



# 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* ..... 1

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

*Jaime Jahncke y Elisa Goya* ..... 15

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

*Jaime Jahncke y Cecilia Rivas* ..... 35

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* ..... 47

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

*Jaime Jahncke y Luis Paz-Soldán* ..... 55

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

*Jaime Jahncke y Elisa Goya* ..... 67

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

*Luis Paz-Soldán y Jaime Jahncke* ..... 75

SAURIOS COMO PREDADORES DE ECTOPARASITOS DE AVES GUANERAS

*José Pérez y Jaime Jahncke* ..... 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<sup>1,2</sup>

## 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

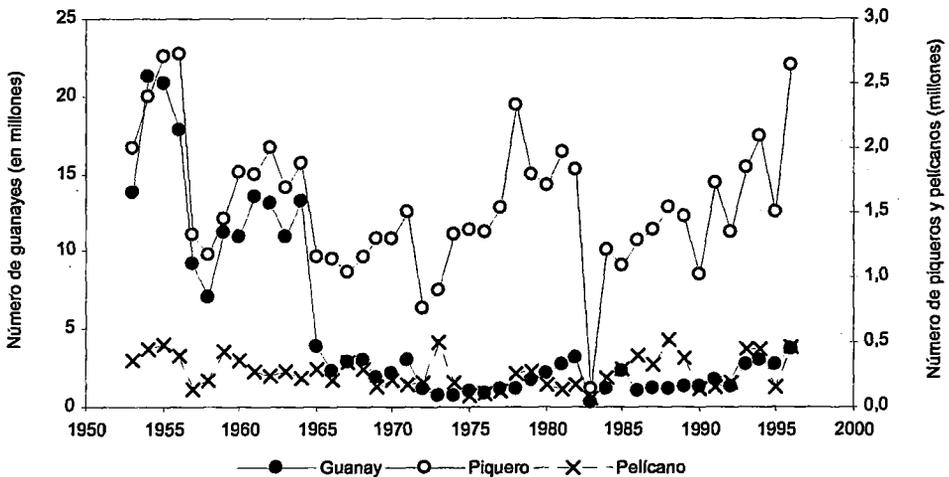


FIGURA 1. Población promedio de aves guaneras en la costa peruana entre los años 1953 y 1996.

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

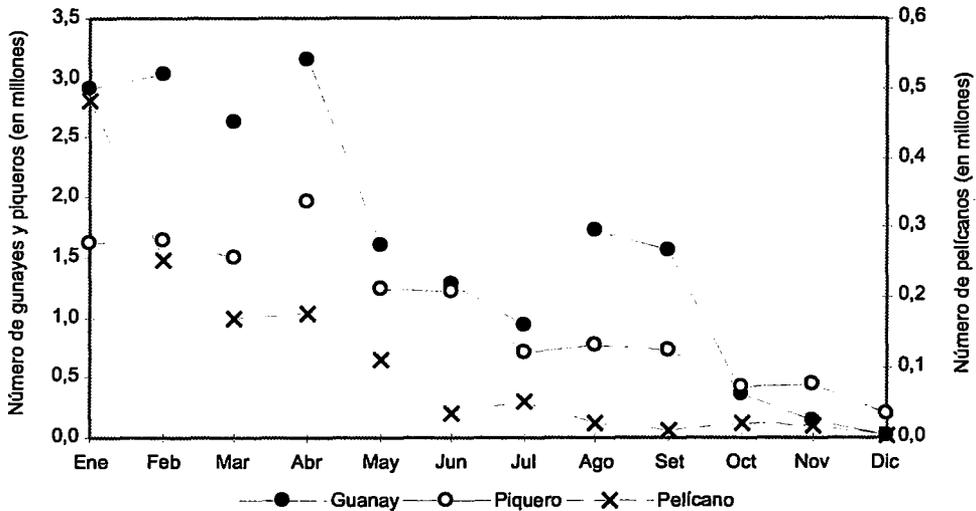


FIGURA 2. Población total de aves guaneras en la costa peruana entre enero y diciembre de 1997.

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 ( $r_{\text{SPEARMAN}}$ ;  $n=19$ ;  $P<0,01$ ). 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 ( $r_{\text{SPEARMAN}}$ ;  $n=11$ ;  $P<0,05$ ). No existe correlación entre la población de pelícano y la biomasa y captura de anchoveta ( $r_{\text{SPEARMAN}}$ ;  $n=11$ ;  $P>0,05$ ).

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; LAVALLE 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<sup>(3)</sup>. 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<sup>(4)</sup>, 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<sup>(4)</sup>. 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.

fines 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 RAMÍREZ, 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 recintos 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.