchoa nasus</i>	0,02	0,76	0,03
Calamar	Fam. Loliginidae	1,34	1,32	0

(4,98% en peso) y la sardina *Sardinops sagax* (3,84% en peso). Las 11 especies restantes contribuyeron sólo con el 4,05% del alimento. La tabla 6 muestra las principales variaciones observadas en el consumo de presas entre 1995, 1996 y 1997.

El 75,00% de los regúrgitos analizados contenían únicamente anchoveta, mientras que sólo el 13,00% de los regúrgitos contenían presas diferentes a la anchoveta (n=2.015). El consumo de anchoveta presentó diferencias entre zonas en cada una de las evaluaciones realizadas (KRUSKAL-WALLIS; P>0,05). En 1995, el consumo promedio de anchoveta fue alto en toda la costa; en cambio, durante 1996 y 1997 se observó que el consumo de anchoveta disminuye conforme se incrementa la latitud (figura 4), la falta de datos en 1997, se debe a la ausencia de piqueros en las áreas evaluadas. Del mismo modo, el consumo de anchoveta, tanto en masa como en número, presenta diferencias entre meses (KRUSKAL-WALLIS; P>0,05) en las Islas Macabí, Mazorca y Chincha (figura 5), observándose un consumo elevado de esta presa durante todo el año excepto entre mayo y agosto (figura 6).

La segunda especie en importancia en la dieta del piquero es el pejerrey. Esta presa representó el total del alimento consumido en sólo el 6,00% de los regúrgitos analizados y se encontró en cantidades variables en el 7,40% de las muestras,

las mismas que además contenían anchoveta (n=2.015). Se observa que existe una relación inversa ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,546$, n=47) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y el consumo de pejerrey; del mismo modo se observa una relación inversa ($r_{\text{SPEARMAN}} = -0,441$, n=47) y muy significativa entre el consumo de anchoveta y el consumo de agujilla.

Correlaciones entre la dieta del guanay y piquero y la oferta de anchoveta

Se encontró una correlación directa y muy significativa entre la cantidad de anchoveta consumida por guanayes en las áreas evaluadas y la biomasa de anchoveta estimada para el grado de latitud dentro del cual se ubica cada una de estas áreas ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,697$; n=14), (figura 7). Asimismo, la correlación fue directa pero no significativa entre el consumo promedio de anchoveta de las islas que se encuentran en una zona del litoral y la biomasa total estimada para cada una de estas zonas ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,467$; n=10), (figura 8).

En piqueros, la correlación fue directa y significativa entre la cantidad de anchoveta consumida en las áreas muestreadas y la biomasa de anchoveta estimada para el grado de latitud ($r_{\text{SPEARMAN}} = 0,810$; n=8), sin embargo, la escasa cantidad de puntos, no permite realizar una correlación respecto de la biomasa estimada de anchoveta por zonas.

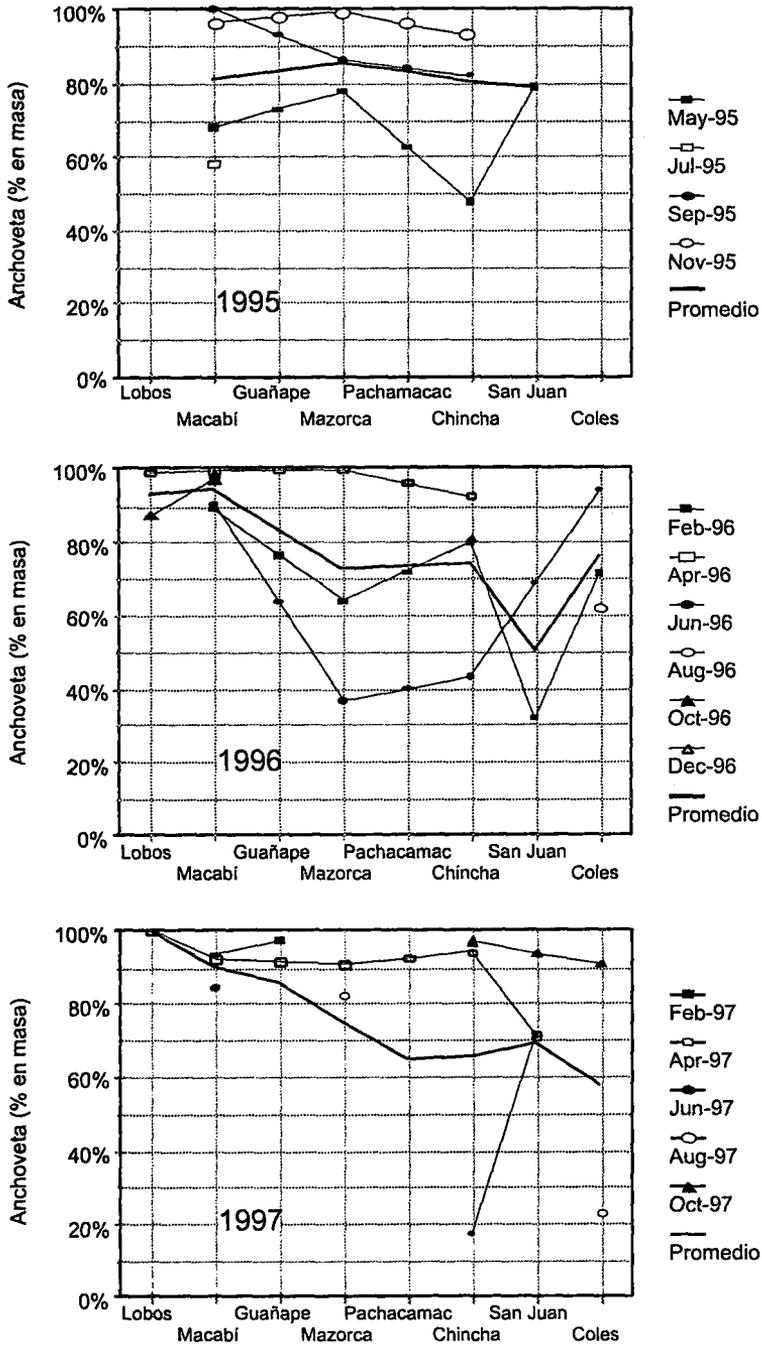


FIGURA 4. Variación latitudinal en la cantidad de anchoveta presente en regíritos de piquero durante 1995, 1996 y 1997, expresada como porcentaje en masa.

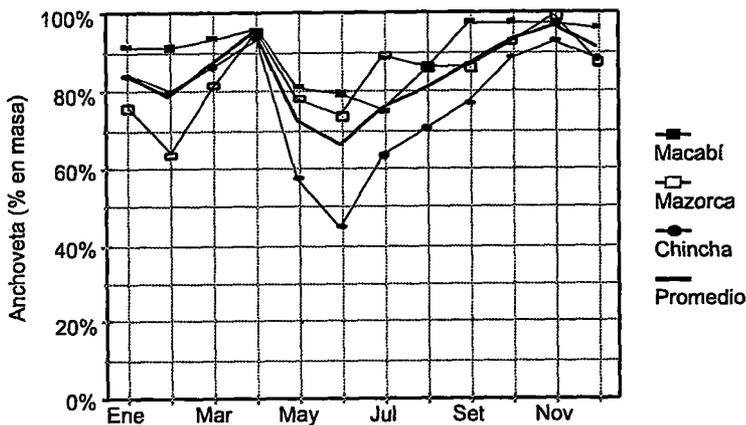


FIGURA 5. Variación estacional en la cantidad promedio de anchoveta presente en regúrgitos de piquero en tres islas guaneras muestreadas en 1995, 1996 y 1997. Los símbolos corresponden a promedios mensuales de tres años de observaciones en cada lugar.

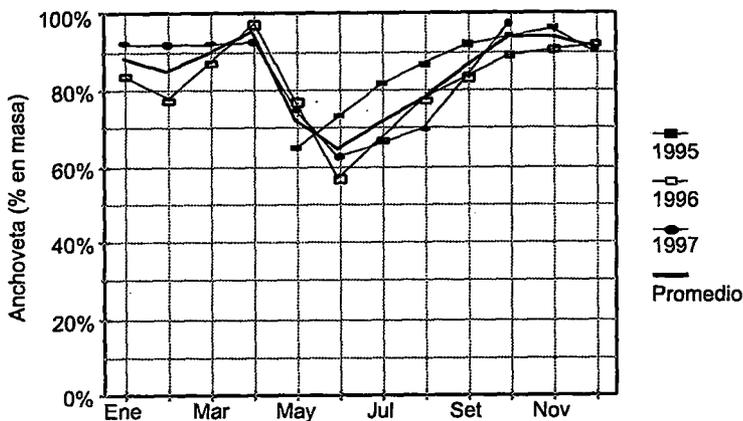


FIGURA 6. Variación estacional en la cantidad promedio de anchoveta presente en regúrgitos de piquero durante 1995, 1996 y 1997, expresada como porcentaje en peso del regúrgito. Los símbolos corresponden a promedios mensuales de todos los sitios evaluados en cada año.

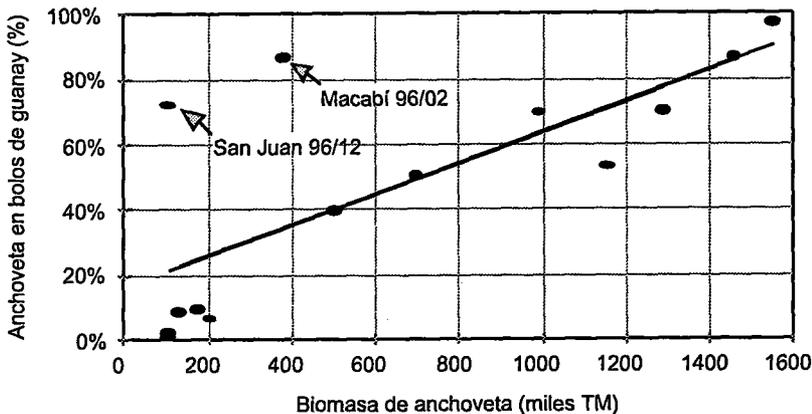


FIGURA 7. Cantidad de anchoveta presente en los bolos de guanay recolectados en febrero y noviembre de 1996 y febrero de 1997, respecto a la biomasa de anchoveta estimada por métodos acústicos para el grado de de latitud dentro del cual se ubica el área muestreada.

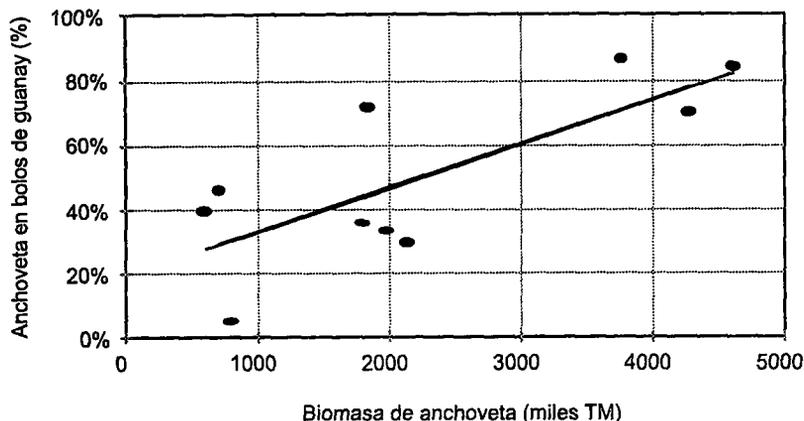


FIGURA 8. Cantidad promedio de anchoveta presente en los bolos de guanay recolectados en febrero y noviembre de 1996 y febrero de 1997, respecto a la biomasa de anchoveta estimada por métodos acústicos para la zona en la cual se ubican las áreas muestreadas.

DISCUSION

Las correlaciones significativas encontradas durante el presente trabajo entre la biomasa de anchoveta estimada por métodos acústicos y el consumo de esta presa por guanayes y piqueros, muestra que en efecto estas aves estarían utilizando los recursos más disponibles en áreas cercanas a las colonias.

La variación latitudinal en el consumo de anchoveta por guanayes en 1995 y 1996 refleja la gran disponibilidad de este recurso en la zona norte-centro, donde el stock generalmente es más denso y abundante, la poca disponibilidad de esta presa en la zona de surgencia de San Juan y la presencia de anchoveta del stock sur en Coles (JAHNCKE y GOYA 1997). En 1996 a diferencia de 1995, se observa que el menor consumo de anchoveta se desplazó hacia el norte y tendría relación con el fuerte afloramiento originado por la intensificación de los vientos costeros. La variabilidad en el consumo de anchoveta en el sur tendría relación con la inestabilidad observada en el ambiente en esta zona, a causa de la intrusión de aguas subtropicales superficiales entre San Juan y Atico durante la primera parte de 1996 (PIZARRO y TELLO 1996) y a la influencia de aguas subantárticas durante todo el año (GUTIÉRREZ *et al.* 1997b). Las grandes variaciones observadas en 1997 en la dieta del guanay, muestran cambios en la disponibilidad de an-

choveta ocurridos como consecuencia del evento El Niño 1997/98. Estos se hicieron evidentes hacia marzo de 1997 con la elevación de la temperatura superficial del mar que ocasionó el repliegue y la concentración de los cardúmenes de anchoveta hacia la costa; las áreas de operación de la flota pesquera, mostraron a su vez un desplazamiento de la anchoveta hacia el sur (CHIPOLLINI *et al.* 1997). En mayo, el 67% de los desembarques de esta flota se registraron en las zonas centro y sur del litoral (CÁRDENAS *et al.* 1997). La dieta del piquero entre 1995 y 1997 no muestra claramente esta tendencia latitudinal, debido probablemente a la estrategia de forrajeo de la especie. Mientras el guanay se alimenta en bandadas grandes y requiere de cardúmenes bastante grandes para alimentarse, el piquero se alimenta en grupos relativamente más pequeños, razón por la cual la menor abundancia y concentración de los cardúmenes de anchoveta afectaría en menor grado sus poblaciones (JAHNCKE y GOYA 1997).

JAHNCKE y GOYA 1997 afirman que los guanayes no presentan ninguna tendencia estacional respecto al consumo de anchoveta y que en la dieta se observan sólo variaciones en torno a consumos promedio diferentes, dependiendo de la oferta del medio. Sin embargo, las variaciones estacionales en Mazorca y Chincha o las variaciones promedio de los tres años de estudio, muestran un mayor consumo de anchove-

ta en invierno y primavera que en verano y otoño; esto puede deberse al ingreso en la dieta de individuos reclutas nacidos en verano, hecho que incrementaría el número de ejemplares de anchoveta consumidos y en consecuencia su proporción en la dieta. En piqueros en cambio, se observa que el consumo de anchoveta es mayor en primavera, verano y otoño que en los meses de invierno; esto puede deberse a que en primavera y verano este recurso se concentra cerca a la costa, en tanto que en invierno los cardúmenes se dispersan (JORDÁN y CHIRINOS 1965) y pueden llegar hasta el doble de profundidad que en primavera (JORDÁN 1982). Si bien, la agregación o dispersión de los cardúmenes debería afectar a ambas especies de forma similar, en guanayes estos cambios estacionales en distribución no afectarían debido probablemente a las estrategias de forrajeo de esta especie, que podría alcanzar mayores profundidades de buceo que el piquero (FURNESS y MONAGHAN 1987; JAHNCKE y GOYA 1997).

La talla de la presa, es otro de los factores que puede explicar las diferencias estacionales en el consumo de anchoveta entre guanayes y piqueros (JAHNCKE y GOYA 1997). Los guanayes consumen anchoveta adulta (mayor a 12 cm) y anchoveta juvenil (mayor de 8 cm y menor de 12 cm) en cantidades variables que dependerían de la oferta del medio; sin embargo, en 1997 se ha observado que la proporción de anchoveta adulta ha aumentado en tanto que la de anchoveta juvenil ha disminuido debido al evento El Niño 97-98 que causó un bajo reclutamiento y el desplazamiento hacia el sur de las cohortes más jóvenes (GUTIÉRREZ *et al.* 1997). JAHNCKE y GOYA (1997) encontraron que el 89% de la anchoveta consumida por el piquero es adulta (mayor a 12 cm) y observaron que cuando la oferta de esta presa disminuye, las colonias de piquero emigran a otras áreas. En invierno de 1996, la información proporcionada por el crucero de investigación BIC HUMBOLDT 9608-09, indicó la presencia de individuos juveniles de anchoveta dentro de las 60 millas próximas a la costa en la zona centro

y de una mayor proporción de éstos respecto a individuos adultos en la zona norte (CÁRDENAS *et al.* 1997). La dieta del guanay reflejó este patrón de distribución de la anchoveta. Las colonias de piquero en la zona centro emigraron, mientras que las colonias de la zona norte permanecieron, sin embargo en la Isla Mazorca, no se lograron obtener regúrgitos, mientras en Macabí, la dieta estuvo formada principalmente por anchoveta adulta con presencia de juveniles. Las preferencias del piquero por presas grandes pueden relacionarse con las estrategias de forrajeo, mientras el piquero se lanza desde el aire dentro del agua sobre su presa, el guanay se sumerge y la persigue buceando impulsado por sus patas. En términos de costo energético no sería rentable para el piquero forrajear sobre presas pequeñas (JAHNCKE y GOYA 1997).

En guanayes y piqueros existe una relación inversa entre el consumo de la presa principal (anchoveta) y el consumo de otras especies como pejerrey, camotillo y agujilla. Esta relación sugiere un reemplazo de la presa principal por presas alternativas localmente distribuidas y muy disponibles (JAHNCKE y GOYA 1997). En este caso, tenemos que el pejerrey es una especie nerítica propia de las aguas costeras frías y abundante entre Chimbote e Ilo (GUEVARA *et al.* 1994, no pub.⁽⁶⁾); el camotillo es una especie pelágica relacionada a las aguas templadas subantárticas y abundante en la zona sur desde 1991 (BOUCHON y QUIROZ 1996, no pub.⁽⁷⁾); y la agujilla es una especie que se distribuye a lo largo de toda la costa (GUILLÉN 1991). En guanayes, se observa el mayor consumo de presas alternativas en la zona centro y sur, donde el camotillo (San Juan y Punta Coles) y el pejerrey (Chincha y San Juan) pueden ser la presa dominante en la dieta e incluso la única presa consumida. En piqueros, el consumo de presas alternativas se observa también en el sur, donde el pejerrey (Chincha y San Juan) y la agujilla (San Juan y Coles) pueden proporcionar gran parte del alimento, aunque sin llegar a ser especies dominantes en la dieta.

Las variaciones en el consumo de anchoveta, por guanayes y piqueros, muestran que la oferta de esta presa en el Sistema de Afloramiento Peruano es fluctuante en el espacio y en el tiempo. La significativa correlación entre el consumo de anchoveta por las aves y la biomasa de este recurso en el mar peruano, sugiere que la dieta puede ser en efecto un buen indicador de la oferta de este recurso. Los argumentos presentados muestran que debido a las diferentes estrategias de forrajeo de guanayes y piqueros, los primeros serían mejores indicadores de cambios en la distribución de anchoveta a lo largo del litoral; en tanto que los segundos, serían mejores indicadores de cambios estacionales en la oferta de este recurso. La utilización oportuna de la información proporcionada a partir del monitoreo de la dieta de estas aves en las islas y puntas del litoral permitiría conocer, periódicamente y a un muy bajo costo, los cambios en abundancia y distribución del stock de anchoveta, complementando así la información que anualmente se obtiene mediante los cruceros de evaluación acústica y las estadísticas que periódicamente se obtienen de las pesquerías.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas en cada una de las guardiánas visitadas durante el presente estudio. Asimismo, agradecemos a AQUILES GARCÍA-GODO, LILIANA AYALA AYALA, ELDA CABRERA, CAROLINA PICKENS, SILVIA TOVAR, LUÍS PAZ SOLDÁN, JOSÉ PÉREZ, ULLYSES BUCCICARDI, y CARLOS ZAVALAGA por su participación en el análisis *in situ* de bolos y regúrgitos. Agradecemos también al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio.

REFERENCIAS

ADAMS, N.J., P.J. SEDDON y Y.M. VAN HEEZIK. 1992. Monitoring of seabirds in the Benguela system: Can seabirds be used as indicators and predictors of change in the

- marine environment?. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 959-974.
- ASHMOLE, M.J. y N. P. ASHMOLE. 1968. The use of food samples from seabirds in the study of seasonal variation in the surface fauna of tropical oceanic areas. *Pacific Science* 22(1): 1-10.
- AVILA, E. 1954. Potencia deyeectiva del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. *Bol. Cia. Admora. Guano* 1(2): 22-49.
- BARREDA, M. 1959. Recuperación de guanayes *Phalacrocorax bougainvillii*. caquecticos en cautiverio. Estudio de su ingestión y deyección. *Bol. Cía. Admora. Guano* 35(4): 10-22.
- BOERSMA, D.C. 1978. Breeding patterns of Galapagos penguins as an indicator of oceanographic conditions. *Science* 200: 1481-1483.
- CABRERA, D. 1979. Bases para el manejo del recurso aves guaneras en el Perú. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Trujillo. 44 p. + anexos.
- CAIRNS, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological Oceanography*. 5:261-271.
- CÁRDENAS, G., L. ESCUDERO, A. ECHEVARRÍA y J. PELLÓN. 1997. Distribución, concentración y aspectos biológico pesqueros de los principales recursos pelágicos. Crucero BIC Humboldt 9608-09. *Inf. Inst. Mar Perú* 123: 28-37.
- CHIPOLLINI, A., G. CÁRDENAS, A. ECHEVARRÍA y M. FLORES. 1997. Aspectos biológico pesqueros de los recursos pelágicos peruanos durante febrero-abril de 1997. *Inf. Inst. Mar Perú* 127: 1-92.
- CRAWFORD, R.J.M. 1987. Food and population variability in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and horse mackerel. En: PAYNE, A.I.L., J.A. GULLAND, y K.H. BRINK (Eds.). *The Benguela and comparable ecosystems*. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 5: 735-757.
- CRAWFORD, R.J.M. y B.M. DYER. 1995. Responses by four seabirds to a fluctuating availability of Cape Anchovy *Engraulis capensis* off South Africa. *Ibis* 137: 329-339.
- CRAWFORD, R.J.M. y P.A. SHELTON. 1978. Pelagic fish and seabirds inter relationships off the coast of South West and South Africa. *Biological Conservation* 14(2): 85-109.
- CRAWFORD, R.J.M., L.G. UNDERHILL, C.M. RAUBENHEIMER, B.M. DYER y J. MARTIN. 1992. Top predators in the Benguela ecosystem - implications of the trophic position. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 675-687.
- DUFFY, D.C., R.P. WILSON, y M. P. WILSON. 1987. Spatial and temporal patterns of diet in the cape cormorant off Southern Africa. *The Condor* 89: 830-834.
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. *Seabird ecology*. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.
- GALARZA, N. 1968. Informe sobre los estudios ornitológicos realizados en el laboratorio de la Puntilla (Pisco) en setiembre de 1965/66. *Ser. Inf. Esp. Inst. Mar Perú* 31: 1-20.
- GAMARRA, L. 1941. Relación de cantidad de alimento ingerido por las aves guaneras y el guano aprovechable que producen. *Bol. Cía. Admora. Guano* 17(3): 103-116.
- GUTIÉRREZ, M., O. MORÓN y A. ECHEVARRÍA. 1997. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos peruanos a inicios del otoño de 1997.

- Crucero BIC SNP-1 9702-03 y BIC Humboldt 9704, Callao-Paita. Inf. Inst. Mar Perú 127: 13-23.
- GUTIÉRREZ, M., R. CASTILLO, L. VÁSQUEZ y A. CHIPOLLINI. 1997b. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos entre noviembre y diciembre de 1996. Crucero BIC SNP-1 9711-12. Inf. Prog. Inst. Mar Perú 65: 3-22.
- GUILLÉN, V. 1991. Población mensual de camanay (*Sula nebouxii*) en el Perú, durante 1985-86 y 1988-90. Bol. Lima 76: 53-58.
- GUILLÉN, V. 1992. Distribución latitudinal de aves guaneras del Perú, durante 1984-89. Bol. Lima 81: 77-96.
- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. Bol. Lima 85: 79-95.
- HUNT, G.L., Jr. 1991. Occurrence of seabirds at sea in relation to prey concentrations and oceanographic factors. Polar Research 10(2): 553-559.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainvillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 16(1): 23-41.
- JORDÁN, R. 1959. El fenómeno de regurgitaciones en el guanay *Phalacrocorax bougainvillii* y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cía. Admora. Guano 35(4): 23-40.
- JORDÁN, R. 1961. Las aves guaneras, la cadena alimentaria y la producción de guano. Bol. Cía. Admora. Guano 37(3): 19-20.
- JORDÁN, R. 1971. Distribution of anchoveta (*Engraulis ringens* J.) in relation to the environment. Investigación Pesquera 35(1): 113-126.
- JORDÁN, R. 1982. La anchoveta y su captura frente a las costas del Perú. p: 51-63. En: CASTILLA, J. C. (Ed.). Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: Recursos biológicos marinos. Segundo seminario taller. Monografías Biológicas (2).
- JORDÁN, R. y A. CHIRINOS. 1965. La anchoveta (*Engraulis ringens* J.) conocimiento actual sobre su biología, ecología y pesquería. Inf. Inst. Mar Perú 6: 1-52.
- JORDÁN, R. y H. FUENTES. 1966. Las poblaciones de las aves guaneras y su situación actual. Inf. Inst. Mar Perú 10: 1-31.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row Publishers. New York. 654 pp.
- MONTEVECCHI, W.A., V.G.L. BIRT y D.K. CAIRNS. 1988. Dietary changes of seabirds associated with local fisheries failure. Biological Oceanography 5: 153-161.
- MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. American Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- PAULY, D. e I. TSUKAYAMA. 1987. On the implementation of management-oriented fishery research: the case of the Peruvian anchoveta. p: 1-13. En: PAULY, D. e I. TSUKAYAMA (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystems: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- PIZARRO, L. y E. TELLO. 1996. Condiciones oceanográficas del mar peruano durante el crucero de evaluación de los recursos pelágicos BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst. Mar Perú 122: 47-56.
- SEGURA, M., M. GUTIÉRREZ y R. CASTILLO. 1996. Distribución, concentración y biomasa de los principales recursos pelágicos durante el verano de 1996. Crucero BIC SNP-1 9602-04. Inf. Inst. Mar Perú 122: 9-26.

RECUPERACION, EROSION Y RETENCION DE OTOLITOS EN BOLOS DE GUANAY: ¿SON LOS BOLOS REALMENTE BUENOS INDICADORES DE LA DIETA?

JAIME JAHNCKE^{1,2} Y CECILIA RIVAS³

RESUMEN

JAHNCKE, J. y C. RIVAS. 1998. Recuperación, erosión y retención de otolitos en bolos de guanay; ¿Son los bolos realmente buenos indicadores de la dieta?. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 35 - 45.

Se estudió el porcentaje de recuperación, el grado de erosión y el tiempo máximo de retención de los otolitos en 13 guanayes en cautiverio. Las aves fueron alimentadas individualmente con peces enteros y frescos previamente medidos y marcados; produciendo en promedio (n=13) bolos en 55,05% de los días que duró el experimento. El 37,81% de las aves produjeron bolos con otolitos al día siguiente de haber consumido su alimento (n=2.134). En estos bolos se encontró que sólo el 14,79% de los otolitos y el 26,61% de los cristalinos ingeridos son recuperados, variando el porcentaje de recuperación de acuerdo a la especie consumida. Se encontraron diferencias al comparar la distribución por tallas de las principales presas ingeridas con la distribución por tallas de estas especies reconstruida a partir de las longitudes o pesos de los otolitos recuperados. El 80% a 100% de los otolitos retenidos permanecen como máximo hasta tres días en el tracto digestivo del guanay, los otolitos grandes pueden permanecer hasta 9 días. La metodología que se propone permite tener una mejor aproximación de la dieta y mayor precisión al estimar el consumo de cada presa. Es posible estimar la cantidad real de alimento ingerido si se conoce el porcentaje de recuperación de los otolitos de las principales presas consumidas. Los resultados de este trabajo muestran que sin duda la información que proporcionan los bolos residuales es valiosa, pues permite conocer con gran precisión las proporciones en que se consumieron cada una de las presas. Sin embargo, la información sobre tallas de peces consumidos que se puede obtener a partir de los otolitos recuperados, plantea aún problemas que deben ser resueltos, en los cuales se deberá continuar investigando.

PALABRAS CLAVE: Dieta, guanay, *Leucocarbo bougainvillii*, análisis de bolos, otolitos, recuperación, erosión, retención.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. and C. RIVAS. 1998. Recovery, erosion and retention of otoliths in pellets of Guanay Cormorant: Are pellets really good diet indicators?. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 35 - 45.

Otoliths recovery ratio, erosion in otoliths size and maximum retention of ingested otoliths were assessed in 13 captive Guanay Cormorants. Birds were fed with fresh fish previously measured and marked. Birds produced pellets in 55,05% of the days that the experiment lasted. Pellets containing otoliths were produced in 37,81% of the cases (n=2.134). Pellets contained 14,79% of ingested otoliths and 26,61% of ingested eye crystals, recovery percentages changed with fish species. Differences were found between ingested fish size and otoliths estimation of fish size for main prey species. From 80% to 100% of retained otoliths were expelled during the first three days. Larger otoliths may remain up to 9 days. Proposed methodology allowed a better estimation of diet and higher precision when estimating prey consumption. It is possible to estimate amount of ingested food if recovery percentage of each species is known. Results

- 1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.
- 2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe
- 3 Av. Perú 1409, Lima 21, Perú.
E-mail: pazsoldan@datos.limaperu.net

show that pellet information is valuable because allows to estimate accurately proportions of each ingested prey in the diet. However, does not permit to estimate ingested prey sizes and further research in this subject is still needed.

KEY WORDS: diet, Guanay Cormorants, *Leucocarbo bougainvillii*, pellets analisis, otoliths, recovering, erosion, retention.

INTRODUCCION

Varias especies de aves regurgitan materiales de desecho luego de la digestión. En el caso del guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, los restos duros de peces y otros alimentos ingeridos son expulsados envueltos en una capa pseudomembranosa formando lo que se conoce como bolo residual (JORDÁN 1959). En estos bolos se pueden encontrar restos de huesos, escamas, otolitos y cristalinos de peces, picos y cristalinos de cefalópodos y restos de crustáceos y moluscos; los cristalinos pueden ser utilizados para estimar el consumo diario de peces (JORDÁN 1959, SCHLATTER y MORENO 1976), mientras que los otolitos pueden ser usados para identificar y determinar el tamaño de los peces consumidos por las aves.

Los bolos residuales de guanay fueron utilizados por VOGT (1942), JORDÁN (1959), TOVAR y GALARZA (1984), TOVAR (1989) y GUILLÉN (1993) en el estudio de la dieta del guanay, con la finalidad de conocer las especies consumidas y determinar la cantidad de alimento ingerido diariamente por esta ave en condiciones naturales, considerando a las aves como grandes predatoras de recursos pelágicos en el mar peruano. Estos estudios se han retomado, con la finalidad de utilizar la información obtenida en el monitoreo de la abundancia y distribución de los principales recursos pelágicos en el mar peruano (JAHNCKE y GOYA 1997).

El principal defecto que tendrían los estudios basados en bolos residuales para el análisis de la dieta, es que no todos los restos óseos son regurgitados por lo que el análisis de estos datos podría resultar en interpretaciones erradas dependiendo de los objetivos de cada estudio. AVILA (1954) y JORDÁN (1959) realizaron estudios con guanayes en cautiverio y concluyeron

que la expulsión de los bolos sólo sucedía en condiciones estrictamente naturales. Asimismo, el análisis de los estómagos de los animales alimentados en cautiverio, permitió establecer que al concluir la digestión a primeras horas de la mañana, el bolo residual se encontraba listo para ser expulsado. JORDÁN (1959) al estudiar lo que el llamó el fenómeno de las regurgitaciones de guanay encontró, a partir del análisis de 10 bolos residuales obtenidos de los estómagos de animales alimentados en cautiverio y sacrificados, que se recuperaba entre el 50% y 70% de los otolitos ingeridos y que en el 94% de los casos se recuperaba el 95% de los cristalinos ingeridos.

DUFFY y LAURENSEN (1983) llevaron a cabo un experimento similar con siete cormoranes del cabo *Phalacrocorax capensis*. Después de un período de adaptación, encontraron que los bolos regurgitados en cautiverio contenían el 33,2% de los otolitos y el 51,4% de los cristalinos ingeridos. Asimismo, encontraron que los otolitos regurgitados provenían de peces consumidos el día anterior de ser producido el bolo y que eran más pequeños debido a la erosión por digestión.

JOHNSTONE *et al.* (1990) estudiaron la dieta del cormorán *Phalacrocorax aristotelis* en cautiverio, encontrando que la proporción de otolitos recuperados varía grandemente entre días y de acuerdo a la presa consumida. Ellos discuten sobre la confiabilidad de los bolos residuales y de los otolitos recuperados en la estimación del tamaño de los peces consumidos, no descartando la posibilidad de calcular factores de corrección para estimar el tamaño de los otolitos ingeridos a partir del tamaño o el peso de los otolitos recuperados.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que llevó a cabo la

Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIHR), con el objetivo de determinar el porcentaje de recuperación y el grado de erosión de los otolitos ingeridos y el tiempo máximo de permanencia del otolito en el estómago del ave, además de la producción de guano en relación con la cantidad de alimento consumido.

MATERIAL Y METODOS

El estudio se llevó a cabo entre febrero y octubre de 1997 en la sede central del IMARPE. Para ello se acondicionaron al aire libre 6 jaulas en las cuales se mantuvieron cautivos un total de 13 guanayes (12 adultos y un juvenil), que fueron capturados en Isla Pescadores y en Punta San Juan en febrero (n=6) y abril (n=7) respectivamente. Luego del experimento, 4 aves fueron entregadas al zoológico y el resto fue liberado en la Isla Hormigas de Afuera.

Acondicionamiento de las aves

Los guanayes, previamente anillados, fueron colocados en jaulas de 1 m² de base y 1,5 m de altura, a razón de dos y tres aves por jaula. Las jaulas construidas con malla metálica, se diseñaron para ocupar un área de 2 x 3 m, de manera que las aves pudieran agruparse hacia el centro como en una pequeña colonia. Estudios anteriores mostraron que individuos colocados separadamente no regurgitan bolos (JORDÁN 1959). Durante las primeras cuatro semanas de cautiverio considerado como período de adaptación, se les alimentó con peces sin cabeza, para descartar la posibilidad de encontrar otolitos antiguos que hayan sido retenidos en el tracto digestivo. Las aves procedentes de San Juan, al ser distribuidas con las de la isla Pescadores (previamente adaptadas al cautiverio), requirieron de un menor tiempo de adaptación.

Alimentación de las aves

Luego de la adaptación, las aves fueron alimentadas individualmente con peces enteros y fres-

cos previamente medidos. En cada pez se introdujeron cuentas de cerámica de color (5 aprox.), asignando a cada guanay un color que permitió reconocer el bolo que produjo. Cada individuo consumió diariamente 500 gramos de pescado fresco aproximadamente o un mínimo equivalente al 20% del peso corporal. Las especies consumidas por cada ave se intercalaron diariamente dentro de lo posible con la finalidad de determinar el tiempo máximo de permanencia de los otolitos en el tracto digestivo. La tabla 1 muestra la relación de peces que se usaron como alimento, la cantidad ingerida de cada especie y el total de otolitos recuperados.

Todos los días las aves eran retiradas de sus jaulas e introducidas en un tanque de 1,5 m³. Al inicio del experimento se les ofreció pescado al momento del baño, procediendo luego a completar la ración calculada, abriéndoles el pico e introduciendo pescado hasta que lo engulleran. Esta operación se realizaba con el mayor cuidado posible. Pese a que la mayoría de las aves aprendieron a comer por sí solas en la etapa de adaptación, se identificó que la hora del baño no era la más adecuada, por ello se optó por alimentar a cada ave dentro de su jaula, entre las 10:00 h y 11:00 h, obteniéndose un mejor resultado, es decir, las aves consumieron libremente la cantidad de pescado que necesitaban hasta saciarse. La recolección de los bolos se efectuó al día siguiente entre las 8:00 h y 9:00 h de la mañana, horas en que bajo condiciones naturales se producen los bolos.

Recolección de guano

Con el fin de establecer si existe relación entre la cantidad de guano producido por las aves y la cantidad de alimento consumido, se recolectó y pesó diariamente el guano de cada jaula. Para ello, se colocaron plásticos en el piso de cada una de ellas, los mismos que fueron retirados, pesados y limpiados diariamente durante el período de experimentación para mantener aseo el ambiente en donde se alojaron las aves. Durante los primeros 23 días, el guano recolec-

tado fue tamizado con el fin de verificar que no existiese pérdida o expulsión de otolitos a través de las heces de las aves.

Análisis de los experimentos realizados

Recuperación de los otolitos ingeridos

Se comparó el número de otolitos ingeridos (2 otolitos *sagitta* por pez) con el número de otolitos recuperados. Las comparaciones se hicieron en frecuencias absolutas y en frecuencias relativas.

En frecuencias absolutas, se registró el total de otolitos consumidos y el total de otolitos recuperados de cada especie. A partir de estos resultados se pudo conocer el porcentaje de recupe-

ración de cada especie de pez luego de la digestión (tabla 1). La composición real y estimada de la dieta se calculó en función del número total de otolitos consumidos y recuperados respectivamente. Asimismo, se calculó el porcentaje de cristalinos que se recuperaron en los bolos.

Los datos de las aves que consumieron al menos dos especies de peces en un mismo día y los datos de los bolos que éstas produjeron (n=337), fueron transformados a frecuencias relativas del número total de otolitos consumidos y recuperados, respectivamente por cada individuo. La composición real y estimada de la dieta se calculó promediando los consumos en frecuencias relativas de cada presa. A partir de estos resultados se estimó un nuevo porcentaje de recupe-

Tabla 1. Relación de peces consumidos utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio, cantidad ingerida y número de otolitos recuperados por cada especie (frecuencias absolutas).

Especies de peces consumidos durante el estudio	Alimento consumido		Alimento recuperado		Recuperación
	Número de otolitos	%*	Número de otolitos	%**	%
Pejerrey, <i>Odontesthes regia</i>	28690	73,00	2530	45,52	8,82
Anchoveta, <i>Engraulis ringens</i>	5828	14,83	1105	19,01	18,96
Coco, <i>Paralonchurus peruanus</i>	872	2,22	603	10,37	69,15
Cabinza, <i>Isacia conceptionis</i>	802	2,04	480	8,25	59,85
Mojarrilla, <i>Stellifer minor</i>	776	1,97	538	9,25	69,33
Sardina, <i>Sardinops sagax</i>	476	1,21	17	1,21	3,57
Lisa, <i>Mugil cephalus</i>	372	0,95	133	2,29	35,75
Lorna, <i>Sciaena deliciosa</i>	308	0,78	165	2,83	53,57
Machete, <i>Brevoortia maculata chilcae</i>	236	0,6	16	0,28	6,78
Palometa, <i>Stromateus stellatus</i>	210	0,53	7	0,12	3,33
Cachema, <i>Cynoscion analis</i>	172	0,43	90	1,55	52,33
Agujilla, <i>Scomberesox saurus</i>	150	0,38	2	0,03	1,33
Mismis, <i>Menticirrhus ophicephalus</i>	146	0,37	103	1,77	70,55
Pampanito, <i>Trachinotus paitensis</i>	96	0,24	0	0	0
Cabrilla, <i>Paralabrax humeralis</i>	60	0,15	0	0	0
Caballa, <i>Scomber japonicus</i>	50	0,13	7	0,12	14
Falso Volador, <i>Prionotus</i> sp.	46	0,12	14	0,24	30,43
Gastañuela, <i>Chromis crasma</i>	6	0,02	1	0,02	16,67
Pintadilla, <i>Cheilodactylus variegatus</i>	4	0,01	2	0,03	50

* Composición real de la dieta expresada en función del total de otolitos ingeridos.

** Composición estimada de la dieta expresada en función del total de otolitos recuperados.

ración de cada especie de pez luego de la digestión (tabla 2).

En ambos casos, los resultados fueron comparados mediante una regresión lineal simple. Además, en el caso de frecuencias relativas se determinó si existen diferencias significativas entre el consumo real de cada presa y el consumo estimado para cada presa a partir de los otolitos recuperados, para esto se utilizó la prueba de MANN-WHITNEY (SIEGEL 1956).

Erosión de los otolitos durante la digestión

Se comparó el tamaño de los principales peces consumidos con el tamaño estimado de estos peces a partir de los otolitos recuperados en los

bolos. Para ello se midió la talla de los peces consumidos y una muestra representativa de los mismos a la que además de la talla se le midió la longitud del otolito (rostro-antirostro, para anchoveta y pejerrey) y el peso del otolito (para cabinza, mojarrilla y lorna). Para cada clase (intervalos de 0,5 cm en longitud total del pez) se determinó la longitud media del otolito en milímetros o su peso promedio en gramos, dependiendo de la especie. Mediante análisis de regresión lineal simple se determinaron las funciones que permitieron determinar las tallas de los peces consumidos a partir de la longitud o el peso de los otolitos recuperados en los bolos (tabla 3). Las frecuencias de tallas estimadas fueron comparadas con aquellas frecuencias de tallas de los peces ingeridos previamente medidos,

Tabla 2. Consumo y recuperación de los peces utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio. Los datos corresponden a promedios de datos transformados a frecuencias relativas del número total de otolitos consumidos y recuperados, respectivamente y para cada individuo.

Especies de peces consumidos durante el estudio	Alimento consumido %	Alimento recuperado %	MANN-WHITNEY
Pejerrey, <i>Odontesthes regia</i>	18,620	11,140	U=62954,5; P<0,05
Anchoveta, <i>Engraulis ringens</i>	9,230	11,690	U=57906,5; P>0,05
Coco, <i>Paralanchurus peruanus</i>	14,540	15,110	U=57569,5; P>0,05
Cabinza, <i>Isacia conceptionis</i>	15,300	17,520	U=58069,0; P>0,05
Mojarrilla, <i>Stellifer minor</i>	14,000	21,180	U=52904,5; P>0,05
Sardina, <i>Sardinops sagax</i>	2,180	0,870	U=58309,5; P>0,05
Lisa, <i>Mugil cephalus</i>	5,290	4,240	U=58734,0; P>0,05
Lorna, <i>Sciaena deliciosa</i>	6,300	8,690	U=57815,0; P>0,05
Machete, <i>Brevoortia maculata chilcae</i>	3,470	1,000	U=61323,0; P<0,05
Palometa, <i>Stromateus stellatus</i>	1,390	0,560	U=58796,5; P<0,05
Cachema, <i>Cynoscion analis</i>	2,950	3,272	U=57647,5; P>0,05
Agujilla, <i>Scomberesox saurus</i>	0,180	0,340	U=57118,5; P>0,05
Mismis, <i>Menticirrhus ophicephalus</i>	2,860	2,700	U=57432,5; P>0,05
Pampanito, <i>Trachinotus paitensis</i>	0,340	0,000	U=58132,5; P<0,05
Cabrilla, <i>Paralabrax humeralis</i>	1,220	0,000	
Caballa, <i>Scomber japonicus</i>	1,420	0,460	U=58139,5; P<0,05
Falso Volador, <i>Prionotus</i> sp.	0,560	0,820	U=56942,5; P>0,05
Castañuela, <i>Chromis crusma</i>	0,096	0,290	U=57120,0; P>0,05
Pintadilla, <i>Cheilodactylus variegatus</i>	0,047	0,050	

para esto se utilizó la prueba de MANN-WHITNEY (SIEGEL 1956).

Retención máxima de otolitos en el tracto digestivo

Al proporcionar diferentes especies de peces como alimento en forma intercalada cada día, fue posible observar la aparición de otolitos de peces que no habían sido consumidos en el día anterior. A partir de estas observaciones, se halló el número de días máximo que los guanayes retuvieron en su tracto digestivo los otolitos de los peces ingeridos. Con estos datos se construyeron histogramas en frecuencias relativas que muestran cuanto puede demorar en ser regurgitado un otolito dependiendo de la especie consumida.

Producción de guano

Se comparó la cantidad de guano producido diariamente y la cantidad de alimento consumido por las aves el día anterior, para ello se utilizó un análisis de regresión lineal simple.

RESULTADOS

Recuperación de los otolitos ingeridos

En promedio, los guanayes produjeron bolos durante el 55,05% (SD=6,58%; n=13) de los días que duró el experimento, variando la producción

de bolos entre 41,73 % y 65,10 %, dependiendo de cada individuo. El 37,81 % y el 48,64 % de las aves produjeron, respectivamente, bolos con otolitos y cristalinos al día siguiente de haber consumido su alimento (n=2.134). En estos bolos se encontró que sólo el 14,79% de los otolitos y el 26,61% de los cristalinos ingeridos son recuperados. El porcentaje de recuperación de los otolitos para cada especie utilizada como alimento de los guanayes se presenta en la tabla 1, donde se observa que el porcentaje de recuperación varía dependiendo de la especie consumida. El porcentaje de recuperación es menor en especies cuyos otolitos son pequeños y delgados (v.g. el consumo

Tabla 3. Tallas de los principales peces utilizados como alimento de los guanayes en cautiverio. Se presentan la moda y mediana de las tallas de los peces consumidos y la moda y mediana de las tallas estimadas de los peces consumidos a partir de los otolitos recuperados en los bolos residuales.

Peces consumidos y relación pez - otolito	Talla real de los peces consumidos			Talla estimada de los peces recuperados		
	Media ± DS	Moda	Mediana	Media ± DS	Moda	Mediana
<i>Pejerrey, Odontesthes regia</i>						
LT = -0,614 + 3,85 LO; R ² =0,940; n=260	15,97 ± 1,31 n=12.720	16,00	16,00	10,74 ± 2,80 n=1.020	13,50	10,94
<i>Anchoveta, Engraulis ringens</i>						
LT = 0,798 + 3,33 LO; R ² = 0,787; n=180	15,72 ± 0,86 n=3.342	16,00	15,50	13,91 ± 1,97 n=138	14,50	14,31
<i>Cabinza, Isacia conceptionis</i>						
LT = 13,54 + 161,12 W; R ² =0,811; n=154	18,54 ± 2,33 n=415	19,00	18,50	16,63 ± 2,61 n=318	16,50	16,26
<i>Mojarrilla, Stellifer minor</i>						
LT = 9,72 + 53,67 W; R ² =0,978; n=140	15,44 ± 2,26 n=367	15,00	15,00	13,24 ± 1,37 n=241	14,00	13,28
<i>Lorna, Sciaena deliciosa</i>						
LT = 12,69 + 97,23 W; R ² =0,968; n=200	20,55 ± 3,74 n=194	23,00	22,00	20,19 ± 1,98 n=67	20,50	20,24

LT: Longitud total del pez (cm)

LO: Longitud rostro-antirrostro del otolito (mm)

W: Peso del otolito (g)

de pejerrey fue del 73% y su porcentaje de recuperación fue tan sólo del 8,82%), en tanto que en especies que presentan otolitos grandes y voluminosos la recuperación es mayor (v.g. el consumo de coco fue del 2,22% y su porcentaje de recuperación fue del 69,15%).

Al expresar la composición de la dieta de los guanayes en función del total de alimento consumido y comparar estos resultados con aquellos obtenidos al estimar la dieta a partir del total de

otolitos recuperados de cada especie expresados como porcentaje del número total de otolitos recuperados (tabla 1), se obtuvo un coeficiente de correlación lineal simple de 0,942. Sin embargo, la pendiente de la recta fue 0,595 ($R^2=0,880$) lo que muestra que al analizar los datos de esta forma se subestima la dieta en un 40% (figura 1).

Un análisis similar se llevó a cabo luego de transformar los datos a frecuencias relativas y calcu-

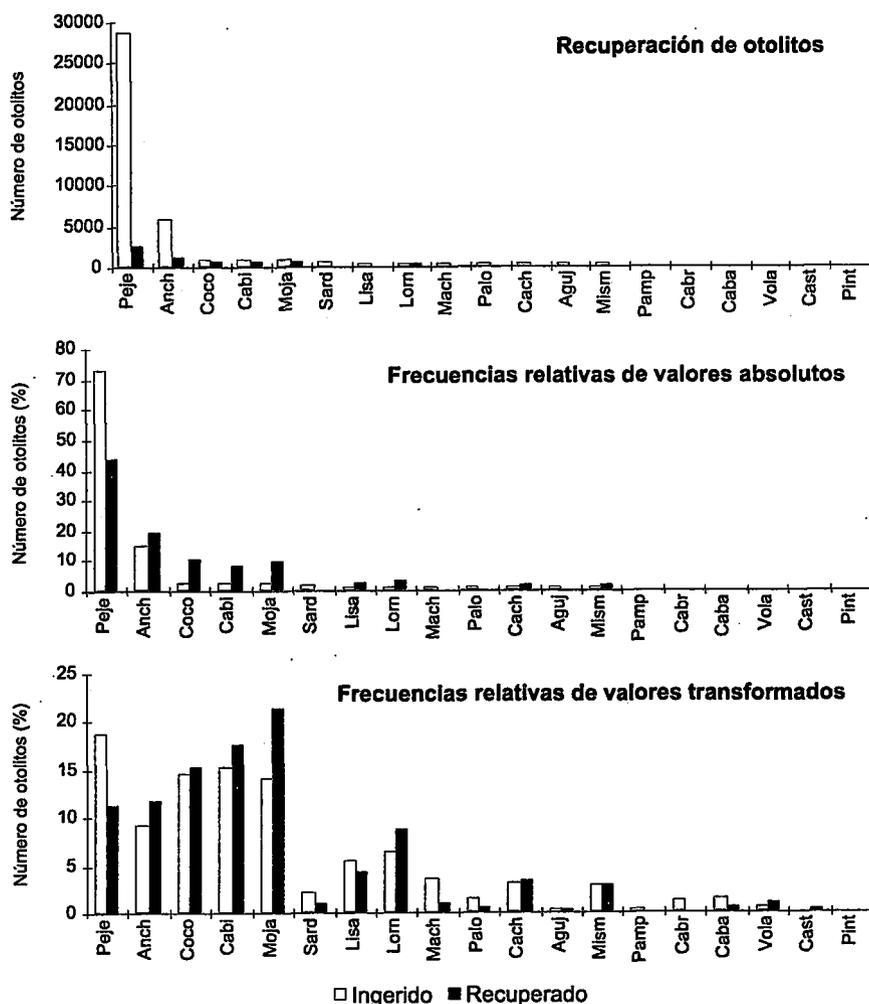


FIGURA 1. Recuperación de otolitos ingeridos por guanayes en cautiverio. Los gráficos de frecuencias absolutas y relativas muestran los diferentes resultados que se pueden obtener dependiendo de la forma como se analicen los datos.

otolitos grandes de especies como mojarrilla, lisa y lorna pueden permanecer hasta 5, 9 y 9 días respectivamente.

Producción de guano

En promedio, durante el experimento cada guanay produjo 113,78 gramos de guano por día. Al comparar la cantidad de guano producido diariamente y la cantidad de alimento consumido por las aves el día anterior, se encontró un coeficiente de correlación lineal simple de 0,278 (n=816), sin embargo, al agrupar los datos en períodos de 5 y 10 días, se obtienen valores del coeficiente de correlación de 0,744 (n=162) y 0,812 (n=84), respectivamente. El agrupamiento de datos se justifica en la variación que existe en el número de peces consumidos diariamente por las aves y en que los valores de peso del guano registrados, fueron resultado de las deyecciones de todos los individuos presentes en cada jaula y no de valores individuales. En ninguno de 23 días en los cuales se tamizó el guano producido por las aves se encontraron otolitos que hubieran sido expulsados con las heces.

DISCUSION

Existen diferentes métodos para obtener información cuantitativa sobre la dieta de las aves marinas. La obtención de contenidos estomacales que implica matar el ave no es deseable en la mayoría de los casos, además que la información requerida puede obtenerse por medio de lavados estomacales o usando eméticos e incluso, en forma natural, aprovechando que algunas especies como los cormoranes regurgitan al ser perturbadas. El examen de los bolos residuales y las heces, que contienen partes no digeribles del alimento, como los otolitos, proporciona buena información sobre las especies consumidas (FURNESS y MONAGHAN 1987), causando poco disturbio en las colonias y permitiendo utilizar grandes muestras en los estudios. Acerca del uso de los bolos residuales en los estudios sobre die-

ta en cormoranes, no existe opinión unánime. AINLEY *et al.* (1981), consideran que los bolos equivalen a una muestra estomacal, mientras que JOBLING y BREIBY (1986), sugieren que los bolos no proporcionan información adecuada para realizar una evaluación cuantitativa de la dieta.

JORDÁN (1959), estudiando la dieta del guanay a partir de estos bolos, encontró una recuperación del 50% a 70% de los otolitos ingeridos, porcentaje tres veces mayor al obtenido en el presente estudio, esto debido a que su análisis fue a partir de bolos residuales extraídos de los estómagos de las aves. Nuestro resultado es más similar en todo caso al resultado obtenido por DUFFY y LAURENSON (1983) con *Phalacrocorax capensis* y JOHNSTONE *et al.* (1990) con *Phalacrocorax aristotelis*. A pesar de la poca información que proporcionan los bolos sobre cantidad de alimento ingerido por los cormoranes, en ambos casos los autores concluyeron que estos pueden ser útiles en el estudio de la dieta, afirmando que la información que proporcionan es ideal para investigaciones de largo plazo y a un mínimo costo sobre cambios en el medio ambiente marino. En el sistema de afloramiento del Benguela (Sudáfrica), la variabilidad natural que se observa en la dieta del cormorán del Cabo *Phalacrocorax capensis* se viene utilizando para monitorear la dinámica y el comportamiento de las poblaciones de peces que son presa de esta ave (CRAWFORD, com. pers.; DUFFY *et al.* 1987) en tanto que en el mar peruano las variaciones en la dieta del guanay han mostrado tener relación con la disponibilidad de anchoveta reflejando los patrones de distribución de este recurso (JAHNCKE y GOYA 1997).

Si bien los resultados obtenidos a partir del análisis de los bolos residuales no proporciona información exacta sobre la cantidad de alimento ingerido debido a que las aves no producen bolos todos los días y a la pérdida de otolitos durante la digestión, la metodología tradicionalmente utilizada para analizar estos datos subestima aún más los resultados. La metodología propuesta en el presente trabajo permite, al trans-

formar los datos a frecuencias relativas, tener una mejor aproximación de la dieta y mayor precisión al estimar el consumo de cada presa. Por otro lado, conociendo el porcentaje de recuperación de los otolitos de las principales presas consumidas, es posible hacer una mejor estimación de la cantidad real de alimento consumido.

En lo que respecta a la erosión de los otolitos, DUFFY y LAURENSEN (1983) y JOHNSTONE *et al.* (1990) establecieron que la longitud de los otolitos recuperados en los bolos residuales disminuye debido a la digestión, afirmando que los otolitos recuperados a partir de los bolos residuales no reflejan de forma adecuada la talla de los peces ingeridos. Del mismo modo, los resultados del presente trabajo muestran que la estimación de las tallas de los peces consumidos a partir de los otolitos, no proporciona resultados exactos sobre las tallas de las presas consumidas; sin embargo, podrían ser utilizados teniendo siempre en cuenta que las tallas estimadas son inferiores a las consumidas en un 10% a 15% y que la erosión de los otolitos no es uniforme entre especies y entre diferentes tallas de una misma especie, tal como se desprende de la tabla 3.

Como se indicó, no todos los otolitos son expulsados el día siguiente de ser consumidos, DUFFY y LAURENSEN (1983) encontraron que los otolitos regurgitados provenían de peces consumidos el día anterior de ser producido el bolo en tanto que JOHNSTONE *et al.* (1990) encontró que la proporción de otolitos recuperados varía grandemente entre días y de acuerdo a la presa consumida, tal como se muestra en los resultados obtenidos en el presente trabajo. Sin embargo, conociendo que entre un 80% y 100% de los otolitos se recuperan en los dos días posteriores a la ingesta, es posible determinar los límites dentro de los cuales los resultados tienen validez.

Los resultados de este trabajo muestran que sin duda la información que proporcionan los bolos residuales es valiosa, pues permite conocer con gran precisión las proporciones en que se consumieron cada una de las presas. Este tipo de infor-

mación se viene empleando en la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del IMARPE, quienes plantean la posibilidad de utilizar estos estudios en el monitoreo de la abundancia y distribución de la anchoveta (JAHNCKE y GOYA 1997). Sin embargo, la información sobre tallas de peces consumidos que se puede obtener a partir de los otolitos recuperados, plantea aún problemas que deben ser resueltos, en los cuales se deberá continuar trabajando.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por permitir capturar los guanayes y brindar facilidades en las áreas visitadas. Agradecemos a RAFAEL INOCENTE quien en forma dedicada y responsable llevó a cabo la labor de alimentar y velar por el buen estado de las aves, además de realizar las mediciones de los peces consumidos y de los otolitos recuperados. Agradecemos también a CECILIA FLORES quien llevó al papel las ideas discutidas con ella sobre este tema y que dieron lugar al presente trabajo, a SAMUEL AMORÓS, ALEX GUILLÉN y JORGE CALVIMONTES por su participación en el cuidado de las aves. Asimismo, agradecemos al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio. Finalmente agradecemos a LUIS PAZ SOLDÁN por revisar el manuscrito preliminar del presente trabajo.

REFERENCIAS

- AINLEY, D.G., D.W. ANDERSON y P.R. KELLEY. 1981. Feeding ecology of marine cormorants in southwestern North America. *The Condor* 83: 120-131.
- AVILA, E. 1954. Potencia deyectiva del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. *Bol. Cia. Admora. Guano* 1(2): 22-49.
- DUFFY, D.C. y L.J.B. LAURENSEN. 1983. Pellets of Cape Cormorants as indicators of diets. *The Condor* 85: 305-307.
- DUFFY, D.C., R.P. WILSON, y M. P. WILSON. 1987. Spatial and temporal patterns of diet in the Cape cormorant off Southern Africa. *The Condor* 89: 830-834.
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.

- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. Bol. Lima 85: 79-95.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainvillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 16(1): 23-41.
- JOBLING, M. y A. BREIBY. 1986. The use and abuse of fish otoliths in studies of feeding habits of marine piscivores. Sarsia. 71: 265-274.
- JOHNSTONE, I.G., M.P. HARRIS, S. WANLESS y J.A. GRAVES. 1990. The usefulness of pellets for assessing the diet of adult Shags *Phalacrocorax aristotelis*. Bird Study 37: 5-11
- JORDÁN, R. 1959. El fenómeno de regurgitaciones en el guanay *Phalacrocorax bougainvillii* y un método para estimar la ingestión diaria. Bol. Cía. Admora. Guano 35(4): 23-40.
- KREBS, C.J. 1989. Ecological methodology. Harper and Row Publishers. New York. 654 pp.
- SCHLATTER R. y C. MORENO. 1976. Hábitos alimentarios del cormorán antártico, *Phalacrocorax atriceps bransfieldensis* (Murphy), en Isla Green, Antártica. Ser. Cient. Inst. Antárt. Chileno 4(1): 69-88.
- SIEGEL, S. 1956. Nonparametric statistics for the behavioral sciences. Mc Graw-Hill Book Company, INC. New York. 312 pp.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1984. Cambios en el régimen alimentario del guanay *Phalacrocorax bougainvillii*. Bol. Lima. 35: 85-91.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN. 1989. Composición por especies del contenido estomacal de guanay. p: 307-312. En: Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). Rev. Pacífico Sur (Número especial).
- VOGT, W. 1942. Informe sobre las aves guaneras. Bol. Cía Admora. Guano 18(13): 26,63 y 129.

ESTUDIOS SOBRE DIETA EN PIQUEROS COMO INDICADORES DE LA ESTRUCTURA POR TALLAS DE LOS STOCKS DE ANCHOVETA EN EL MAR PERUANO

JAIME JAHNCKE^{1,2} Y DOMENICA ZILERI³

RESUMEN

JAHNCKE, J. y D. ZILERI. 1998. Estudios sobre dieta en piqueros como indicadores de la estructura por tallas de los stocks de anchoveta en el mar peruano. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 47 - 54.

Las tallas de anchoveta consumida por el piquero *Sula variegata* fueron comparadas con aquellas capturadas por la pesquería industrial, tanto a partir de datos generales como son los desembarques en los puertos, como a partir de datos precisos como son la captura en embarcaciones que trabajan en áreas cercanas a las islas de estudio. El presente trabajo busca demostrar que la información que se obtiene por intermedio de la dieta de los piqueros puede suplir la carencia de datos provenientes de la pesquería. No se encontraron diferencias significativas al comparar las tallas de anchoveta consumida por piqueros y la capturada por la pesquería en la mayoría de los casos (92,86% con puertos y el 85,71% con embarcaciones). Los índices de similitud fueron elevados ($>0,60$) en el 78,57% de las comparaciones con puertos ($n=28$) y el 85,71% con embarcaciones ($n=7$). Correlaciones superiores a 0,70 resultaron del 75% de las relaciones con puertos y del 71,43% con embarcaciones; valores de 0,70 equivalen a coeficientes de determinación de 0,50, que indican un 50% de variaciones debido a factores inherentes al piquero o la pesquería. Hay que considerar que existe un rango de profundidades en el cual la pesquería puede capturar parte del recurso no disponible para los piqueros y que los piqueros pueden alimentarse de cardúmenes de anchoveta de menor tamaño que podrían no ser de interés para la pesquería, estos serían en todo caso los factores responsables. Los resultados obtenidos muestran que los estudios sobre la dieta de piqueros pueden ser útiles en el monitoreo de la estructura por tallas del stock de anchoveta, sobre todo en períodos de veda, ante la ausencia de información oportuna proveniente de los desembarques.

PALABRAS CLAVE: aves como indicadoras, anchoveta, *Engraulis ringens*, estructura por tallas, piquero peruano, *Sula variegata*, pesquería industrial.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. and D. ZILERI. 1998. Peruvian Booby diet studies as indicators of Peruvian anchovy stock size structure in the peruvian coast. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 47 - 54.

Anchovy sizes preyed by Peruvian Boobies *Sula variegata* were compared with those captured by the industrial fishery. Comparisons were done using general data from total landings and more precise data from fishing boats working near the studied islands. The aim of this work is to demonstrate that Peruvian Boobies diet can provide information about the size structure of the fish prey stock. Results show that there were not significant differences between anchovy sizes preyed by boobies and sizes captured by the fishery in 92,86% of comparisons made with landings and in 85,71% of comparisons made with fishing boats.

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

3 Apartado postal 01-0737, Lima 1, Perú.
E-mail: caretas@amauta.rcp.net.pe

Similarity indexes were higher than 0,60 in 78,57% of the comparisons made with landings ($n=28$) and in 85,71% of comparisons made with fishing boats ($n=7$). Correlation was higher than 0,70 in 75% of comparisons made with landings and in 71,43% of comparisons made with fishing boats. Values of 0,70 are similar to determination coefficient values of 0,50; which indicate that 50% of variation is due to boobies or fishery inherent factors. We must consider that there is a range in depths where the industrial fishery can capture anchovy not available for the boobies and also that boobies can feed on small anchovy schools that may not be of interest for the fishery; these could be some factors responsible of the variation. Obtained results show that Peruvian Boobies diet studies are useful in the permanent monitoring of the anchovy stock size structure. These studies can provide information even during the anchovy fishing closed season when data is not available.

KEY WORDS: seabirds as indicators, Peruvian Anchovy, *Engraulis ringens*, fish size structure, Peruvian Booby, *Sula variegata*, industrial fishery.

INTRODUCCION

Las aves marinas, al ser especies predadoras de niveles tróficos superiores, de amplia distribución, que se agregan en áreas oceánicas de alta productividad, pueden ser consideradas como monitores de los recursos del medio ambiente marino (CAIRNS 1987, MONTEVECCHI *et al.* 1988). Numerosos autores han propuesto que estas aves pueden servir como indicadoras de cambios en los stocks de peces de una manera inmediata y económica (ASHMOLE y ASHMOLE 1968, CAIRNS 1987, FURNESS y MONAGHAN 1987, CRAWFORD y DYER 1995, DUFFY *et al.* no pub.⁽⁴⁾).

Los estudios sobre dieta de aves guaneras, despertaron interés desde la mitad del siglo, ante la potencial competencia entre estas aves y la industria pesquera por los recursos. Desde entonces, se realizaron una serie de trabajos que mostraron de alguna manera la importancia de la anchoveta *Engraulis ringens* en la dieta de estas aves (GAMARRA 1941; AVILA 1954; JORDÁN 1959, 1961; GALARZA 1968; TOVAR y GALARZA 1984; TOVAR y GUILLÉN 1988, 1989; TOVAR *et al.* 1988; GUILLÉN 1993). A partir de 1994 el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) inicia un monitoreo permanente de la dieta del guanay y el piquero, recolectando y analizando periódicamente bolsos de guanay y regúrgitos de piquero, que permi-

tieron observar que las variaciones latitudinales y estacionales en el consumo de anchoveta se relacionan con los patrones conocidos de disponibilidad de esta presa (JAHNCKE y GOYA 1997, ZILERI 1997).

MUCK y PAULY (1987) al analizar los tamaños de anchoveta consumida por el piquero y aquella capturada por la pesquería, observaron coincidencia en la frecuencia de longitudes de este recurso para el período comprendido entre 1965 y 1978, e indicaron que existe un grado de traslape que no era de extrañar. TOVAR y GUILLÉN (1988) encontraron semejanza entre las tallas de sardina consumida por el piquero y aquellas que eran capturadas por la pesquería industrial en 1986.

La información pesquera (captura por embarcación y desembarques en puerto) es utilizada en el análisis de la dinámica poblacional de los peces capturados. En el caso de la anchoveta, esta información permite estimar índices de mortalidad, reclutamiento y determinar parámetros de crecimiento, que finalmente permiten monitorear los cambios en magnitud de la biomasa de este recurso. Sin embargo, esta información no está disponible durante los períodos de veda, que coinciden con los períodos reproductivos de los peces.

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objetivo de demostrar que exis-

(4) DUFFY, D.C., R.P. WILSON, A. BERRUTI y S.C. BRONI. Monitoring anchovy populations through seabird diets. 21 pp.

te una elevada similitud entre la composición por tallas de la anchoveta consumida por los piqueros y la capturada por la pesquería. Este hecho implicaría que la información sobre dieta de piqueros puede suplir la carencia de información proveniente de la pesquería de anchoveta, sobre todo cuando es difícil obtener información oportuna.

MATERIAL Y METODOS

Las muestras corresponden a anchoveta regurgitada por piqueros en las Islas Lobos de Tierra (06°28' S, 80°50' W), Macabí (07°48' S, 79°30' W), Mazorca (11°24' S, 77°45' W) y Chincha (13°39' S, 76°25' W) y Coles (17°42' S, 71°23' W), entre mayo de 1995 y agosto de 1997. En Punta Coles se colectaron desde febrero de 1996. Los regúrgitos se recolectaron por la tarde, cuando las aves regresaron a la colonia después de alimentarse, siguiendo el procedimiento descrito por TOVAR (1988). Las anchovetas fueron medidas individualmente en las áreas de estudio al momento de la recolección, utilizando reglas metálicas con precisión al milímetro. Se midieron en total 6.723 anchovetas a partir de 1.965 regúrgitos de piquero. En el 32% de los casos se encontró menos de la mitad del ejemplar, estos fueron descartados para efecto de las comparaciones, quedando en total una muestra de 4.577 anchovetas.

Las tallas de anchoveta fueron comparadas con aquéllas capturadas por la pesquería industrial. Estos datos fueron proporcionados por el Área de Seguimiento de la Pesquería Pelágica del IMARPE y corresponden a los puertos de Paita (05°04' S; 81°06' W), Chicama (07°40' S; 79°26' W), Huacho (11°06' S; 77°36' W), Pisco (13°43' S; 76°13' W) e Ilo (17°39' S; 71°21' W) para los meses en que simultáneamente se realizó la recolección de las muestras de piquero. Asimismo, fueron comparadas con las tallas de anchoveta capturada por embarcaciones que trabajaban en las cuatro (4) áreas isoparalitorales más cercanas a las islas Macabí, Mazorca y

Chincha, para la semana en que se llevó a cabo la recolección de las muestras de piquero, estos datos fueron proporcionados por el Proyecto de Estudio de Bitácoras de Pesca del IMARPE.

Se determinó si existen diferencias significativas en la distribución por tallas de la anchoveta consumida por el piquero y la capturada por la pesquería con los datos generales de los puertos más cercanos y con datos más precisos de las embarcaciones que pescaron en las áreas, para esto se utilizó la prueba de MANN-WHITNEY (SIEGEL 1956). Asimismo, se calcularon las frecuencias por tallas (al 0,5 cm) de la anchoveta consumida por los piqueros, la desembarcada en los puertos y la capturada por las embarcaciones; se determinó el porcentaje de traslape y la correlación entre la anchoveta consumida por los piqueros y la capturada por la pesquería (en puertos y embarcaciones), utilizando el índice de MORISITA simplificado y la correlación de SPEARMAN, respectivamente.

RESULTADOS

La moda de la anchoveta consumida por los piqueros sin considerar área y mes evaluado fue 15 cm, la mediana 14,5 cm y el promedio 14,36 cm (rango= 6,5-20; n=4.577). La moda y la mediana de la anchoveta desembarcada en los puertos durante los meses que coincidieron con los muestreos de la dieta de los piqueros fue 15 cm y el promedio fue 15,03 cm (rango= 6,5-20; n=77.586.564); en tanto que, la moda y la mediana de la anchoveta capturada por embarcaciones en Chicama, Huacho y Pisco en semanas que coincidieron con el muestreo de piqueros fue 15 cm y el promedio 15,1 cm (rango=7,5-19; n=683.884).

Las tallas de la anchoveta consumida por los piqueros no presentaron diferencias significativas de aquéllas capturadas por la pesquería en puertos y en embarcaciones (tabla 1). El 92,86% de las comparaciones hechas entre piqueros y puertos (n=28) y el 85,71% de aquéllas realiza-

das entre piqueros y embarcaciones ($n=7$) para las diferentes islas y puntas en estudio entre 1995 y 1997 fueron no significativas (MANN-WHITNEY; $P>0,05$); con excepción, de Mazorca en mayo de 1995 (puertos: MANN-WHITNEY=319,0; $P=0,022$) y Chincha en junio de 1997 (puertos: MANN-WHITNEY=314,5; $P=0,005$; embarcaciones: MANN-WHITNEY=360,0; $P=0,047$).

En la tabla 1 se puede observar que existe un traslape alto entre el tamaño de las anchovetas consumidas por el piquero y aquellas capturadas por la pesquería. El 78,57% de las comparaciones hechas entre piqueros y puertos ($n=28$) y el 85,71% de aquellas realizadas entre piqueros y embarcaciones ($n=7$) resultaron en valores superiores a 0,60 en el índice de MORISITA Simplificado (tabla 1).

Las correlaciones entre las tallas de anchoveta consumida por los piqueros y las tallas de anchoveta de los desembarques en los puertos tuvieron en el 100% de los casos ($n=28$) valores superiores a 0,50 y en 75% valores superiores a 0,70. Estos índices de correlación de SPEARMAN entre las tallas consumidas por los piqueros y aquellas capturadas por las embarcaciones en áreas cercanas a las islas tuvieron valores superiores a 0,50 en el 85,71% de los casos ($n=7$) y valores superiores a 0,70 en el 71,43% de los casos (tabla 1).

DISCUSION

Los piqueros han demostrado ser selectivos en cuanto al consumo de su presa, consumiendo principalmente anchoveta en tallas adultas. Así, JAHNCKE y GOYA (1997) afirman que el 89% de la anchoveta que consumen estas aves es mayor de 12 cm. La selectividad del piquero por presas grandes está relacionada con su estrategia de forrajeo; estas aves necesitan lanzarse desde el aire para alcanzar profundidades dentro del agua de 5 m (DUFFY y JACKSON, 1986) a 15 m (JORDÁN 1967, en MUCK y PAULY 1987), por lo que el consumir presas de menor tamaño representaría un

alto costo energético que estas presas no compensarían (JAHNCKE y GOYA 1997).

Estimaciones generales sobre la distribución vertical de los cardúmenes de anchoveta muestran que ésta alcanza -bajo condiciones normales- profundidades de 20 a 40 m según MATHISEN (1989), 6 a 20 m según CLARCK (1954, en MUCK y PAULY 1987), 10 a 30 m según JORDÁN (1967, en MUCK y PAULY 1987) y 7 a 18 m según GUILLÉN *et. al.* (1969, en MUCK y PAULY 1987). Durante la noche, la anchoveta se distribuye sobre los 20 m y de día se le puede encontrar a mayores profundidades (MATHISEN 1989). La pesquería industrial de anchoveta ha desarrollado una tecnología de acuerdo a las características y comportamiento de este recurso. Así, la anchoveta es capturada encerrándola con una red de cerco de 500 m de largo y malla pequeña, alcanzando profundidades de 64 m (AGÜERO 1987). Las medidas de manejo de la anchoveta buscan proteger los ejemplares juveniles (menores a 12 cm) prohibiendo su captura; de esta manera, el porcentaje que se acepta en los desembarques no debe exceder del 10%⁽⁵⁾.

En el presente trabajo se ha encontrado una elevada similitud entre la estructura por tallas de la anchoveta consumida por el piquero y la capturada por la pesquería, tanto a partir de la información de los puertos (figura 1) como de las embarcaciones muestreadas por IMARPE (figura 2). Los resultados (tabla 1) sugieren en todo caso que tanto los piqueros como la pesquería explotan en cada área la misma parte del stock, independientemente de la capacidad de alcanzar mayores profundidades. Los valores de correlación mencionados son altos, sin embargo, un valor de 0,70 equivale a un coeficiente de determinación de 0,50; el que indica que un 50% de las variaciones entre las estructuras de tallas

(5) La RM 643-97-PE del 23 de febrero de 1997, en su artículo 8vo, prohíbe la extracción y procesamiento de ejemplares juveniles de anchoveta de tallas menores a 12 cm de longitud total, permitiendo como máximo 10% en número de ejemplares juveniles como captura incidental.

Tabla 1. Comparación de las frecuencias de longitud de anchoveta consumida por los piqueros y capturada por la pesquería, a partir de información general de los desembarques en los puertos y de información precisa de áreas cercanas a las islas. Se presentan los valores del *U* de Mann-Whitney, del Índice de Morisita y de la correlación de Spearman.

Isla o Punta	Año y mes de muestreo	Comparación de tallas entre piqueros y puertos			Comparación de tallas entre piqueros y embarcaciones		
		MANN-WHITNEY	MORISITA	SPEARMAN	MANN-WHITNEY	MORISITA	SPEARMAN
Isla Lobos de Tierra	96/11	460,50	0,47	0,79			s/d
Isla Lobos de Tierra	97/04	429,00	0,79	0,82			s/d
Isla Macabí	95/05	421,00	0,76	0,71			s/d
Isla Macabí	95/07	472,00	0,83	0,88			s/d
Isla Macabí	95/11	440,00	0,98	0,88			s/d
Isla Macabí	96/02	442,00	0,83	0,68			s/d
Isla Macabí	96/04	463,00	0,80	0,87	480,00	0,69	0,84
Isla Macabí	96/06	467,00	0,46	0,58	426,00	0,39	0,49
Isla Macabí	96/08	420,00	0,92	0,68			s/d
Isla Macabí	96/12	458,00	0,76	0,77			s/d
Isla Macabí	97/04	476,50	0,57	0,78	453,00	0,64	0,73
Isla Macabí	97/05	414,50	0,89	0,84	465,00	0,95	0,83
Isla Macabí	97/06	446,00	0,91	0,88			s/d
Isla Mazorca	95/05	319,00 *	0,44	0,8			s/d
Isla Mazorca	95/11	431,50	0,67	0,58			s/d
Isla Mazorca	96/02	404,00	0,36	0,78			s/d
Isla Mazorca	96/04	434,00	0,82	0,81	434,00	0,90	0,71
Isla Mazorca	96/06	440,00	0,74	0,75			s/d
Islas Chincha	95/05	443,00	0,68	0,59			s/d
Islas Chincha	95/11	468,00	0,89	0,97			s/d
Islas Chincha	96/02	459,00	0,93	0,88			s/d
Islas Chincha	96/04	412,00	0,88	0,85			s/d
Islas Chincha	96/06	449,50	0,91	0,87			s/d
Islas Chincha	97/04	464,50	0,42	0,84	461,00	0,95	0,89
Islas Chincha	97/06	314,50 *	0,63	0,61	360,00 *	0,62	0,62
Punta Coles	96/02	391,50	0,63	0,69			s/d
Punta Coles	96/06	438,00	0,76	0,8			s/d
Punta Coles	96/08	441,00	0,68	0,83			s/d

* significativo ($P < 0,05$)

s/d sin datos en fechas o en áreas cercanas a las del muestreo de piqueros

está influenciado por factores inherentes a los piqueros o la pesquería. Los factores responsables de este 50% de variación se relacionan con el hecho de que existe un rango de profundidades en el cual la pesquería puede capturar parte

del recurso que no está disponible para los piqueros y a que éstos, a su vez, pueden alimentarse de cardúmenes de anchoveta de menor tamaño (JAHNCKE Y GOYA 1997) que no serían de interés para la pesquería.

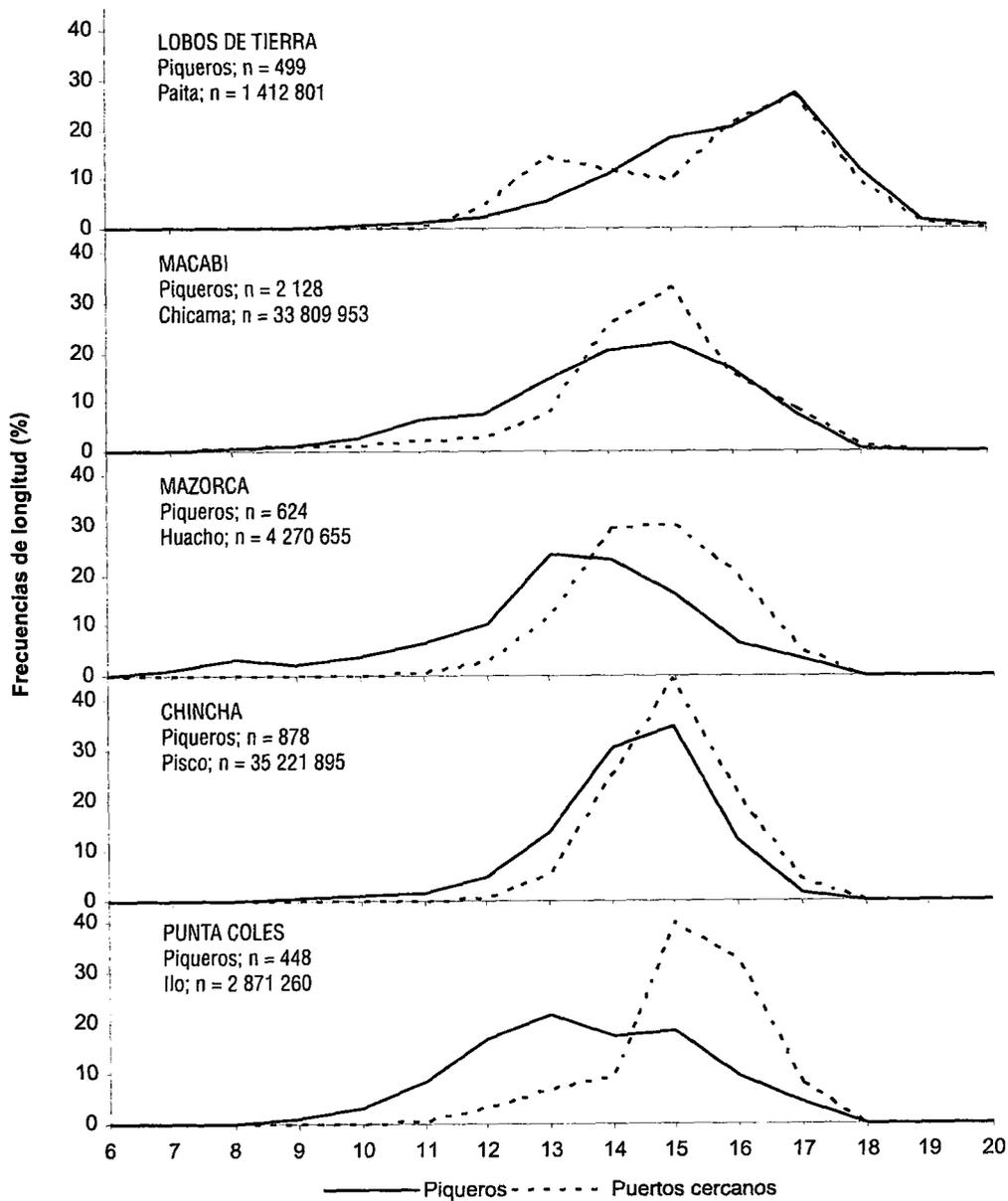


FIGURA 1. Comparación de las frecuencias de longitud de la anchoveta consumida por los piqueros y la capturada por la pesquería en los puertos más cercanos a las islas y puntas muestreadas.

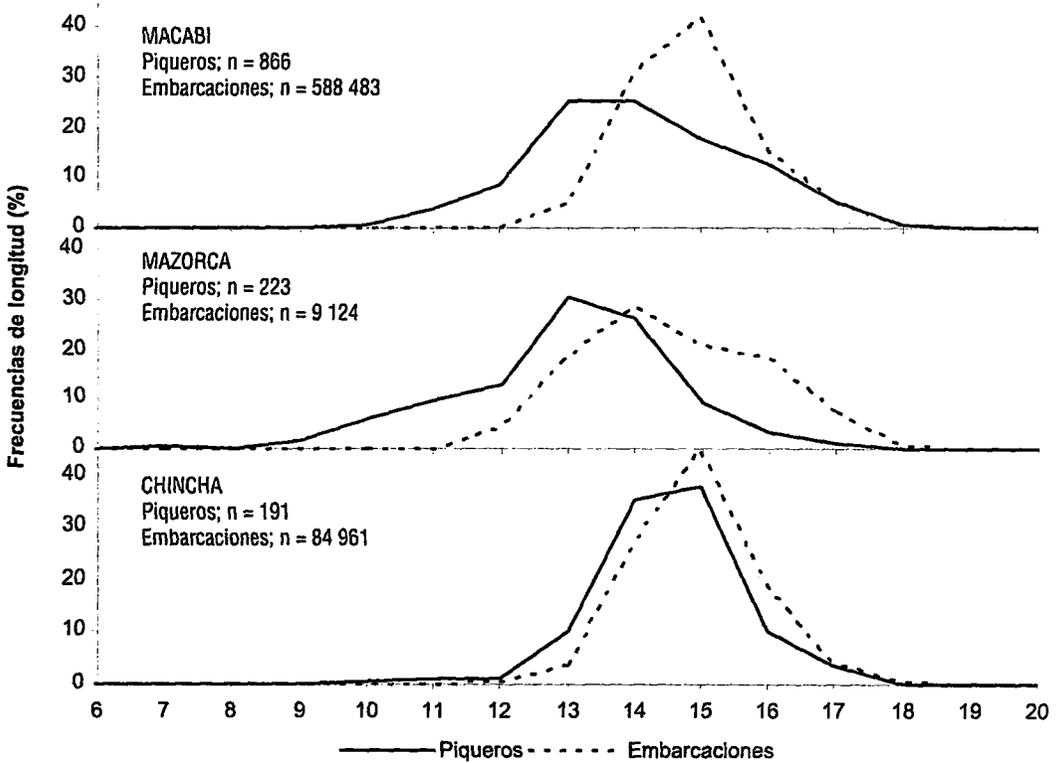


FIGURA 2. Comparación de las frecuencias de longitud de la anchoveta consumida por los piqueros y la capturada por embarcaciones pesqueras en áreas cercanas a las islas muestreadas.

Los resultados obtenidos muestran que los estudios sobre la dieta de estas aves no sólo pueden contribuir en el monitoreo de los patrones de abundancia y distribución de los stocks de anchoveta (JAHNCKE y GOYA 1997), sino que además, son útiles en el monitoreo permanente de la estructura por tallas de estos stocks, sobre todo en los períodos de veda, ante la ausencia de información al día y oportuna proveniente de los desembarques. El grado de traslape entre los piqueros y la pesquería sugiere que existe competencia por la anchoveta, hecho que se debe considerar en la toma de decisiones respecto al ordenamiento de las pesquerías y sobre todo en el manejo integral del ecosistema marino.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de

las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas. Asimismo, agradecemos a AQUILES GARCÍA-GODOS, RAÚL SÁNCHEZ, CECILIA FLORES, CAROLINA PICKENS, DANIEL COSSIOS, OTTO RIOFRÍO, ULLYSES BUCCICARDI, LILIANA AYALA, ELDA CABRERA, ROSSANA PAREDES y CARLOS ZAVALAGA por su participación en el análisis *in situ* de los regúrgitos. Agradecemos también al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio. Finalmente agradecemos a ELISA GOYA y LUIS PAZ SOLDÁN por revisar el manuscrito preliminar del presente trabajo.

REFERENCIAS

AGÜERO M. 1987. A Bioeconomic model of the Peruvian pelagic fishery. p: 307-324. En: PAULY, D. e I. TSUKAYAMA (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling

- ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- ASHMOLE, M.J y N.P. ASHMOLE. 1968. The use of food samples from sea birds in the study of seasonal variation in the surface fauna of tropical oceanic areas. *Pacific Science* 22(1): 1-10.
- AVILA, E. 1954. Potencia deyeectiva del guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*). *Bol. Cía. Admora. Guano* 1(2): 22-49.
- CAIRNS, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological Oceanography*. 5: 261-271.
- CRAWFORD, R.J.M. y B.M. DYER. 1995. Responses by four seabird species to a fluctuating availability of Cape anchovy *Engraulis capensis* off South Africa. *Ibis* 137: 329-339.
- DUFFY, D.C. y S. JACKSON. 1996. Diet studies of seabirds: A review of methods. *Colonial Waterbirds*. 9: 1-7.
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.
- GALARZA, N. 1968. Informes sobre estudios ornitológicos realizados en el laboratorio en la Puntilla (Pisco) en seriembre de 1965/66. *Ser. Inf. Esp. Inst. Mar Perú* 31: 1-20.
- GAMARRA, L. 1941. Relación entre la cantidad de alimento ingerido por las aves guaneras y el guano aprovechable que producen. *Bol. Cía. Admora. Guano* 17(3): 103-114.
- GUILLÉN, V. 1993. Alimentación de las aves guaneras y reproducción de lobos marinos en el Perú. *Bol. Lima*. 85: 79-95.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainvillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú* 16(1): 23-41.
- JORDÁN, R. 1959. El fenómeno de las regurgitaciones en el guanay (*Phalacrocorax bougainvillii*) y un método para estimar la ingestión diaria. *Bol. Cía. Admora. Guano* 35(4): 23-40.
- JORDÁN, R. 1961. Las aves guaneras, la cadena alimentaria y la producción de guano. *Bol. Cía. Admora. Guano* 37(3): 19-20.
- MATHISEN, O.A. 1989. Adaptation of the anchoveta (*Engraulis ringens*) to the Peruvian Upwelling System. p: 220-234. En: PAULY, D., P. MUCK, J. MENDO e I. TSUKAYAMA (Eds.). *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18. 438 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- MONTEVECCHI, W.A., V.L. BIRT y D.K. CAIRNS. 1988. Dietary changes of seabirds associated with local fisheries failures. *Biological Oceanography* 5: 153-161.
- MUCK, P. y D. PAULY. 1987. Monthly anchoveta consumption of guano birds, 1953 to 1982. p: 219-233. En: PAULY, D., P. MUCK, J. MENDO e I. TSUKAYAMA (Eds.). *The Peruvian Upwelling Ecosystem: Dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18. 438 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- SIEGEL, S. 1956. *Nonparametric statistics: for the behavioral sciences*. Mc Graw-Hill. USA. 312 pp.
- TOVAR, H. y N. GALARZA. 1984. Cambios en el régimen alimentario del guanay. *Bol. Lima* 35: 85-91.
- TOVAR, H. y V. GUILLÉN. 1988. Comportamiento alimenticio del piquero *Sula variegata*, ave guanera peruana. *Bol. Lima* 60: 85-90.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN. 1989. Composición por especies del contenido estomacal de guanay. p: 307-312. En: *Memorias del Simposio Internacional de los recursos vivos y las pesquerías en el Pacífico Sudeste*. Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS). *Rev. Pacífico Sur* (Número especial).
- TOVAR, H., D. CABRERA y V. GUILLÉN. 1988. Predación de piquero *Sula variegata* (Aves: Sulidae) sobre peces en el litoral peruano. p: 329-334. En: SALZWEDEL, H. y A. LANDA (Eds.). *Recursos y dinámica del ecosistema de afloramiento peruano*. *Bol. Inst. Mar Perú Vol. Extraordinario*. 382 pp.
- ZILERI, D. 1997. Variación latitudinal y temporal del piquero peruano (*Sula variegata* TSHUDI, 1845) en la costa peruana entre mayo de 1995 y agosto de 1996. Tesis para optar el título de biólogo. UNALM- Lima. 118 pp.

LA BIOLOGÍA REPRODUCTIVA DE LAS AVES GUANERAS Y SUS RELACIONES CON LA DISPONIBILIDAD DE ANCHOVETA

JAIME JAHNCKE^{1,2} Y LUIS PAZ-SOLDÁN³

RESUMEN

JAHNCKE, J. y L. PAZ-SOLDÁN. 1998. La biología reproductiva de las aves guaneras y sus relaciones con la disponibilidad de anchoveta. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 55 - 66.

Se presenta información sobre características reproductivas de las aves guaneras, con énfasis en el piquero peruano *Sula variegata*. Se analizan parámetros de crecimiento calculados para polluelos de piquero, guanay, pelcano y camanay en las islas Lobos de Tierra, Macabí y Mazorca y en la Punta San Juan. Se encontraron tasas de crecimiento mayores en polluelos nacidos en verano que en los nacidos en invierno, hecho que se relaciona con la mayor disponibilidad de alimento que se presenta durante esta estación. Se compararon los pesos de los volantones de guanay, piquero y camanay según tamaño de colonia y estación. Los pesos de volantones de guanay en Macabí y San Juan (colonias de regular y pequeño tamaño) fueron mayores que los de Mazorca (colonia de gran tamaño) en la misma estación. En piqueros, los volantones más pesados se presentaron en Macabí y San Juan en verano. La reproducción del piquero coincide con la mayor disponibilidad de alimento que se presenta durante esta estación. Este patrón se ha visto afectado por el evento El Niño 97-98. La estacionalidad reproductiva en Macabí y Mazorca es similar; sin embargo, el éxito reproductivo en la primera fue porcentualmente más del doble que la segunda. Se encontró una alta tasa de pérdida de huevos por agresividad territorial en Macabí, que estaría relacionada con la mayor densidad de esta colonia.

PALABRAS CLAVE: Biología reproductiva, piquero peruano *Sula variegata*, guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, pelcano peruano *Pelecanus thagus*, camanay *Sula nebowxii*.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. and L. PAZ-SOLDÁN. 1998. Breeding biology of Peruvian guano-producing seabirds and its relationship with Peruvian anchovy availability. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 55 - 66.

Reproductive characteristics of Peruvian Guano-birds are presented with emphasis on Peruvian Boobies *Sula variegata*. Chick growth parameters for Peruvian Boobies, Guanay Cormorants, Peruvian Pelicans and Blue Footed Boobies on Lobos de Tierra, Macabi and Mazorca islands and Punta San Juan were analyzed. Larger growth rates were found for chicks hatched in summer. This is related to the larger food availability during this season. Fledglings weights of mentioned species were compared by colony size and season. Guanay Cormorants fledgling weights on Macabi and San Juan (medium and small colonies) were higher than those in Mazorca (large colony) in the same season. The heaviest Peruvian Booby fledglings were found in Macabi and San Juan in summer. Peruvian Boobies breeding season coincides with the higher food availability during this season; this pattern has been affected by El Niño event 97-98. Breeding season on Macabi and Mazorca are similar; however, breeding success in Mazorca is twice that in Macabi. A high rate of lost eggs due to higher colony density and related to territorial competence was found in Macabi.

KEY WORDS: Breeding biology, Peruvian Booby *Sula variegata*, Guanay Cormorant *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, Peruvian Pelican *Pelecanus thagus*, Blue Footed Booby *Sula nebowxii*.

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

3 Av. Perú 1409, Lima 21, Perú.
E-mail: pazzsoldan@datos.limaperu.net

INTRODUCCION

Es ampliamente reconocido que los aspectos reproductivos de las aves marinas pueden ser utilizados como indicadores de la disponibilidad de alimento, y en consecuencia del estado del ambiente marino (FRANK Y BECKER 1992, WILLIAMS Y CROXAL 1990, BOERSMA 1990, VAN HEEZIK Y DAVIS 1990, FURNESS Y MONAGHAN 1987, RICKLEFS *et al.* 1984). Se han sugerido una variedad de parámetros para evaluar la reproducción de las aves (CAIRNS 1987) entre los que destaca el cálculo de las tasas de crecimiento. Sin embargo, se conoce poco la sensibilidad de dichos parámetros a las condiciones ambientales de un sistema en un tiempo dado.

Los patrones de crecimiento en aves sintetizan la información de las adaptaciones y la adaptabilidad individual de los polluelos y sus padres a los factores ambientales (RICKLEFS 1968) y reflejan sus adaptaciones a las restricciones energéticas -v.g. variabilidad en la disponibilidad de alimento- u otro factor ecológico. Las variaciones en las tasas de crecimiento entre polluelos reflejan la variabilidad del ambiente y/o las variaciones de la adaptabilidad individual (NISBET *et al.* 1995). Esta variabilidad de adaptaciones y de adaptabilidad influye en el éxito reproductivo de las aves marinas (FURNESS Y MONAGHAN 1987).

Otros parámetros utilizados son la talla y peso de los volantones, el número de volantones por nidada, la estacionalidad reproductiva, tamaño de las colonias, el comportamiento reproductivo, etc. (CCAMLR 1991, VAN HEEZIK Y DAVIS 1990, LECROY Y LECROY 1974, BOERSMA 1990, HAHN 1981, WILLIAMS Y CROXALL 1991, BROWN *et al.* 1990). Sin embargo, las interpretaciones basadas sólo en uno de estos parámetros pueden conducir a apreciaciones erradas sobre la abundancia de los *stocks* de peces.

La dinámica poblacional y el desempeño reproductivo de las aves marinas que se reproducen en el litoral peruano están influidas principal-

mente por la disponibilidad de alimento, las condiciones climáticas y las actividades humanas (TOVAR *et al.* 1987). El guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii*, el piquero *Sula variegata* y el pelícano *Pelecanus thagus* merecen particular atención por ser las principales productoras del "guano de isla" y entre las aves marinas, las principales predadoras de los recursos pelágicos. Sin embargo, considerando la importancia económica y ecológica de estas aves, es poca la atención que ha sido puesta en el estudio de sus aspectos reproductivos, principalmente aquéllos relacionados con su adaptabilidad a las fluctuaciones en la disponibilidad de alimento, a condiciones climáticas desfavorables y a los efectos de las actividades humanas.

El Mar Peruano es uno de los más ricos del mundo. Su sistema de afloramiento ofrece recursos para soportar grandes masas de peces y crustáceos, que a su vez sostienen grandes poblaciones de aves y mamíferos marinos, constituyendo así la base de las pesquerías en el Perú. A pesar de su abundancia, la irregularidad en el tiempo y en el espacio es una característica de los recursos hidrobiológicos de interés para las aves, por lo que éstas han desarrollado estrategias de forrajeo y reproducción que optimizan su esfuerzo energético. La anomalía del sistema climático del Pacífico, conocida como El Niño se presenta en forma recurrente, alterando las características del Mar Peruano y generalmente trae consigo graves consecuencias ecológicas para las aves, pues la disponibilidad de alimento alcanza niveles mínimos extremos, con lo que no sólo se anula su capacidad reproductiva sino que se presenta un «cuello de botella» ecológico (SOULÉ Y WILCOX 1980) para sus poblaciones, las que disminuyen por emigración y mortalidad (ARNTZ Y FAHRBACH 1996).

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objeto determinar como las aves guaneras adecúan su reproducción a la va-

riabilidad en el ambiente del que consiguen su alimento.

MATERIAL Y METODOS

Período y áreas de estudio

El estudio se realizó entre setiembre de 1996 y mayo de 1997 en las islas Macabí (07°48'S; 79°30'W) y Mazorca (11°23'S; 77°45'W) y en Punta San Juan (15°22'S; 75°22'W). Entre enero y mayo de 1997, se capturaron y midieron polluelos y volantones de guanay, piquero y pelícano en las Islas Macabí, Mazorca y en Punta San Juan. El desempeño de anidación mencionado corresponde al período reproductivo ocurrido entre setiembre de 1996 y abril de 1997 en Macabí y Mazorca.

Toma de las muestras

En este estudio se consideran los siguientes tres parámetros para el análisis del éxito reproductivo de las aves:

- tasas de crecimiento de piquero, guanay, camanay y pelícano;
- medida de los volantones de piquero, guanay y camanay;
- éxito de eclosión y anidación de piquero.

Tasas de crecimiento en polluelos

Piquero.- Para el caso del piquero el estudio de este parámetro se plantearon dos metas:

La primera meta, fue describir el desarrollo de polluelos durante su fase en el nido. Al proceso relacionado con esta meta se le denominará en el resto del informe como Análisis de Curvas Individuales (en adelante ACI). Para analizar la magnitud, forma y velocidad del desarrollo se monitoreó el crecimiento individual de un grupo de polluelos entre el 17 de febrero y el 9 de mayo de 1997 en Punta San Juan. Para ello, se pesaron y midieron los polluelos en intervalos

de 5 días. Fueron medidas: la parte descubierta de la mandíbula superior (en adelante, pico); la porción del ala -flexionada en ángulo recto- comprendida desde la muñeca hasta el extremo de las falanges o la pluma primaria externa (en adelante, ala); y la pata -flexionada en ángulo recto- desde el metatarso hasta el extremo de la falange central (en adelante, pata). Los pesos se tomaron utilizando balanzas Pesola de 100 g, 500 g y 2.500 g, con precisiones de 1 g, 5 g y 50 g respectivamente; el pico se midió utilizando un calibrador vernier (precisión de 0,05 mm) y las otras medidas se tomaron con ayuda de una regla graduada en milímetros. Con esta información se calculó la asíntota (en adelante a), una constante directamente relacionada al punto de inflexión (en adelante b) y una constante directamente relacionada con la tasa de crecimiento (en adelante k), estimadores de la magnitud, forma y velocidad de la función que describe el crecimiento de un polluelo.

La segunda meta fue afinar el método por el cual se calculan los mismos parámetros a y k que estiman el crecimiento. En este caso estos parámetros representan el desarrollo combinado de un grupo de polluelos de diferentes edades en un momento y lugar determinado, a partir de incrementos en peso, pata, pico y ala en intervalos de 5 días (RICKLEFS y WHITE 1975). Para ello se capturaron polluelos en las Islas Mazorca, Macabí y Punta San Juan. En adelante al proceso relacionado con esta meta se le denominará Análisis de Curvas Compuestas (en adelante ACC).

Guanay y pelícano.- La gran movilidad que adquieren los polluelos de estas especies cuando alcanzan el 50% del desarrollo no permitió completar las series de datos y utilizar el ACI. En tal sentido, el cálculo de parámetros de crecimiento de polluelos de guanay y pelícano se hizo mediante el ACC (RICKLEFS y WHITE 1975), manteniendo las mismas especificaciones utilizadas para el caso del piquero, a cada polluelo se le pesó y midió pata, pico y ala cada 5 días.

Camanay. Se capturaron polluelos de Camanay en la isla Lobos de Tierra y se calcularon los parámetros de crecimiento utilizando el ACC (RICKLEFS y WHITE 1975), manteniendo las mismas especificaciones utilizadas para el caso de las especies mencionadas; a cada polluelo se le pesó y midió pata, pico y ala cada 5 días.

Medida de volantones

Se tomaron como medidas de volantones a los valores promedio calculados a partir de las medidas de ala, pico y pata y los pesos de polluelos con plumaje completo, patas cubiertas de guano y sin vuelo, próximos a abandonar el nido. Todo volantón capturado fue debidamente anillado.

Exito de eclosión y anidación

En las islas Mazorca y Macabí se registró diariamente el contenido de los nidos previamente identificados en las colonias. En las islas Mazorca y Macabí, fueron seleccionadas áreas para la vigilancia de nidos de piquero. Cada cierto período se registró el contenido de cada nido. Para ello, se tomaron como medida referencial la edad del polluelo, el desarrollo de las plumas, categorizando 11 estadios, incluyendo el de volantón.

Análisis de los datos

Tasas de crecimiento en polluelos

Para el ACI se desconocía la edad real de todos los individuos al momento de iniciar las mediciones. Por este motivo, se procedió a estimar la edad de los polluelos. Primero se construyeron curvas promedio de crecimiento para el ala, la pata y el pico de tres polluelos de edad conocida. Para el análisis de las curvas que describen el crecimiento se utilizó el módulo de funciones no lineales de SYSTAT 5.0. Considerando el valor del coeficiente de determinación y el de la suma de cuadrados del residual, se determinó entre los modelos matemáticos Logístico, de GOMPertz y de VON BERTALANFFY cual describe mejor el crecimiento. Otro criterio de decisión

fue considerar el coeficiente de correlación lineal, utilizando el método de RICKLEFS (1967). Para el cálculo de dichos coeficientes se utilizó el módulo para análisis de datos de EXCEL 5.0.

Una vez escogido el modelo a utilizar, que en todos los casos fue el Logístico, se calcularon los parámetros que describen las curvas: la asíntota (a), la constante que describe la tasa de desarrollo (k), y la constante que describe el punto de inflexión (b). Con dichos parámetros se calculó la magnitud de las variables según la edad. A partir del crecimiento del ala principalmente, complementado con el crecimiento de las otras dos variables, se estimó la edad de los polluelos.

Una vez estimada la edad, se determinó entre los modelos matemáticos mencionados cual describía mejor el desarrollo del peso. Las observaciones de peso siguieron el mismo tratamiento de las otras variables. Se determinó que el modelo de GOMPertz describía mejor el desarrollo del peso. A partir de este modelo se calcularon los parámetros a, k y b del crecimiento en peso para cada individuo. Para el análisis de las curvas que describen el crecimiento se utilizó el módulo de funciones no lineales de SYSTAT 5.0. Los parámetros a y k son comparados utilizando la prueba de WILCOXON para analizar el crecimiento entre hermanos.

Para el cálculo de las tasas de crecimiento en el ACC para las cuatro especies se utilizó el módulo para funciones no lineales de SYSTAT 5.0, relacionando cada par de medidas de ala, pico y pata mediante la ecuación logística. Una vez calculados los parámetros de la curva compuesta de desarrollo de ala, se estimaron las edades de cada polluelo medido y a partir de esta estimación se calcularon los parámetros del desarrollo del peso.

Medida de volantones

Se compararon las medidas de los volantones de Lobos de Tierra, Macabí, Mazorca y San Juan. Para el análisis se utilizó la prueba *t* de STUDENT

(SPIEGEL 1970) o U de MANN-WHITNEY (STEEL Y TORRIE 1985).

Éxito de eclosión y anidación

Se calcularon las tasas de éxito de eclosión (número de huevos que eclosionan respecto del total de huevos puestos) y de anidación (número de volantones logrados respecto del total de huevos que eclosionaron o respecto del total de polluelos bajo vigilancia) para los nidos bajo observación. Se comparó la situación reproductiva de las colonias y la distribución poblacional de huevos y polluelos en dichas colonias.

RESULTADOS

Tasas de crecimiento

Análisis de curvas individuales en Piquero

Para la estimación de la edad se elaboró una tabla en la que se relaciona esta variable con el tamaño del ala, pico y pata (Tabla 1). Los valores consignados en esta tabla son los parámetros *a*, *k* y *b* calculados para la curva promedio descrita por cada variable a partir de 3 polluelos de edad conocida. Estimada la edad del resto de individuos, se calcularon los parámetros de crecimiento de peso; para ello se ajustó el desarrollo de los pesos al modelo de GOMPertz, la asíntota promedio calculada fue de 1694,28 g, con una tasa de crecimiento *k* de 0,064.

Análisis de curvas compuestas en Piquero

En la isla Macabí en mayo de 1997, la asíntota promedio calculada fue de 1.758,34 g, con una

tasa de crecimiento *k* de 0,063; en isla Mazorca para el mismo período, la asíntota promedio calculada fue de 1.714,53 g, con una tasa de crecimiento *k* de 0,038; y en Punta San Juan en febrero de 1997, la asíntota promedio calculada fue de 1.686,29 g, con una tasa de crecimiento *k* de 0,066.

Análisis de curvas compuestas en Guanay

En Punta San Juan, en febrero y mayo de 1997, las asíntotas promedio calculadas fueron 2.186,06 g y 2.219,38 g, con tasas de crecimiento *k* de 0,078 ($R^2=0,956$) y 0,068 ($R^2=0,837$), respectivamente.

Análisis de curvas compuestas en Pelicano

En Punta San Juan en febrero de 1997, la asíntota promedio calculada fue de 9.354,35 g, con una tasa de crecimiento *k* de 0,045 y una constante relativa punto de inflexión *b* de 0,837.

Para el cálculo de estos parámetros se emplearon las medidas inicial (1,7 cm) y de asíntota de ala (60,0 cm) mencionadas por GUERRA y CIKUTOVIC (1984). Una vez estimados los parámetros de ala, se calcularon los parámetros de peso. Las observaciones de peso fueron ajustadas a la ecuación de GOMPertz.

Análisis de curvas compuestas en Camanay

En la isla Lobos de Tierra en abril y junio de 1997, las asíntotas promedio calculadas fueron 1.869,53 g y 2.134,87, con tasas de crecimiento *k* de 0,049 ($R^2=0,914$) y 0,039 ($R^2=0,813$).

Tabla 1. Parámetros de las curvas de crecimiento del ala, pico y pata de tres (3) polluelos de piquero peruano de edad conocida, ajustadas al modelo Logístico.

Variable	A	b	k	R ²
Ala	38,827	20,430	0,064	0,973
Pico	9,462	4,237	0,082	0,988
Pata	9,434	4,421	0,124	0,970

Medida de volantones

Piquero

La información se resume en la tabla 2. Los volantones mas pesados se presentaron en Macabí en enero y en San Juan en marzo, los pesos de las aves en am-

Tabla 2. Medidas promedio (y desviación estándar) de volantones de piquero *Sula variegata* en cuatro áreas guaneras de la costa para 1997.

Localidad	Período	n	Peso (g)	PICO (cm)	ALA (cm)	PATA (cm)
			Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)
Lobos de Tierra	Mayo	12	1224,17	9,38	37,2	9,05
			(279,17)	(0,27)	(2,88)	(0,5)
Macabí	Enero	109	1492,39	9,23	36,76	8,99
			(208,61)	(0,38)	(1,69)	(0,35)
	May-Jun	61	1382,26	9,43	37,3	9,18
			(151,82)	(0,37)	(1,37)	(0,3)
Mazorca	Mayo	45	1365,56	9,36	37,15	9,16
			(155,51)	(0,35)	(1,45)	(0,31)
San Juan	Marzo	100	1490,5	9,4	36,56	9,21
			(155,89)	(0,4)	(1,94)	(0,33)

Tabla 3. Medidas promedio (y desviación estándar) de volantones de guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii* en tres áreas guaneras de la costa para 1997.

Localidad	Período	n	Peso (g)	PICO (cm)	ALA (cm)	PATA (cm)
			Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)
Macabí	Enero	89	2013,48	7,09	30,2	10,89
			(185,49)	(0,28)	(0,9)	(0,34)
Mazorca	Enero	66	1931,06	7,24	30,77	11,32
			(160,95)	(0,28)	(0,77)	(0,32)
San Juan	Abril	43	2006,51	7,16	30,61	11,21
			(163,97)	(0,26)	(0,81)	(0,31)

bas localidades no mostraron diferencias. Los volantones más livianos, sin considerar aquellos de Lobos de Tierra, fueron los de Mazorca en mayo y los de Macabí en mayo-junio, los pesos de las aves en ambas localidades tampoco mostraron diferencias. Los volantones de Macabí en enero fueron significativamente más pesados que en mayo-junio (MANN-WHITNEY; $P=0,002$; $GL=1$); y que los de Mazorca en mayo (MANN-WHITNEY; $P=0,001$; $GL=1$). Asimismo, los pesos de volantones de San Juan fueron sig-

nificativamente mayores que los de Mazorca en mayo (t STUDENT; $P=0,000$; $GL=143$) y que los de Macabí en mayo-junio (t STUDENT; $P=0,000$; $GL=159$).

Debe considerarse que durante el muestreo de volantones de piquero en Lobos de Tierra, la mayor parte de los polluelos nacidos en el período enero-abril ya estaban en edad juvenil, por eso el pequeño tamaño de la muestra en esa localidad.

Guanay

La información se resume en la tabla 3. Los volantones más pesados estuvieron en Macabí y San Juan. Las aves en Mazorca fueron significativamente más livianas que las de Macabí (*t* STUDENT; *P*=0,004, *GL*=153) y las de San Juan (*t* STUDENT; *P*=0,01; *GL*=107).

Camamay

La información se resume en la tabla 4. Los volantones en junio fueron significativamente más pesados que en abril (*t* STUDENT; *P*=0,00; *GL*=114).

Estacionalidad reproductiva en piquero

Isla Mazorca

En años normales, si bien se pueden encontrar piqueros con huevos en cualquier estación, estos muestran un período de puesta que se extiende desde setiembre hasta mayo. Se puede afirmar que, en Mazorca los piqueros terminaron el ciclo reproductivo 96-97 a fines de marzo de 1997. En dos de los tres cuadrantes (MZ01 y MZ02) monitoreados se observaron volantones en este mes. El tercero (MZ03) mostró actividad reproductiva importante hasta octubre de 1996, observándose volantones y juveniles en ese mes.

Paralelamente se apreció el inicio de un intento reproductivo en marzo de 1997. Esta tendencia

se observó en los tres cuadrantes. En MZ03, las aves comenzaron la postura antes que en los otros dos, siendo en MZ01 donde la postura comenzó más tarde. Este intento, tuvo un éxito reproductivo de 0% de eclosión en los cuadrantes bajo vigilancia. Sin embargo, fuera de estos cuadrantes se pudo apreciar nidos exitosos con volantones en mayo.

Otro intento reproductivo se inició en setiembre, donde muchos adultos completaron sus nidadas (de dos a tres huevos). Sin embargo, al cabo de tres semanas, alrededor de tres hectáreas de nidos con huevos fueron abandonados por los adultos. Similar situación se observó en isla Ballestas (13°44' S; 76°24' W) en el mismo mes.

Isla Macabí

El piquero terminó su período reproductivo 96-97 a inicios de marzo de 1997. En los 4 cuadrantes monitoreados pudo observarse volantones hacia fines de febrero. Hacia abril se inició un intento reproductivo que involucró algunos pocos adultos con algunos nidos exitosos con volantones hacia mayo y junio.

Punta San Juan

El piquero mostró un solo pico reproductivo que se desarrolló en el verano de 1997, con nidos exitosos con volantones hacia abril.

Éxito de anidación en piqueros

Isla Mazorca

Desde julio de 1996 hasta mayo de 1997 se evaluó el desempeño reproductivo de una colonia de 123 nidos en un área de 61,09 m² (2,01 nidos/m²). Todos los nidos mostraron algún tipo de actividad sexual. Ciento cuatro nidos del total (84,55%; n=123) tuvieron al

Tabla 4. Medidas promedio (y desviación estandar) de volantones de *camamay Sula neboxi* en isla Lobos de Tierra para dos meses de 1997.

Período	n	Peso (g)	PICO (cm)	ALA (cm)	PATA (cm)
		Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)	Media (DS)
Abril	98	1 399,480	9,74	40,165	9,32
		(284664)	(0,67)	(2,95)	(0,54)
Junio	18	1 636,110	10,2	40,212	9,65
		(260546)	(0,45)	(1,77)	(0,36)

menos un huevo en algún momento ("nidos activos"); lográndose en 42 de ellos (40,38%; $n=104$) al menos un volantón ("nido exitoso") (Tabla 5).

El promedio de huevos por nido activo fue de 2,21, con un éxito de eclosión del 47%. Nacieron 107 polluelos de 230 huevos puestos, con un éxito de anidación del 64%. El éxito reproductivo general (número de polluelos que llegaron a volantones respecto del total de huevos puestos) fue del 30%. Se logró un total de 69 volantones, con un promedio de 0,66 volantones por nido. Se observaron nidos con 1, 2 y 3 volantones, representando el 50%, 37,71% y 14,29% del total de nidos exitosos respectivamente.

Isla Macabí

Desde octubre de 1996, se evaluó el desempeño reproductivo de una colonia de 103 nidos distribuidos en un área de 40,3 m² (2,55 nidos/m²). Todos los nidos mostraron indicios de algún tipo de actividad reproductiva. Ochenta y tres nidos estuvieron activos (80,58%); siendo 20 de ellos exitosos (24,10%) (Tabla 5).

El promedio de huevos por nido fue de 3,17, con un éxito de eclosión del 18,63%. Nacieron 49 polluelos de 263 huevos puestos, con un éxito de anidación del 63,27%. El éxito reproductivo

general fue de 11,79%. Se logró un total de 31 volantones, con un promedio de 0,37 volantones por nido.

Los nidos con 1 y 2 volantones, fueron exitosos en porcentajes de 45% y 55% del total. Esta proporción varía a 42,31% y 53,85% si se consideran 6 nidos físicamente separados de los otros y cuya vigilancia se inició posteriormente. En uno (3,84%) de éstos últimos 6 nidos adicionales se lograron 3 volantones.

DISCUSION

Tasas de crecimiento

La tasa de crecimiento es uno de los parámetros más sensibles para describir las condiciones del medio en el que habitan los polluelos y sus padres (RICKLEFS 1967; RICKLEFS *et al.* 1984) y una importante valoración del esfuerzo reproductivo de estos últimos (FURNESS Y MONAGHAN 1987).

En general, el ajuste del crecimiento en peso de las tres especies al modelo de GOMPERTZ muestra la adaptación de los individuos a condiciones variables de alimento. La opción de ganar peso en los primeros estadíos, aprovechando una buena disponibilidad de alimento, es una estrategia que incrementa las posibilidades de supervivencia del polluelo en caso de

una escasez de alimento. Estudios posteriores en este tema deberán ahondar aspectos alométricos relacionados con el desarrollo en peso de estas aves.

En los resultados hallados por ACC para piquero, se nota una clara diferencia entre Macabí y Punta San Juan, respecto de Mazorca. Las diferencias entre Mazorca y Macabí se deberían

Tabla 5. Desempeño reproductivo de colonias de piquero peruano *Sula variegata* ubicadas en las islas Mazorca y Macabí entre setiembre de 1996 y abril de 1997.

Variable	Isla Mazorca	Isla Macabí
Total de nidos	123	103
Densidad (nidos/m ²)	2,01	2,55
Nidos con actividad	123	103
Nidos activos (al menos 1 huevo)	104	83
Nidos exitosos	42	20
Huevos por nido (promedio)	2,21	3,17
Volantones por nido (promedio)	0,66	0,37
Éxito de anidación	64,00%	63,27%
Éxito reproductivo general	30,00%	11,79%

Tabla 6. Parámetros de crecimiento en peso para polluelos hermanos de piquero *Sula variegata* en Punta San Juan de Marcona (n=22) entre enero y mayo de 1997.

	Hermano mayor		Hermano menor	
	Asíntota (g)	Tasa de crecimiento (k)	Asíntota (g)	Tasa de crecimiento (k)
Promedio	1.658028	0,068	1.698835	0,063
Desv. Est.	141,651	0,009	141,642	0,011
Máximo	2.040874	0,083	1.934668	0,098
Mínimo	1,476,083	0,053	1.481315	0,037

a la mayor disponibilidad de anchoveta que se observó alrededor de esta última como consecuencia del evento El Niño 97-98 y que obligó a los cardúmenes a formar grupos densos en áreas cercanas a Macabí, ocasionando a su vez la disminución drástica de alimento en las inmediaciones de Mazorca (JAHNCKE *et al.* 1997; JAHNCKE *et al.*⁽⁴⁾). Las mayores tasas de crecimiento en San Juan respecto de Mazorca, se deberían principalmente a las diferencias en el tamaño de las colonias; si bien en ambas áreas la disponibilidad de anchoveta fue baja, el tamaño de la colonia y la competencia inter e intraespecífica es mucho mayor en Mazorca.

La asincronía en el nacimiento de hermanos permite que ante la escasez de alimento ocurra un fratricidio facultativo. Sin embargo, no se encontraron diferencias en el crecimiento en peso de hermanos mayores y menores (*t* STUDENT; datos pareados) en los individuos bajo ACI en San Juan (tabla 6). Esta similitud en el crecimiento de hermanos podría deberse a que en San Juan la colonia de piqueros es muy pequeña, razón por la cual la competencia inter e intraespecífica por alimento y espacio es baja.

El efecto de la variación en la disponibilidad de anchoveta y otros recursos alimenticios de acuer-

do a la estación y su efecto sobre la reproducción de las aves también se puede apreciar claramente al observar la diferencia entre las tasas de crecimiento de polluelos de guanay entre febrero (verano) y mayo (otoño); y de camanay entre abril y junio. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el camanay es una especie de distribución tropical, por lo que podría estar siguiendo estrategias distintas para maximizar su éxito reproductivo. Se requiere de un análisis más profundo de cómo esta ave enfrenta la variabilidad de la oferta de alimento en condiciones de ecotono como las que se encuentran en Lobos de Tierra.

Medidas de volantones

La medida de los volantones es un índice controversial respecto a su relación con la disponibilidad de alimento para las aves marinas (WILLIAMS y CROXAL 1990, WILSON 1992). Estos autores proponen dos hipótesis para explicar las diferencias en peso de volantones para localidades y estaciones diferentes. WILLIAMS y CROXAL proponen que en "buenas condiciones" de alimento, los volantones tendrán un peso menor que el de aquellos volantones que se logran en "malas condiciones", dado que en este último caso ocurrirá una fuerte selección, debido a la mayor mortalidad de polluelos. Esta mortalidad disminuye la competencia intraespecífica, aumentando así la disponibilidad de alimento de cada polluelo que sobrevive. Por otro lado, WILSON (1992) afirma lo contrario, planteando que en mejores condiciones alimenticias, se esperaría un mayor peso de los volantones.

(4) JAHNCKE, J., GARCÍA-GODOY, A. y E. GOYA. 1997. La dieta del guanay *Leucocarbo bougainvilli* y del piquero peruano *Sula variegata* en febrero de 1997 en seis áreas de la costa peruana. Informe interno. Instituto del Mar del Perú. (mimeo)

Los pesos de los volantones de guanay en Mazorca (enero), Macabí (enero) y San Juan (marzo), a pesar de la asincronía en el desarrollo de las respectivas colonias, corresponden a la misma estación (verano), siendo los resultados comparables. Los mayores pesos encontrados en Macabí y San Juan respecto de los de Mazorca podría explicarse por el tamaño de las colonias, variable que guarda relación directa con la competencia intraespecífica e inversa con el peso de los volantones. Como se mencionó anteriormente, la colonia de Mazorca es más grande que las de Macabí y San Juan, por lo que la competencia intraespecífica en aquella isla sería mayor.

Caso homólogo se observa con el camanay. En la misma localidad, Lobos de Tierra, los pesos de los volantones en junio (invierno) superaron significativamente a los de abril (verano). En Lobos de Tierra, durante 1997, se observó una mayor disponibilidad de anchoveta en los meses de verano (JAHNCKE *et al.* 1997; JAHNCKE *et al.*⁽⁵⁾). En este caso, también es evidente la diferencia en número de volantones capturados en abril (98) respecto de los de junio (18). Asumiendo una misma intensidad de captura por parte de los investigadores (entre las 1800 y 2200 horas por tres noches en la misma área), tenemos que la población de volantones de camanay en abril era mayor que en junio, con lo cual tenemos una mayor competencia intraespecífica en abril.

Para el caso del piquero, los pesos de los volantones de Macabí en enero y San Juan en marzo (verano) fueron mayores que los de Mazorca y Macabí en junio (invierno). Este hecho se debería a una mayor disponibilidad de anchoveta en el verano (JAHNCKE Y GOYA 1997) y satisfacería la hipótesis de WILSON (1992), que predice mejores pesos de volantones en "buenas" condiciones de alimento.

Estacionalidad reproductiva en piqueros

Las aves se reproducen cuando las condiciones alimenticias alcanzan un nivel que garantice su supervivencia y la viabilidad de sus polluelos (LACK 1967). En primavera y verano, la anchoveta se concentra cerca a la costa, en tanto que en invierno los cardúmenes se dispersan (JORDÁN Y CHIRINOS 1965) y pueden llegar hasta el doble de profundidad (JORDÁN 1982). Esta concentración de los cardúmenes, aumenta la captura por unidad de esfuerzo por parte de las aves. El piquero es una especie que muestra una notable preferencia de alimento por la anchoveta. De esta manera, la estacionalidad y el éxito reproductivo está estrechamente ligado a la disponibilidad de este recurso. De aquí, que la mayor parte de la población de piquero se reproduzca en primavera-verano, época en que el recurso se encuentra más disponible.

Éxito de nidación en piqueros

Si bien ofrece ventajas, el gregarismo tiene desventajas para la reproducción siendo una de ellas la pérdida de nidada por agresión territorial (PATTERSON 1980). El grupo reproductivo bajo vigilancia en Macabí mostró una densidad mayor que la de Mazorca (un nido más por cada 2,0 m²). Sin embargo, a pesar que en las áreas vigiladas en Macabí fueron puestos más huevos que en Mazorca (263 y 230 respectivamente), nacieron menos de la mitad de polluelos (49 y 107 respectivamente), condicionando que el éxito reproductivo en Mazorca sea más del doble que la primera, a pesar que el éxito de nidación fue similar en ambas colonias.

El evento El Niño de 1997-98

La anomalía presentada en las costas peruanas ocasionada por el evento El Niño 97-98 ha tenido consecuencias negativas en la reproducción de las aves guaneras. En Mazorca y Macabí, los piqueros intentaron reproducirse, llegando incluso hasta la fase de puesta. En Mazorca, en octubre se observaron 3 hectáreas de nidos con

(5) JAHNCKE, J., GARCÍA-GODOY, A. y E. GOYA. 1997. La dieta del guanay *Leucocarbo bougainvilli* y del piquero peruano *Sula variegata* en la costa peruana durante junio de 1997. Informe interno. Instituto del Mar del Perú. (mimeo)

hasta 3 huevos. Estos nidos fueron abandonados al cabo de unas semanas.

Hasta finales de 1997, no se observó evidencia reproductiva por parte de las aves en Mazorca, Macabí ni San Juan. Por el contrario, las poblaciones de adultos en estos lugares han venido disminuyendo por migración hacia áreas más favorables. No hay evidencia aún de mortalidad de adultos a gran escala, como la ocurrida durante el evento El Niño 82-83. El Niño 97-98 abre la posibilidad de realizar estudios sobre recolonización y reinicio de actividad reproductiva luego de un cuello de botella ecológico (SOULÉ y WILCOX 1980) tan drástico como el que se presenta en un evento El Niño de estas características.

Finalmente, los resultados obtenidos hasta este momento reflejan la alta relación que existe entre las especies de la comunidad de aves de la Corriente Peruana y la disponibilidad de alimento, el cual varía estacional y espacialmente. Sin embargo, la comprensión de otros aspectos de la historia natural de las especies, como el comportamiento reproductivo, son de importancia para afinar los métodos empleados y precisar los resultados en un contexto integrado del ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS, en la persona del Ing. ENRIQUE OREZOLLI y a todos los empleados de esta entidad que facilitaron nuestra labor en cada una de las guardianías visitadas durante el presente estudio. Asimismo, agradecemos a LILIANA AYALA y ÉLDA CABRERA quienes apoyaron decisivamente en la toma de datos en el campo. A OTTO RÍOFRÍO y NAYO TELLO por su colaboración y a los prometedores biólogos ULYSSES BUCCICARDI, SAMUEL AMOROS, JORGE CALVIMONTES y DAVID RAMÍREZ por su entusiasta participación. Agradecemos también al

Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el constante apoyo brindado durante el presente estudio.

REFERENCIAS

- ARNTZ, W y E. FAHRBACH. 1996. El Niño; Experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura económica. Mexico. 312 pp.
- BOERSMA, P.D. 1990. Asynchronous hatching and food allocation in the magellanic penguin *Spheniscus magellanicus*. p: 961-973. Acta XX Congressus Internationalis Ornithologici. Volume II. Christchurch, New Zealand.
- CAIRNS, D.K. 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological Oceanography* 5: 261-271.
- CCAMLR. 1991. Ecosystem monitoring program: Standard methods for monitoring studies. CCAMLR. Hobart, Tasmania, Australia. 131 pp.
- FRANCK, D. y P.H. BECKER. 1992. Body mass and nest relief in common terns *Sterna hirundo* exposed to different feeding conditions. *Ardea* 80: 57-69.
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.
- GUERRA, C. y M. CIKUTOVIC. 1984. Algunos aspectos de la nidificación y el crecimiento de *Pelecanus occidentalis thagus* Molina, 1782 en el Norte de Chile. En: STILES, G. y P. AGUILAR (Eds.). Primer Simposio de Ornitología Neotropical. Arequipa, Perú.
- HAHN, D.C. 1981. Asynchronous hatching in the laughing gull: cutting losses and reducing rivalry. *Animal Behavior* 29: 421-427.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainwillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú* 16(1): 23-41.
- JAHNCKE, J., GARCÍA-GODO, A. y E. GOYA. 1997. La dieta del guanay *Leucocarbo bougainwillii* y del piquero peruano *Sula variegata* en la costa peruana en abril-mayo de 1997. *Inf. Inst. Mar Perú* 126: 75-86.
- JORDÁN, R. 1982. La anchoveta y su captura frente a las costas del Perú. p: 51-63. En: CASTILLA, J. C. (Ed.). Bases biológicas para el uso y manejo de recursos naturales renovables: Recursos biológicos marinos. Segundo seminario taller. Monografías Biológicas (2).
- JORDÁN, R. y A. CHIRINOS. 1965. La anchoveta (*Engraulis ringens* J.) conocimiento actual sobre su biología, ecología y pesquería. *Inf. Inst. Mar Perú*. 6: 1-52.
- LACK, D. 1954. The natural regulation of animal numbers. Oxford University Press, New York.
- LECROY, M. y S. LECROY. 1974. Growth and fledging in the common tern (*Sterna hirundo*). *Bird-banding* 45(4): 326-340.
- NISBET, I., J. SPENDELOW y J. HATFIELD. 1995. Variations in growth of Roseate Tern chicks. *The Condor* 97: 335-344.

- PATERSON, I.J. 1980. Territorial behaviour and the limitation of population density. *Ardea* 68: 53-62.
- RICKLEFS, R. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48(6): 978-983.
- RICKLEFS, R. 1968. Patterns of growth in birds. *Ibis* 110: 419-451.
- RICKLEFS, R. y C. WHITE. 1975. A method for constructing nesting growth curves from brief visits to seabird colonies. *Bird-Banding* 46: 135-140.
- RICKLEFS, R., D. DUFFY y M. COULTER. 1984. Weight gain of Blue-footed booby chicks: an indicator of marine resources. *Ornis Scandinavica* 15: 162-166.
- SOULÉ, M.E. y B.A. WILCOX (Eds). 1980. Conservation biology. Sinauer associates, Sunderland, Mass. 395 pp.
- SIEGEL, M. 1970. Estadística. Serie SCHAUM. 356 pp.
- STEEL, R.G.D. y J.H. TORRIE. 1985. Bioestadística: Principios y procedimientos. Mc Graw-Hill. Bogotá. Colombia. 623 pp.
- TOVAR, H., V. GUILLÉN y M.E. NAKAMA. 1987. Monthly population size of three guano bird species of Perú, 1953 to 1992. p: 208-218. En: PAULY, D. e I. TSUKAYAMA (Eds.). The Peruvian anchoveta and its upwelling ecosystem: Three decades of change. ICLARM Studies and Reviews 15. 351 pp. IMARPE, GTZ, ICLARM, Manila, Philippines.
- VAN HEEZIK, Y. y L. DAVIS. 1990. Effects of food variability on growth rates, fledging sizes and reproductive success in the Yellow-eyed penguin *Megadyptes antipodes*. *Ibis* 132: 354-365.
- WILLIAMS, T. y J. CROXALL. 1990. Is chick fledging weight a good index of food availability in seabird populations?. *Oikos* 59(3): 414-416.
- WILLIAMS, T. y J. CROXALL. 1991. Chick growth and survival in gentoo penguins (*Pygoscelis papua*): effect of hatching asynchronic and variation in food supply. *Polar Biol.* 11: 197-202.
- WILSON, R. 1992. Environmental monitoring with seabirds. Do we need additional technology?. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 12: 919-926.

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DEL POTOYUNCO PERUANO *PELECANOIDES GARNOTII* EN ISLA LA VIEJA, COSTA CENTRAL DEL PERU

JAIME JAHNCKE ^{1,2} Y ELISA GOYA ^{1,3}

RESUMEN

JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1998. Biología reproductiva del potoyunco peruano *Pelecanoides garnotii* en Isla La Vieja, costa central del Perú. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 67 - 74.

Se encontraron adultos reproductivos durante todo el año; sin embargo, se identificaron dos picos reproductivos. El primero, más sincrónico, ocurre en los meses de verano entre diciembre y marzo; el segundo, menos marcado, ocurre en invierno entre mayo y setiembre. La duración del período de incubación se ha estimado en 50 a 60 días. Los pichones que nacen requieren de 70 a 80 días para completar el desarrollo. Se observaron tasas de crecimiento mayores durante los meses de invierno, debido probablemente, a la calidad diferencial en el alimento. En invierno, los potoyuncos consumen un porcentaje elevado de larvas de peces, en tanto que en verano se presenta un alto consumo de crustáceos planctónicos. Durante 1997, año anormal donde se inició un evento El Niño de fuerte intensidad, el primer pico reproductivo se realizó de manera normal, observándose una clara disminución en lo que respecta al segundo pico reproductivo. La proporción de adultos con huevo en mayo de 1997, bajó de 45,25% a 17,5% en julio y la proporción de pichones disminuyó de 15% en mayo y julio a menos del 5% en setiembre, sugiriendo un bajo éxito de eclosión en los huevos y una elevada mortalidad de pichones. Un censo realizado en noviembre de 1997 permitió estimar una población de 12.800 parejas y no difiere de las estimaciones de años anteriores. Durante el desarrollo de este censo el 38,41% de los nidos monitoreados contenían adultos con huevos, de los cuales el 66,27% eran adultos previamente anillados.

PALABRAS CLAVE: Potoyunco, *Pelecanoides garnotii*, biología reproductiva, tasas de crecimiento, oferta de recursos.

ABSTRACT

JAHNCKE, J. and E. GOYA. 1998. Breeding biology of the Peruvian Diving-Petrel *Pelecanoides garnotii* on La Vieja Island, central coast of Peru. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 67 - 74.

Breeding adults were found all around the year; however two peaks were identified. The first and most noticeable, occurs during the summer from December through March. The second, occurs in winter from May through September. Incubation period was estimated to last 50 to 60 days. Rearing period takes 70 to 80 days for complete development. Higher growth rates were found during winter, probably due to a better quality of food. In winter Peruvian Diving-petrels feed mostly on fish larvae, while in summer they feed mostly on planktonic crustaceans. During the El Niño event 1997-98, the first breeding peak occurred normally. Variations were noticed during the second peak. The proportion of incubating adults dropped

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas,
Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE,
Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.
E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

3 Manuel Gómez 270, Lima 14, Perú.
E-mail: e_goya@hotmail.com

from 45,25% in May to 17,5% in July. The proportion of nests with chicks dropped from 15% in May and July to less than 5% in September. All this suggests a low hatching success and a high chick mortality. A census conducted during November of 1997 showed a population of 12.800 pairs of birds and does not differ from censuses conducted before. Incubating adults were found in at least 38,41% of the surveyed nests, 66,27% of them were previously banded birds.

KEY WORDS: Peruvian Diving-petrel, *Pelecanoides garnotii*, breeding biology, growth rates, prey availability.

INTRODUCCION

El potoyunco peruano *Pelecanoides garnotii* es un ave endémica cuya distribución está restringida al ámbito de la corriente Peruana entre Perú (Isla Lobos de Tierra, 6° S) y Chile (Isla Corral, 37° S) (MURPHY 1936). Antes numeroso, su población declinó principalmente debido a la destrucción del habitat, como consecuencia de la explotación del guano, que eliminó el sustrato en el que anidaban y a la captura directa por parte de los pescadores (RAIMONDI 1856, en MURPHY 1936; COKER 1919; HAYS 1989). Estudios realizados por IMARPE muestran una población máxima de 13.000 parejas reproductivas que habitan las Islas San Gallán y La Vieja, en el departamento de Ica (JAHNCKE Y GOYA 1998), lugares donde se encontrarían las últimas colonias de esta especie (HAYS 1989) a lo largo de toda su distribución.

Es escasa la información que existe sobre la historia natural de esta ave, por esta razón se ha considerado prioritaria la realización de estudios que aseguren su conservación (DUFFY *et al.* 1984, HAYS 1989). HAYS (1989) afirma que la población de potoyuncos se encuentra amenazada por la actividad pesquera industrial, debido a que estas aves se alimentan principalmente de anchoveta *Engraulis ringens* y a que esta pesquería estaría limitando la disponibilidad de este alimento. Sin embargo, estudios realizados por IMARPE muestran que el potoyunco es principalmente zooplanctófago y que la cantidad de anchoveta que consume es mínima, razón por la cual, la actividad pesquera industrial no pondría en riesgo la conservación de estas poblaciones (JAHNCKE Y GOYA, en prensa).

Otros estudios que se han realizado hasta la fecha, han permitido conocer algunos aspectos básicos sobre su biología reproductiva. COKER (1919) y MURPHY (1936) mencionan que *Pelecanoides garnotii* se reproduce durante todo el año, mientras que TOVAR (1978) afirma que el período reproductivo de esta especie ocurre entre los meses de enero a marzo y de setiembre a diciembre. El período de incubación ha sido vagamente estimado entre 9 y 10 semanas y el período de crecimiento entre 60 y 70 días (RIVEROS Y JAHNCKE 1990).

El gobierno peruano ha adoptado las medidas legales necesarias para proteger esta especie a la que considera en peligro de extinción (RM No.01062-90-AG-DGFF). El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objeto de estudiar la biología reproductiva de esta ave y conocer como adecúa su reproducción a la variabilidad del ambiente en que consiguen su alimento.

MATERIAL Y METODOS

Area y período de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la isla La Vieja (14°17' S; 76°11' W) ubicada en el sur de la Reserva Nacional de Paracas. Esta isla, a diferencia de la mayoría de islas de la costa peruana, es alta y está formada por un sustrato arenoso y salitroso en el cual los potoyuncos pueden anidar. Las evaluaciones se realizaron cada dos meses entre junio de 1995 y noviembre de 1997, con una duración aproximada de dos semanas cada una.

Identificación, monitoreo y características de los nidos

Los nidos de potoyunco son galerías de longitud variable excavadas en el suelo con una entrada que varía entre 7 y 10 cm de diámetro aproximadamente (TOVAR 1968). Todos los agujeros en arena y salitre presentes en las áreas de anidación fueron revisados con la finalidad de identificar nidos activos, considerando a aquéllos que presentaran huevos o aves, parásitos, guano fresco o huellas en la entrada (HAYS 1989). Los nidos fueron marcados con placas de aluminio a una distancia prudente de la entrada. El monitoreo de los nidos se realizó cada dos meses, registrándose el contenido del nido o si se encontraba inactivo. A una muestra de estos nidos se les midió la altura y ancho de la entrada, así como la profundidad de la galería.

Morfometría de ejemplares adultos

Cuatrocientos sesenta y seis adultos fueron medidos y marcados con anillos numerados. Las aves fueron pesadas con pesolas de 500 g con una precisión de 1,0 g. Las otras medidas se tomaron utilizando un calibrador vernier con precisión de 0,05 mm o una regla metálica con precisión de 1,0 mm.

Huevos y pichones

Ciento noventa y seis huevos fueron medidos y pesados. Se registró el largo, ancho y peso de cada uno. En cada evaluación, los pichones fueron medidos a intervalos de 5 días, algunos fueron medidos hasta en dos oportunidades. A cada pichón se le midió la longitud estándar del pico, longitud del tarso, longitud del ala y el peso. El peso se tomó utilizando balanzas tipo Pesola de 100 y 500 g con una precisión de 1,0 g. Las otras medidas se tomaron utilizando un calibrador con precisión de 0,05 mm.

Se calcularon curvas de crecimiento para períodos en los que había un número significativo de pichones y con todas las clases de edad representadas. Las curvas de crecimiento obtenidas se

ajustaron a curvas de crecimiento conocidas mediante el método descrito por RICKLEFS y WHITE (1975) de visitas cortas, el cual utiliza los incrementos en las medidas, ajustando los datos de crecimiento a la curva logística, para ello se utilizó el módulo de funciones no lineales de SYSTAT v.5 para Windows. Se determinó si existían diferencias estacionales en el crecimiento; para ello, se compararon las sumas de cuadrados del residual mediante la prueba F según SEDINGER (1986).

Éxito reproductivo

El éxito reproductivo se estimó por observación directa a partir del monitoreo de nidos marcados. El éxito de los huevos se determinó a partir de los nidos que fueron monitoreados desde la puesta del huevo hasta la eclosión. Se determinó el éxito de los pichones a partir de nidos que fueron monitoreados desde que el pichón nació hasta que abandonó el nido. No fue posible determinar el éxito general del período reproductivo debido al largo intervalo entre visitas.

RESULTADOS

Características de los nidos

Nidos de salitre.- La altura de la entrada midió en promedio 14,28 cm (DS=4,57; rango=6,0-27,0; n=86) y el ancho 10,35 cm (DS=2,86; rango=6,0-21,5; n=86). La profundidad de la galería varió entre 33 y 132 cm, con una media de 68,62 cm (DS=19,61; n=86).

Nidos de arena. La altura de la entrada midió en promedio 15,54 cm (DS=2,41; rango=11,0-19,0; n=13) y el ancho 9,11 cm (DS=2,87; rango=5,5-14,0; n=13). La profundidad de la galería varió entre 41 y 170 cm, con una media de 95,56 cm (DS=34,54; n=16).

Morfometría de ejemplares adultos

Las medidas y peso de los adultos capturados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Medidas de potoyuncos *Pelecanoides garnotii* adultos capturados en la isla La Vieja entre junio de 1995 y julio de 1997.

	n	Promedio	DS	Rango
Peso (g)	455	211,73	17,99	160-270
Longitud estándar del pico (mm)	466	15,75	0,76	13,80-17,90
Longitud del tarso (mm)	465	34,38	0,99	30,40-36,90
Longitud del ala (mm)	464	144,87	3,26	133,4-154

Período reproductivo

Se encontraron individuos reproductivos durante todos los meses del año, identificándose dos ciclos reproductivos: el primero, más sincrónico, entre diciembre y marzo; y el segundo, menos marcado, entre mayo y setiembre.

El inicio de las evaluaciones en junio de 1995, primer año de estudios, coincidió con el segundo ciclo reproductivo. La mayor proporción de adultos con huevos se observó en este mes (54,41%), la mayor cantidad de pichones se observó en agosto (66,67%) (figura 1). En 1996, durante la primera temporada reproductiva, el mayor porcentaje de adultos con huevos se encontró en enero (60,63%) y de pichones en marzo (50,0%); en la segunda temporada, la mayoría de adultos con huevos se encontró en mayo (46,29%) y el mayor número de

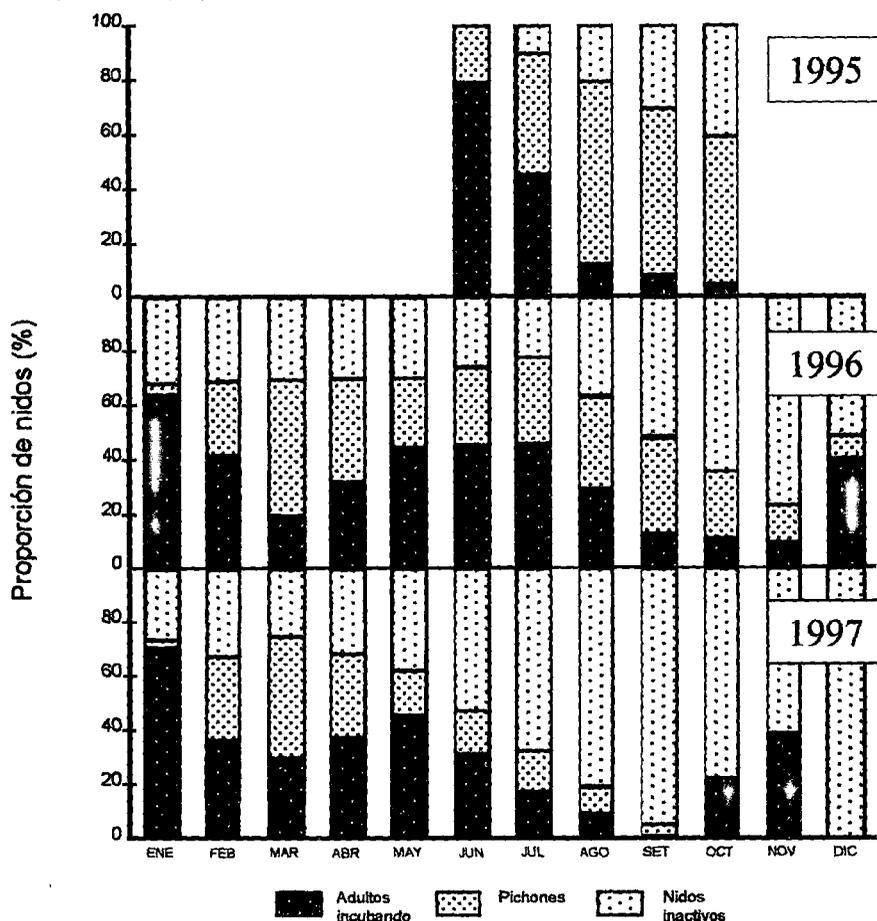


FIGURA 1. Proporción de nidos activos de potoyunco peruano (con adultos incubando o pichones) e inactivos encontrados en Isla La Vieja durante cada evaluación entre junio de 1995 y diciembre de 1997.

pichones en setiembre (35,55%) (figura 1). En 1997, en la primera temporada reproductiva, el mayor porcentaje de adultos con huevo se encontró en enero (66,97%) y de pichones en marzo (45,38%); en la segunda temporada, la mayoría de adultos con huevos se encontró en mayo (45,25%) y de pichones en julio (15,0%) (figura 1).

El huevo y el período de incubación

Las dimensiones de los huevos fueron 45,72 mm de largo (DS=1,82; rango=34,75-49,65; n=196) y 34,09 mm de ancho (DS=1,26; rango=22,60-36,95; n=196). El peso de los huevos varió entre 20,00 y 37,00 g, con una media de 28,43 g (DS=3,64; n=107).

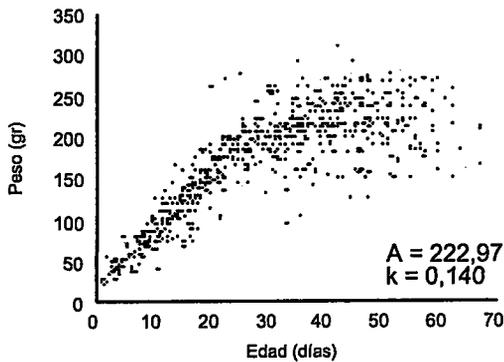
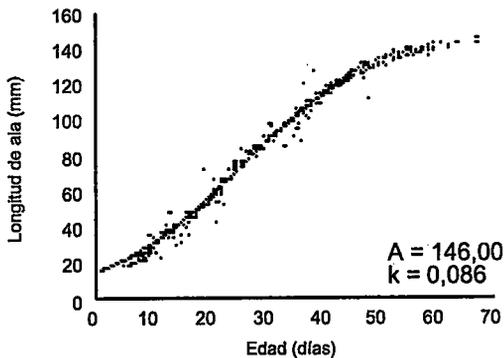


FIGURA 2. Curvas generales de crecimiento de ala y peso de potoyunco peruano en Isla La Vieja, construidas a partir de todos los datos sin considerar las variaciones mensuales del crecimiento.

Existe escasa evidencia (n=3) de que los potoyuncos recurran a la estrategia de abandonar temporalmente la incubación del huevo y puedan mantenerlo viable como ocurre en otros Procelariiformes, hecho que incrementa la duración del período de incubación, el mismo que de forma general fue estimado entre 50 y 60 días.

Desarrollo del pichón

Los pichones de 1 a 5 días de nacidos pesan 27,59 g (DS=6,97, n=22), aproximadamente el 13,0% del peso promedio del adulto (tabla 2). El pichón recién nacido está cubierto de un protoptilo de color blanco, presenta diente de huevo, tiene el pico gris oscuro y las patas de color gris claro. Durante la primera semana, se inicia la muda del protoptilo, apareciendo los primeros rastros del mesoptilo de color gris. Hacia la segunda semana la mayoría de los pichones tiene el pico y las patas de color gris oscuro. En la tercera semana de desarrollo, se pueden apreciar los primeros rastros de plumas, las remiges primarias inician su crecimiento pudiéndose observar los cañones. Durante las siguientes semanas se puede observar que las plumas crecen aproximadamente una fase por semana (según la clasificación de GINN y MELVILLE 1983) completando el crecimiento del plumaje entre la octava y décima semana. Las medidas y peso de los volantones se presentan en la tabla 3.

Crecimiento del pichón

La duración del período de crecimiento de los pichones fue estimada entre 60 y 70 días. Fue difícil conocer la edad exacta de los pichones debido al largo intervalo entre las visitas (cada dos meses). Los datos de crecimiento de ala e incremento de peso se muestran en la figura 2. En la tabla 4 se muestran las tasas de crecimiento de los pichones en cada uno de los meses evaluados.

Éxito reproductivo

De la eclosión.- El éxito de la eclosión (número de huevos puestos que da lugar a un pichón re-

cién nacido) para el segundo período reproductivo de 1995 fue de 72,72% (n=33), el 27,28% de los huevos fracasaron. Para el primer período de 1996, el éxito de eclosión fue 75,86% (n=58); mientras que para el segundo período fue de 75,00% (n=40). En el primer período de 1997, el éxito de eclosión fue de 77,58% (n=58) y en el segundo fue 36,84% (n=19).

Del crecimiento y desarrollo de los pichones.-

No fue posible determinar el éxito de los pichones (número de pichones que nacen y que dan lugar a aves juveniles) con precisión debido al

largo intervalo entre visitas. Sin embargo, para el segundo ciclo reproductivo de 1995, se pudo comprobar el éxito de un 20,83% de los pichones y el fracaso por muerte del pichón de un 8,33%, en el restante 70,83% de los pichones, con edades entre 10 y 45 días, no se pudo determinar éxito o fracaso. Para el primer período de 1996, se pudo comprobar el éxito de un 13,63% de los pichones; y para el segundo período de un 33,33%. En el primer período de 1997, sólo se comprobó el éxito del 31,11% de los pichones, en tanto que, en el segundo período se observó una elevada mortalidad.

Tabla 2. Medidas de pichones de potoyunco *Pelecanoides garnotii* de 1 a 5 días de edad capturados en nidos en la isla La Vieja entre junio de 1995 y julio de 1997.

	n	Promedio	DS	Rango
Peso (g)	22	27,59	6,97	17,0-41,0
Longitud estándar del pico (mm)	30	7,56	0,46	6,40-8,40
Longitud del tarso (mm)	30	15,46	1,43	12,85-17,80
Longitud del ala (mm)	30	17,51	1,38	14,00-19,85

Tabla 3. Medidas de volantones de potoyunco *Pelecanoides garnotii* capturados en nidos en la isla La Vieja entre junio de 1995 y julio de 1997.

	n	Promedio	DS	Rango
Peso (g)	26	199,38	21,72	150-250
Longitud estándar del pico (mm)	67	14,47	0,73	12,90-16,25
Longitud del tarso (mm)	67	33,94	0,98	32,40-36,95
Longitud del ala (mm)	65	138,69	4,28	130-149

Tabla 4. Tasas de crecimiento de pichones de potoyunco *Pelecanoides garnotii* medidos a intervalos de 5 días hasta en dos oportunidades en la isla La Vieja.

Período	Tasas de crecimiento	R ² (ajustado)
Agosto 1995	0,114	0,947
Octubre 1995	0,162	0,832
Marzo 1996	0,132	0,944
Mayo 1996	0,134	0,818
Julio 1996	0,164	0,832
Setiembre 1996	0,118	0,844
Marzo 1997	0,131	0,875
GENERAL (todo el período de estudio)	0,140	0,840

DISCUSION

La familia Pelecanoididae está formada por cuatro especies de petreles buceadores, tres de ellos habitan la región Subantártica y tienen estaciones reproductivas bien definidas durante el verano austral (WARHAM 1990). El *Pelecanoides garnotii*, en cambio, es la única especie de la familia que alcanza latitudes bajas (6° S a 18° S) y reproduce durante todo el año. Esto se debe a que en regiones tropicales donde las variaciones estacionales en las condiciones ambientales son usualmente bajas, los períodos reproductivos pueden extenderse a lo largo de todo el año.

A pesar de reproducirse durante todo el año, fue posible identificar dos picos reproductivos: el primero entre diciembre y marzo y el segundo entre mayo y setiembre. Si bien el primer pico reproductivo se aproxima al mencionado por TOVAR en 1978 (enero-marzo), existen discrepancias entre nuestros resultados y los de este autor respecto al segundo pico reproductivo (setiembre-diciembre). Estas discrepancias probablemente resultan de diferencias en la intensidad y periodicidad de los monitoreos de los nidos e individuos marcados.

Los potoyuncos presentan tasas de crecimiento más altas en los meses de invierno que en los de verano. Las tasas de crecimiento son uno de los parámetros más sensibles a los cambios ambientales (RICKLEFS 1967, FURNESS y MONAGHAN 1987); en ellas se expresan las variaciones en la calidad de la dieta, en la cantidad de alimento ingerido y en los patrones de disponibilidad del alimento en el tiempo (VAN HEEZIK 1991). Se ha observado que existe estacionalidad en la dieta: alto consumo de estadios larvales de peces (40%) y mictófidios en invierno y un consumo elevado de invertebrados planctónicos (60%) y agujilla en verano (JAHNCKE Y GOYA, en prensa). Esta estacionalidad permitiría explicar las diferencias encontradas en las tasas de crecimiento entre meses, debido a una calidad diferencial en el alimento.

Durante 1997, año anormal donde se inició un evento El Niño de fuerte intensidad, el primer pico reproductivo se realizó de manera normal, observándose variaciones en lo que respecta al segundo pico reproductivo. La proporción de adultos con huevos en mayo bajó de 45,25% a 17,5% en julio y la proporción de pichones disminuyó de 15% en mayo y julio a menos del 5% en setiembre, sugiriendo un bajo éxito de eclosión en los huevos y una elevada mortalidad de pichones. El censo realizado en noviembre de 1997, con la finalidad de evaluar el impacto del evento El Niño de 1997-98, dió por resultado una población de 12.800 parejas. Este número no difiere de aquél obtenido en junio de 1995. Durante el desarrollo del censo, se observó que los potoyuncos estaban intentando reproducirse a pesar de las condiciones anormales y que el 38,41% de los nidos monitoreados contenían adultos con huevo, de los cuales el 66,27% eran adultos previamente anillados.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas durante el desarrollo del presente trabajo. Asimismo, agradecemos a AQUILES GARCÍA-GODOS, LILIANA AYALA, ELDA CABRERA, DOMÉNICA ZILERI, SILVIA TOVAR, LUIS PAZ SOLDÁN, JOSÉ PÉREZ por su participación en las evaluaciones. Agradecemos también al Dr. RÓMULO JORDÁN, Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado durante el presente estudio.

REFERENCIAS

- COCKER, R. 1919. Habitats and economics relations of guano birds of Perú. Proc. U. S. Nat. Mus. 36: 449-511.
- DUFFY, D.C., C. HAYS y M.A. PLENGE. 1984. The conservation status of peruvian seabirds. p: 245-259. En: CROXALL, J.P. P.G.H. EVANS y R.W. SCHREIBER (Eds.). Conservation of the world's seabirds. Cambridge, UK.: ICBP (Tech. Publ. 2).
- FURNESS, R.W. y P. MONAGHAN. 1987. Seabird Ecology. Blackie and Son Ltd. Glasgow and London. 164 pp.

- GINN, H.B. y D.S. MELVILLE. 1983. Moults in birds. BTO Guide N°19. The British trust for ornithology. Tring. England. 112 pp.
- HAYS, C. 1989. The Peruvian Diving-petrel in Perú. *Oryx* 23(2): 102-105.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1998. The status of the Peruvian Diving-petrel population at its main breeding areas along the coast of Peru. *Colonial Waterbirds* 21: 94-97.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. The diet of the Peruvian Diving-petrel at La Vieja and San Gallán, Perú. *J. Field Ornithol.* 70. (en prensa).
- MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. The Mc Millan Company, New York. 1245 pp.
- RICKLEFS, R. 1967. A graphical method of fitting equations to growth curves. *Ecology* 48(6): 978-983.
- RICKLEFS, R.E. 1975. A method for constructing nesting growth curves from brief visits to seabird colonies. *Bird-Banding* 46: 135-140.
- RIVEROS, J.C. y J. JAHNCKE. 1990. The Peruvian Diving-petrel *Pelecanoides gamotii* in Peru. *Pacific Seabird Group Bull.* 17: 32-33.
- SEDINGER, J. S. 1986. Growth and development of Canada goose goslings. *The Condor* 88: 169-180.
- TOVAR, H. 1978. Avifauna marina en islas del sur peruano. *Documenta VI*, 64: 40-45.
- VAN HEEZIK, Y.M. 1991. A comparasion of yellow-eyed penguin growth rates across fifty years: Richdale revisited. *Notornis* 38: 117-123.
- WARHAM, J. 1990. The petrels; Their ecology and breeding systems. Academic press. London. 440 pp.

LA POBLACION DEL PINGÜINO DE HUMBOLDT *SPHENISCUS HUMBOLDTI* EN ISLA PACHACAMAC Y EL EVENTO EL NIÑO 1997-98

LUIS PAZ-SOLDÁN¹ Y JAIME JAHNCKE^{2,3}

RESUMEN

PAZ-SOLDÁN, L. y J. JAHNCKE. 1998. La población del pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* en Isla Pachacamac y el evento El Niño 1997-98. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 75 - 80.

Se evaluó la población de pingüino de Humboldt en Isla Pachacamac, donde se encuentra la colonia más importante de la costa central del Perú. Durante 1997 la disponibilidad de alimento para los pingüinos en Pachacamac disminuyó como consecuencia del evento El Niño 97-98. Este cambio en la oferta de alimento, repercutió en la población de pingüinos que disminuyó de 535 individuos en junio a 92 en diciembre. Se observaron dos picos de puesta uno en abril y otro en agosto. El primer pico de puesta coincide con el descrito para Punta San Juan y ocurrió entre los meses de abril y mayo. El segundo pico en cambio, podría incluir individuos que se reproducen por segunda vez y aquéllos que fracasaron en la primera puesta, alentados por la aparente recuperación del alimento que se observó en agosto.

PALABRAS CLAVE: Pingüino de Humboldt, *Spheniscus humboldti*, Isla Pachacamac, disponibilidad de alimento, El Niño 1997-98, Perú.

ABSTRACT

PAZ-SOLDÁN, L. and J. JAHNCKE. 1998. The Humboldt Penguin population *Spheniscus humboldti* on Pachacamac Island and El Niño event 1997-98. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 75 - 80.

Humboldt Penguin population on Pachacamac Island, the main penguin colony of the central coast, was surveyed during 1997. Food availability for Humboldt Penguins became scarce around the island due to El Niño 97-98. Changes in food availability caused Penguins population to decrease from 535 individuals in June to 92 in December. A first laying period was estimated to occur in April and a second one was observed in August. The first laying peak coincided with the one described for Punta San Juan, which occurred from April to May. The second one may include individuals breeding for a second time and failed breeders which were encouraged by an apparent recovery of food supplies during August.

KEY WORDS: Humboldt Penguin, *Spheniscus humboldti*, Pachacamac Island, food availability, El Niño event 1997-98, Peru.

INTRODUCCION

El pingüino de Humboldt *Spheniscus humboldti* se distribuye entre Isla Foca (5°12' S) en el Perú

y Corral (39°52' S) en Chile (MURPHY 1936; HARRISON 1988). Es un ave endémica de la Corriente Peruana considerada en vías de extinción por el Estado Peruano (RM No.01062-90-

1 Av. Perú 1409, Lima 21, Perú.

E-mail: pazsoldan@datos.limaperu.net

2 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.

3 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú.

E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

AG-DGFF). Las principales causas que disminuyeron su población han sido su captura accidental e intencional y la destrucción de su hábitat de anidación (HAYS 1984). Otro hecho que influyó en su disminución fue el colapso de anchoveta que ocurrió en la década de los 70 (HAYS 1984; DUFFY *et al.* 1984), pues redujo la oferta de su alimento.

Los eventos El Niño también han tenido un efecto negativo sobre las poblaciones de esta especie; durante un evento El Niño se altera la distribución normal del alimento y se reduce su disponibilidad. Esto causa el incremento de la mortalidad y la merma en la reproducción (HAYS 1986). El excepcional evento El Niño ocurrido en 1982-83 en conjunción con los hechos antes mencionados ocasionaron la disminución del 65% de la población de pingüinos que habitaba en la costa peruana al iniciarse el evento (HAYS 1986).

En los últimos 13 años la población de esta especie se ha recuperado. Sin embargo, si bien se pueden encontrar grupos de pingüinos desde los 5° S, sólo existen cinco colonias con al menos 100 parejas, distribuidas entre los 11° S y los 16° S. Esta distribución está condicionada al aislamiento natural o cultural de ciertas zonas. Este es el caso de las puntas e islas ganereras protegidas por el Estado Peruano, donde se registra actualmente su presencia en al menos 17 de ellas (42,5% de un total de 40 islas y puntas ganereras).

Este panorama de recuperación, podría revertirse rápidamente debido a que su captura y la destrucción de su hábitat persisten. Sólo entre agosto de 1992 y marzo de 1993, MAJLUF reportó en San Juan 386 pingüinos muertos en redes agalleras (WILLIAMS 1995). Asimismo, el Niño de 1997-98 podría ocasionar una situación análoga a la que ocurrió entre 1982 y 1983.

En la isla Pachacamac se encuentra una importante colonia del pingüino de Humboldt.

HAYS (1984, 1986) la consideró como la colonia más importante de la costa central. El presente informe contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objeto de monitorear el tamaño y la fenología de los pingüinos en Pachacamac y evaluar el impacto del evento El Niño 97-98 sobre esta población.

MATERIALES Y METODOS

La Isla Pachacamac (12°19' S; 76°55' W) está ubicada a 28 km al sur de Lima. Los conteos se llevaron a cabo el 7 de junio, el 6 de agosto, el 21 de setiembre, el 14 de octubre, el 20 de noviembre y el 17 de diciembre de 1997. Los conteos fueron directos y se realizaron entre las 16:00 y 17:00 horas, período en el cual la mayor proporción de la población es visible. Se utilizaron binoculares 10x50. Se definieron 3 zonas de conteo: el Embudo (donde se encuentra la principal colonia), el sector este y el sector oeste, además de la parte norte del islote San Francisco al sur de la isla, considerando además dos estratos: área de anidación y área no reproductiva (*v.g.* playa).

Las áreas de anidación se revisaron a fin de definir la situación reproductiva de las aves. Se consideró como nidos activos, a aquéllos con uno o dos huevos protegidos por al menos un adulto; o a aquéllos con polluelos; y como nidos abandonados, a aquéllos con huevos sin protección o cuyos polluelos murieron o desaparecieron en una segunda observación.

Para contar con información referencial sobre la dieta, se recolectaron muestras de contenido estomacal mediante el método de bombeos (WILSON 1984). Los bombeos se realizaron en Pachacamac y en Punta San Juan. Las partes duras de peces (otolitos *sagitta* y cristalinos) y cefalópodos (picos, plumas y cristalinos), fueron separadas, determinándose las especies presentes.

El número de pingüinos fue correlacionado con el promedio mensual de la anomalía en la temperatura superficial del mar y con la disponibilidad de anchoveta y pejerrey (figura 1), empleando el coeficiente de correlación de SPEARMAN. Las temperaturas y las anomalías correspondientes a Callao (28 km al norte de la isla Pachacamac) fueron proporcionadas por la Dirección de Oceanografía Física de IMARPE. La información sobre anchoveta y pejerrey en el área, corresponde al porcentaje de estas dos especies en la dieta del guanay *Leucocarbo (Phalacrocorax) bougainvillii* en isla Pachacamac, considerando a esta especie como un buen indicador de la disponibilidad de estos recursos (JAHNCKE y GOYA 1997).

RESULTADOS

En junio, fueron contados en total 534 ± 1 pingüinos adultos, más dos polluelos y 2 huevos. En el Embudo se encontraron 511 ± 1 individuos, en el sector Este 19 pingüinos y en el sector Noroeste un grupo reproductivo formado por dos nidos, uno con 2 adultos y 2 polluelos (de 6 semanas aprox.) y otro con 2 adultos y 2 huevos. Asimismo, se pudieron contar 23 ± 3 pingüinos en el islote San Francisco. El 0,94% de los individuos presentes en el Embudo ocupaban áreas reproductivas, encontrándose un total de 113 nidos abandonados en dichas áreas.

En agosto, se contaron en total 231 ± 1 individuos adultos: 218 ± 1 pingüinos se ubicaron en la zona de el Embudo y 13 pingüinos en el sector este. Además, se pudieron observar en el Embudo hasta 14 volantones. Contrariamente a lo ocurrido en junio, el 96,78% de los individuos del Embudo ocuparon áreas reproductivas observándose peleas por nidos, cortejos y vocalizaciones. Al menos 12 nidos presentaban dos huevos. No se observaron pingüinos en el islote San Francisco.

En setiembre, fueron contados en total 258 ± 2 pingüinos adultos: 249 ± 2 en el Embudo y 9 en

el sector Este. Además en el Embudo se observaron hasta 3 volantones. El 88,76% de los individuos en dicho sector ocupaban áreas reproductivas. Los nidos activos observados en agosto habían sido abandonados. Se pudieron observar 4 pingüinos en el islote San Francisco.

En octubre, en el Embudo se contaron 386 ± 1 pingüinos adultos, no se pudo censar el sector este por no perturbar las aves guaneras que se encontraban en esta zona. En el Embudo se observaron al menos 39 juveniles y 2 volantones. El 43,63% de los individuos en dicho sector ocupaban áreas reproductivas, observándose al menos 2 nidos con dos huevos cada uno.

En noviembre, se contaron en total 187 ± 1 pingüinos: 177 ± 1 en el Embudo y 10 adultos en el sector Este. En el Embudo se observaron al menos 13 volantones. El 3,95% de los individuos de dicho sector ocupaban áreas reproductivas. No se observaron pingüinos en el islote San Francisco.

En diciembre, fueron contados en total 92 ± 1 pingüinos: 76 ± 1 en el Embudo y 16 en el sector este. En el Embudo se observaron al menos 8 volantones. La totalidad de los individuos de este sector ocupaban áreas no reproductivas. No se observaron pingüinos en el islote San Francisco.

Relaciones con la temperatura del mar y la disponibilidad de alimento

El número de pingüinos, muestra ligeras tendencias negativas no significativas respecto de la temperatura superficial del mar (en adelante TSM) y sus anomalías (SPEARMAN=-0,371; n=6; $P > 0,05$); sin embargo, estas tendencias se hacen más fuertes al eliminar los datos de junio (SPEARMAN=-0,900; n=5; $P = 0,05$) (figuras 1). Al relacionar las anomalías de la TSM con la disponibilidad de anchoveta (figura 1), se observaron tendencias negativas para el período junio-diciembre (SPEARMAN=-0,771; n=6; $P > 0,05$), sin llegar estas a ser significativas. Si se relacionan estas anomalías de la TSM con la disponibili-

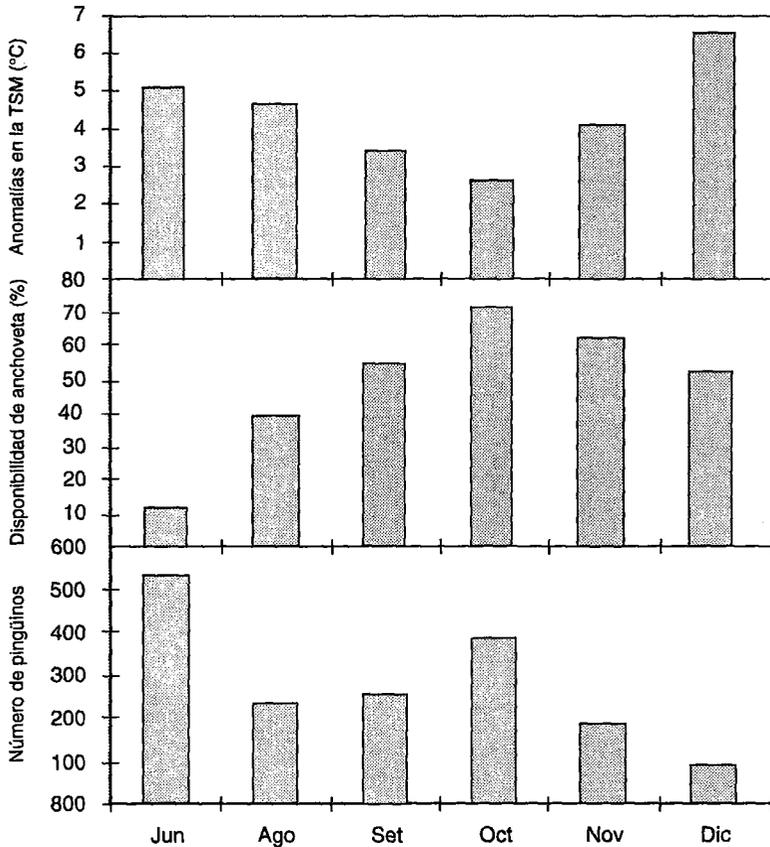


FIGURA 1. Anomalía en la temperatura superficial del mar (Callao), disponibilidad de anchoveta y número de pingüinos observados mensualmente en Isla Pachacamac, entre junio y diciembre de 1997.

dad de pejerrey, se observan tendencias negativas no significativas para el período agosto-diciembre ($SPEARMAN = -0,300$; $n = 5$; $P > 0,05$). Entre el número de pingüinos contados y la disponibilidad de anchoveta (figura 1), se observó una ligera tendencia positiva para el período agosto a diciembre ($SPEARMAN = 0,500$; $n = 5$; $P > 0,05$); asimismo, entre el número de pingüinos contados y la disponibilidad de pejerrey, se observó una tendencia positiva para el período junio-diciembre ($SPEARMAN = 0,771$; $n = 6$; $P > 0,05$).

Observaciones sobre dieta

Sólo se pudieron recolectar dos muestras sobre dieta de pingüinos en Isla Pachacamac; éstas

contenían en total 15 otolitos: 12 de anchoveta (80,00%) y 3 de pejerrey (20,00%). Además se encontraron 86 cristalinicos de peces y 18 de calamar.

DISCUSION

Los eventos El Niño de fuerte intensidad modifican la composición de la red trófica pelagial; el alimento habitual de las aves marinas ya no se encuentra disponible cerca de la costa en las capas superficiales porque migra hacia afuera o hacia mayores profundidades (ARNTZ y FAHRBACH 1996). Las aves marinas están adaptadas fisiológicamente para conseguir sus presas

a distancias más lejanas de la costa o a mayores profundidades, sin embargo esto significa un mayor gasto de energía.

El período reproductivo del pingüino de Humboldt en el Perú se extiende desde abril hasta diciembre, siendo influenciada por la disponibilidad de alimento (HAYS 1986). Si bien las anomalías producidas por el evento El Niño 97-98 se detectaron desde marzo de 1997, éstas no afectaron el inicio de la reproducción del pingüino en Pachacamac, cuyo primer pico de puesta en 1997 se estima que ocurrió en abril.

En junio el incremento de la temperatura superficial del mar ocasionó una disminución importante en la disponibilidad de alimento, por el repliegue de los cardúmenes de anchoveta hacia el sur, lo que explicaría la deserción masiva de los nidos observada en el Embudo en dicho mes. Sin embargo, se mantuvo una oferta de pejerrey que permitió el éxito reproductivo de algunas parejas, como lo evidencia la presencia de volantones en los meses de agosto y setiembre.

Durante los siguientes meses, el evento El Niño 97-98 se acentuó y con él la disminución de la población de pingüinos. La disponibilidad de anchoveta y pejerrey en el área disminuyó entre octubre y diciembre, afectando la población que en diciembre alcanzó sólo el 17% de la observada en junio. Asimismo, el número de individuos que ocupaban áreas reproductivas disminuyó hacia noviembre (<4%), no observándose individuos reproductivos en diciembre.

El primer pico de puesta estimado, coincide con el descrito por ZAVALAGA y PAREDES (1997) para Punta San Juan en el año 1996, establecido entre los meses de abril y mayo. El segundo en cambio se podría interpretar como un nuevo intento reproductivo de individuos que fracasaron en la primera puesta, alentados por la aparente recuperación del alimento.

La deserción de nidos en junio también pudo estar influenciada por perturbaciones antro-

pogénicas. Los guardianes de PROABONOS en Pachacamac indicaron eventuales capturas de pingüinos en la isla, aprovechando condiciones favorables. Durante la evaluación de junio desaparecieron al menos 4 aves y coincidentemente 3 botes de marisqueros fueron vistos a menos de 20 m de la línea intermareal en las noches que precedieron a la desaparición. Asimismo, en noviembre se observaron huellas de buzos (aletas de buceo) que habían ingresado al sector de el Embudo, donde se encuentra la colonia más importante de la isla y de la costa centro del Perú.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas durante el desarrollo del presente trabajo. Asimismo, agradecemos a AQUILES GARCÍA-GODOS, ELISA GOYA, ELDA CABRERA, SILVIA TOVAR y especialmente a LILIANA AYALA por su participación en los conteos. Agradecemos también al Blgo. JULIO VALDIVIA, Blgo. MARCO ESPINO y Blga. GLADYS CÁRDENAS por el apoyo brindado.

REFERENCIAS

- ARNTZ, W. y E. FAHRBACH. 1996. El Niño: Experimento climático de la naturaleza. Fondo de Cultura económica. Mexico. 312 pp.
- DUFFY, D.C., C. HAYS y M.A. PLENGE. 1984. The conservation status of Peruvian seabirds. p: 245-259. En: CROXALL, J.P., P.G.H. EVANS y R.W. SCHREIBER (Eds.). Conservation of the world's seabirds. Cambridge, UK: ICBP (Tech. Publ. 2).
- HARRISON, P. 1988. Seabirds, An identification guide. Reprinted rev ed. Christopher Helm (Ed.). London. 448 pp.
- HAYS, C. 1984. The Humboldt Penguin in Perú. Oryx 18(2): 92-95.
- HAYS, C. 1986. Efectos de El Niño 1982-83 en las colonias del pingüino de Humboldt en el Perú. Bol. Lima 45: 39-46.
- JAHNCKE, J. y E. GOYA. 1997. Variación latitudinal y estacional en la dieta del guanay (*Leucocarbo bougainwillii*) y el piquero peruano (*Sula variegata*) en la costa peruana. Bol. Inst. Mar Perú 16(1): 23-41.

MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. The Mc Millan Company, New York. 1245 pp.

WILLIAMS, T. 1995. The penguins. Oxford University Press. USA. 295 pp.

WILSON, R.P. 1984. An improved stomach pump for penguins and other seabirds. *J. Field Ornithol.* 55(1): 109-112.

ZAVALAGA, C.B. y R. PAREDES. 1997. Humboldt penguins at Punta San Juan. *Penguin Conservation* 10(1): 6-8.

SAURIOS COMO PREDADORES DE ECTOPARASITOS DE AVES GUANERAS

JOSÉ PÉREZ¹ Y JAIME JAHNCKE^{1,2}

RESUMEN

PÉREZ, J. y J. JAHNCKE. 1998. Saurios como predadores de ectoparásitos de aves guaneras. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 81 - 86.

Las altas densidades de las colonias favorecen el rápido contagio de ectoparásitos en las poblaciones de aves guaneras, destacando la garrapata *Ornitodoros amblyus*, que en algunos casos llega a causar la muerte de los pichones. La lagartija *Microlophus peruvianus* ha sido introducida en las islas guaneras con la intención de reducir las poblaciones de garrapatas. En el presente estudio se observa que existe una predación sobre ectoparásitos por parte de las poblaciones de saurios en los tres lugares muestreados (Isla Lobos de Tierra, La Vieja y Punta Coles), principalmente sobre la garrapata *O. amblyus*, que constituye siempre la presa principal, siendo también consumidos en menor proporción de malófagos "piojos" y dípteros Hippoboscidae "moscas chatas". De las tres especies de saurios estudiadas, *M. peruvianus* es la que consume mayor cantidad de garrapatas por lo que sería la especie más indicada para utilizar como controlador biológico de garrapatas en aves guaneras.

PALABRAS CLAVE: aves guaneras, lagartijas, *Microlophus peruvianus*, ectoparásitos, garrapatas, *Ornitodoros amblyus*, malófagos, hippoboscidos.

ABSTRACT

PÉREZ, J. and J. JAHNCKE. 1998. Lizards as predators of guano-producing seabirds ectoparasites. Bol. Inst. Mar Perú 17(1-2): 81 - 86.

The high densities of Peruvian guano-producing seabird colonies permit rapid transmission of ectoparasites, being the tick *Ornitodoros amblyus* the main species and the one that causes the death of chicks. The lizard *Microlophus peruvianus* was introduced to Peruvian guano islands to forage on these ectoparasites. This study has shown that saurids population predate on ectoparasites in the three studied areas (Isla Lobos de Tierra, La Vieja and Punta Coles), feeding on a high proportion of ticks *O. amblyus* and also on a small proportion of lice (Mallophaga) and flat-flies (Diptera: Hippoboscidae). From the three species of studied saurids, *M. peruvianus* is the one that feeds on a higher amount of ticks. This species may be the most appropriate for using as biological controler for ectoparasites on guano-producing seabirds.

KEY WORDS: guano-producing seabirds, lizards, *Microlophus peruvianus*, ectoparasites, ticks, *Ornitodoros amblyus*, bird-lice, hippoboscids.

INTRODUCCION

Las islas y puntas guaneras del litoral peruano son el hábitat de especies de aves numerosas como el guanay *Leucocarbo bougainvillii*, pique-

ro *Sula variegata*, pelícano *Pelecanus thagus* y camanay *Sula nebouxii*. Estas aves al vivir en densidades muy altas, favorecen la propagación de ectoparásitos como garrapatas *Ornitodoros am-*

1 Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas, Dirección de Recursos Pelágicos, DGIRH, IMARPE, Apartado 22, Callao.

2 Apartado postal 18-0807, Lima 18, Perú. E-mail: jjahnck@mail.cosapidata.com.pe

blus, malófagos (piojos) y dípteros hippobóscidos (mosca chata). Bajo estas condiciones, las aves se ven seriamente afectadas por los ectoparásitos (principalmente *Ornitodoros amblyus*), que pueden alcanzar niveles altos de infestación y forzar a las aves a abandonar sus nidos e incluso a sus pichones (DUFFY 1983, DUFFY 1991).

Este problema no es nada nuevo y ha tratado de ser solucionado de diversas maneras aún sin éxito (DUFFY 1994). Uno de los medios utilizado para solucionar este problema fue la introducción en las islas de poblaciones de lagartijas (VOGT 1942) *Microlophus peruvianus*, antes *Tropidurus* (FROST 1992) que pudieran servir como controladores de estos ectoparásitos. Algunos estudios han mostrado que tal predación efectivamente ocurre (DUFFY 1983), pero aún no se conoce claramente el beneficio que implican estas poblaciones de lagartijas sobre las aves (IANACONE Y DALE 1997).

El presente trabajo contiene los resultados del proyecto de investigación que viene llevando a cabo la Subdirección de Investigaciones en Aves Marinas del Instituto del Mar del Perú (DGIRH), con el objetivo conocer el papel que juegan las poblaciones de saurios en el control de ectoparásitos de aves guaneras.

MATERIAL Y METODOS

Las áreas que comprende este estudio son la Isla Lobos de Tierra (06°28' S; 80°50' W), Isla La Vieja (14°16' S; 76°11' W) y Punta Coles (17°42' S; 71°23' W). Las visitas fueron realizadas durante 1997: en octubre a Lobos de Tierra, julio y noviembre a La Vieja y en setiembre a Punta Coles. En estos lugares habitan poblaciones de aves como guanay, piquero, pelícano y camanay; esta última restringida principalmente a Lobos de Tierra, donde se presenta en número considerable y durante todo el año, no siendo así en las otras dos áreas donde son visitantes esporádicos (MURPHY 1936).

La colecta de lagartijas se realizó de manera directa y manualmente, en horas del día en que los individuos eran activos y se presumía ya se habían alimentado. En el caso de las lagartijas diurnas como (Tropiduridae) *Microlophus peruvianus* y *M. quadrivittatus* generalmente se realizó entre las 11:00 am y 2:00 pm, y en las nocturnas, o salamanquejas o gekos (Gekkonidae), como *Phyllodactylus microphyllus* entre las 8:00 y 10:00 pm.

Las lagartijas nocturnas fueron capturadas en los llamados "dormideros" de aves, en donde se les encuentra comúnmente. Esta colecta se limitó a la isla Lobos de Tierra. En el caso de las lagartijas diurnas se realizaron colectas en los tres lugares. La colecta en Punta Coles se efectuó en las inmediaciones de las colonias tanto de guanay, piquero y pelícano. En La Vieja se efectuaron en las colonias de potoyunco *Pelecanoides garnotii*, golondrina de tempestad *Oceanodroma markhami* y en las áreas guaneras ocupadas o no. En Lobos de Tierra se realizó cerca de agrupaciones de camanay y en colonias desiertas de guanay, debido a la ausencia de esta ave en las colonias durante el estudio (octubre). Inmediatamente después de capturados, los individuos fueron inyectados con formol al 10% en el corazón, estómago, intestinos y cavidad abdominal. Luego fueron preservados en alcohol al 70%. Paralelamente se realizó una colecta de invertebrados en cada lugar de muestreo para facilitar la identificación de los segmentos de las presas en el contenido estomacal.

El análisis de los contenidos estomacales se realizó en el laboratorio por medio de un microscopio estereoscópico. Se analizó principalmente el contenido estomacal, pero también en algunos casos el intestinal, para complementar el registro de los items presentes en la dieta, como lo sugiere SCHOENER (1989) para tamaños de muestra reducidos. Los contenidos estomacales e intestinales fueron preservados en alcohol al 70%. Los resultados se presentan en porcentajes del número total de individuos en el conjunto de estómagos registrados en cada lugar.

RESULTADOS

Isla Lobos de Tierra

Las especies de saurios colectados en esta isla fueron *Microlophus peruvianus* (Tropiduridae) y *Phyllodactylus microphyllus* (Gekkonidae), en número de quince y cuatro respectivamente; ambas están presentes en esta isla en números considerables. Estas especies de lagartijas fueron las únicas observadas durante el tiempo del estudio y son las únicas reportadas para este lugar (CARRILLO e ICOCHEA 1995; DIXON y HUEY 1970).

La garrapata *Ornitodoros amblyus* fue la presa principal de los dos saurios representando el 33,7% y 52% de la dieta respectivamente (figuras 1 y 2). En conjunto todos los ectoparásitos (ácaros, malófagos y dípteros) totalizan un 38,9% y 56%

de la dieta de cada saurio y estuvieron presentes en el 93,3% y 100% de los estómagos analizados para cada especie.

El promedio de garrapatas consumidas por *M. peruvianus* fue 6,6 y 3,3 por *P. microphyllus*. Se observó también el consumo de mosca chata en ambas especies y de piojos sólo en la primera; debiendo mencionar que esta ausencia en la dieta puede deberse al número reducido de individuos analizados.

Cabe destacar que en los individuos de *M. peruvianus* colectados en las inmediaciones de la guardiana, el número de garrapatas consumidas fue mínimo. El consumo de garrapatas por lagartija, considerando las colectadas únicamente cerca a colonias de camanayes se incrementó a 8,7.

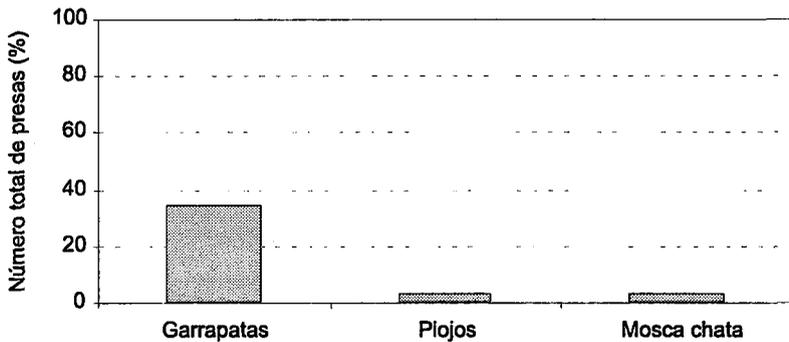


FIGURA 1. Ectoparásitos consumidos por *M. peruvianus* en Isla Lobos de Tierra (n= 15). Se grafican los porcentajes del número total de presas consumidas.

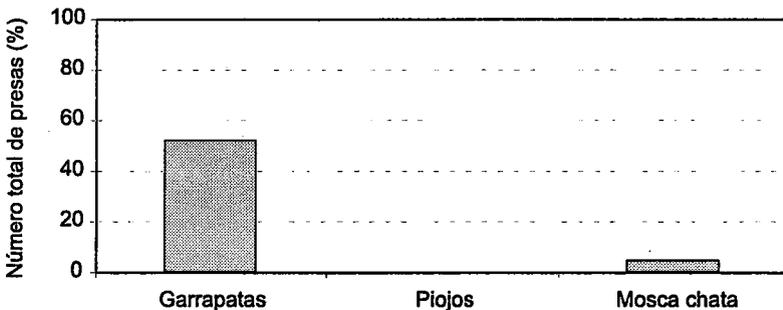


FIGURA 2. Ectoparásitos consumidos por *P. microphyllus* en Isla Lobos de Tierra (n= 4). Se grafican los porcentajes del número total de presas consumidas.

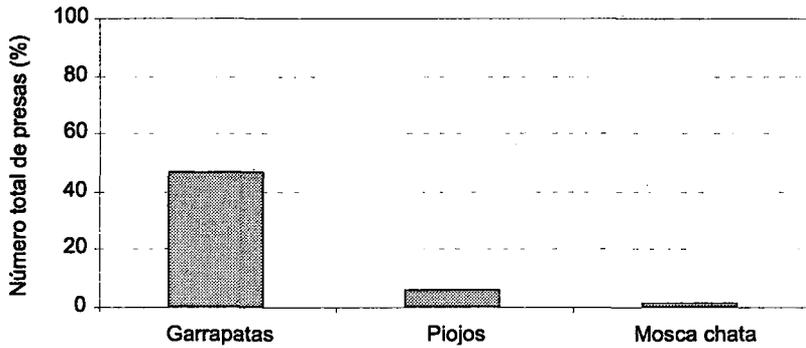


FIGURA 3. Ectoparásitos consumidos por *M. peruvianus* en Isla La Vieja (n= 8). Se grafican los porcentajes del número total de presas consumidas.

Isla La Vieja

Las especies de saurios en esta isla fueron *Microlophus peruvianus* y *Phyllodactylus angustidigitus*. A diferencia de Lobos de Tierra, las lagartijas nocturnas no son abundantes, por lo que el efecto sobre la población de ectoparásitos, sería mínimo. La colecta se restringió a lagartijas diurnas, totalizando ocho individuos en las tres visitas realizadas, cuatro en colonias de guanay e igual número en las colonias de golondrina de tempestad y potoyunco.

Los individuos de la especie *M. peruvianus* colectados en las colonias de guanay predan sobre ectoparásitos, representando el 53,4% de su dieta. Específicamente la garrapata *O. amblyus* es su presa principal con el 46,6%, se le encontró presente en el 100% de los estómagos analizados para esta zona (figura 3). El promedio de garrapatas consumida por esta lagartija fue 8,5. Las lagartijas colectadas en las colonias de potoyunco y golondrina de tempestad no consumen ningún ectoparásito, su dieta se compone principalmente de huevos de insectos, coleópteros y pseudo escorpiones.

Punta Coles

M. quadrivittatus no parece ser un buen depredador de ectoparásitos, su dieta está principalmente compuesta de algas e invertebrados marinos, aunque se encontró algunas moscas chatas en

los contenidos estomacales. No se observó la presencia de lagartijas nocturnas durante el periodo de estudio, pero no se descarta su presencia y el consumo de ectoparásitos.

DISCUSION

En los tres lugares estudiados las lagartijas consumen ectoparásitos de aves. La especie de lagartija *Microlophus peruvianus* destaca por consumir un mayor número de garrapatas, probablemente debido a su tamaño relativamente más grande que las especies nocturnas; y por el tipo de forrajeo generalista que presenta (PEFAUR y LÓPEZ-TEJEDA 1983), el cual le permite una amplia distribución a lo largo de la costa. En el caso de *Phyllodactylus microphyllus* el efecto que tiene sobre los ectoparásitos es menor debido a su menor tamaño, también es importante destacar las diferencias en los patrones de actividad de esta especie nocturna con la anterior que es diurna.

Debido a la reducida muestra no se pueden llegar a determinar la variación de la dieta en *M. peruvianus* que podría existir principalmente entre adultos y juveniles, la cual ha sido observada en individuos de áreas continentales (QUIS-PITÚPAC y PÉREZ, 1996) y que determinaría un efecto variable sobre los ectoparásitos dependiendo de la edad del individuo; esta diferencia no se limita al número o tamaño de las presas,

sino, principalmente al tipo de items en el alimento. Cabe añadir que también se esperaría una diferencia estacional en la dieta de las lagartijas, debido a la fluctuación anual de las temperaturas modifica directamente el tiempo diario destinado a la alimentación.

Un factor importante a considerar, previo a una nueva introducción de individuos de *M. peruvianus* en las colonias de aves guaneras, es que la localidad de captura de dichas lagartijas sea cercana al lugar de procedencia de las poblaciones previamente introducidas. El ignorar este punto puede ser crucial, debido que existe la posibilidad de subespeciación en esta especie (DIXON y WRIGHT 1975) y esto llevaría a problemas en la reproducción entre las dos subespecies, causando que la población no se incremente como se espera.

Por otro lado es necesario mencionar que, al presentar un tipo de dieta oportunista, *M. peruvianus* puede consumir una gran variedad de alimentos, seleccionando aquéllos que sean más fáciles de conseguir. Esta afirmación explica la ausencia de garrapatas en la dieta de lagartijas cercanas a las casas en las islas, pues al alimentarse de desechos de alimentos consumidos por las personas, cubren sus necesidades y no requieren buscar otro tipo de suplemento alimenticio.

En Punta Coles no se encontraron individuos de *M. peruvianus*, la especie presente en esta área es *M. quadrivittatus*, especie que se caracteriza por tener una dieta restringida principalmente a organismos relacionados al mar, debido a que limita su actividad a las orillas y a unos pocos metros de playa (DONOSO-BARROS 1963), por ello su efecto sobre los ectoparásitos es muy reducido.

Para utilizar estas especies de lagartijas como controladores biológicos de poblaciones de ectoparásitos de aves guaneras, especialmente de garrapatas, se requiere de un mayor conocimiento de los aspectos básicos de la historia natural

tanto de los parásitos como de los potenciales predadores, así como de las relaciones que existen entre ellos.

Agradecimientos

Agradecemos al Proyecto Especial de Promoción del Aprovechamiento de Abonos Provenientes de las Aves Marinas PROABONOS por las facilidades brindadas en cada una de las guardiánas visitadas durante el presente estudio. Asimismo, agradecemos a la bachiller ELIANA QUISPITÚPAC y la estudiante de biología KATYA BALTA por su ayuda en el análisis de los contenidos estomacales; a los bachilleres JAVIER ICOCHEA y LILIANA AYALA; y al DR. P. G. AGUILAR F. por el apoyo con material bibliográfico.

REFERENCIAS

- CARRILLO, N y J. ICOCHEA. 1995. Lista taxonómica preliminar de los Reptiles vivientes del Perú. Pub. Mus. Hist. Nat. UNMSM (A) 49:1-27.
- DIXON, J. y R. HUEY. 1970. Systematic of the lizards of the gekkonidae genus *Phyllodactylus* of mainland South America. Contribution in Science, The Nat. Hist Mus. Los Angeles. 192:1-78.
- DIXON, J y J. WRIGHT. 1975. A review of the lizards of the iguanid genus *Tropidurus* in Peru. Contribution in Science, The Nat. Hist. Mus. Los Angeles. 40 pp.
- DONOSO-BARROS, R. 1966. Reptiles de Chile. Editorial Universidad de Chile. 458 pp.
- DUFFY, D.C. 1983. The ecology of ticks parasitism on densely nesting Peruvian seabird. Ecology. 64: 110-119.
- DUFFY, D.C. 1991. Ants, ticks and nesting seabirds: dynamic interactions?. p: 242-257. En: LOYE, J.E. y M. ZUK (Eds.). Bird-parasite interactions: Ecology, Evolution and Behaviour. Oxford University Press, Oxford.
- DUFFY, D.C. 1994. The guano islands of Peru: the once and future management of a renewable resource. p: 68-76. En: NETTLESHIP, D.N., J. BURGER y M. GOCHFELD (Eds.). Seabirds on islands; Threats, case studies and action plans. BirdLife Conservation Series N°1. 318 pp.
- FROST, D.R. 1992. Phylogenetic analysis and taxonomy of the *Tropidurus* group of lizards (Iguania: Tropiduridae). American Museum Novitates 3033: 1-68.
- IANNACONE, J. y W. DALE. 1997. *Ornithodoros (Alectorobius) amblyus* (Acarina: Ixodoidea: Argasidae); garrapata parásita del guanay en el Perú. Rev. per. Ent. 40:21-26
- MURPHY, R.C. 1936. Oceanic birds of South America. American Museum of Natural History. New York. 1245 pp.
- PEFAUR, J y E. LÓPEZ-TEJEDA. 1983. Journal of Arid Environments. 6: 155-160.

QUISPTÚTAC, E. y J.M. PÉREZ. 1996. Observaciones ecológicas en *Microlophus peruvianus* (SAURIA: TROPIDURIDAE). Libro de Resúmenes del XII Congreso Nacional de Biología: 47.

SCHOENER, T.W. 1989. Should hindgut contents be inclu-

ded in lizards dietary compilations?. *Journal of Herpetology*. 18: 455-458.

VOGT, W. 1942. Informe sobre las aves guaneras. Bol. Cía Admora. Guano 18(13): 1-132.