



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
"IZTACALA"**

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LAS AVES MARINAS  
PELAGICAS DE LA ZONA CENTRAL DEL GOLFO DE  
CALIFORNIA, MEX.**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA**

**P R E S E N T A  
ARCELIA GALLO QUINTANA**



**MEXICO, D. F.**

**1994**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres, **Fernando** y **Arcelia**, por ser siempre ejemplo de responsabilidad y rectitud. Gracias a ambos por todas sus enseñanzas, comprensión y por todo su amor. A Ustedes mi más profunda admiración y respeto.

A mi hermano **Fernando**, por todos los momentos que hemos disfrutado juntos y por este gran cariño que nos une.

A **Serafin** por todas las cosas que hemos compartido y por lo que nos falta compartir. A tí mi respeto y todo mi amor.

A mis tíos, **Manolo** y **Delia**, por todo el cariño que me han dado.

A mi sobrino **Diego Fernando** con todo mi cariño.

A mi abuelito **Evaristo**.

A mis tías **Mary** y **Esperanza** y a toda mi gran familia.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Juan R. Guzmán Poo su incondicional apoyo, su asesoría, sus consejos y su invaluable amistad.

A la Biol. Noemí Chávez por su ayuda, su apoyo y el tiempo dedicado.

A la Dra. Enriqueta Velarde por haberme dado la oportunidad de navegar por el maravilloso Mar de Cortés.

Al Dr. Juan R. Guzmán Poo, Biol. Patricia Ramírez, Biol. Atahualpa Desucere, Biol. Tizoc Altamirano, M. en C. Jonathan Franco, Biol. Noemí Chávez, Biol. Mar. Serafin Almenara, Dr. Luis Carriquiriborde, Biol. Mar. Gustavo Danemann y al Biol. Francisco Nava por sus comentarios, ideas y sugerencias durante la elaboración de este trabajo.

Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de Guaymas, Son., en especial al Ing. Hugo Montiel, por el apoyo recibido. A la tripulación del BIP-XI, en particular a Manuel Grajeda "Nico", Jose Cruz Flores y al Capitán Ignacio Salazar por su constante ayuda y enseñanzas.

A Isaías por su ayuda en la elaboración de los mapas presentados en este trabajo.

A mis compañeras de censos y de Isla Rasa, Lety, Mónica, Tania y Rocio, con quienes compartí experiencias inolvidables.

A Katy Arvizu por su hospitalidad en mis estancias en La Paz, por su apoyo logístico pero principalmente por su gran amistad.

A la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) por haberme otorgado una beca para la realización de mi trabajo.

A todos mis profesores y compañeros de carrera con quienes compartí enseñanzas y gratos momentos.

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....  | 1  |
| Abstract .....   | 2  |
| Introducción .....   | 3  |
| Antecedentes .....   | 5  |
| Objetivos .....  | 7  |
| Area de Estudio .....  | 8  |
| Métodos  |    |
| Plan de muestreo .....   | 11 |
| Censo de aves .....  | 11 |
| Datos oceanográficos .....   | 12 |
| Análisis de datos .....  | 12 |
| Resultados   |    |
| Resultados generales por crucero .....                               | 18 |
| Localización y densidad de aves .....                                | 23 |
| Diversidad de especies .....   | 39 |
| Relación con parámetros oceanográficos .....                         | 40 |
| Discusión  |    |
| Variación en la densidad .....                                       | 43 |
| Variación en la diversidad .....                                     | 47 |
| Relación con parámetros oceanográficos .....                         | 48 |
| Conclusiones .....   | 52 |
| Literatura citada .....  | 53 |
| Apéndice 1.  |    |
| Lista de especies observadas en el estudio .....                     | 59 |
| Apéndice 2.  |    |
| Principales colonias de aves marinas en el Golfo de California ..... | 60 |

## RESUMEN

Los datos para conocer la distribución y abundancia de las aves marinas pelágicas de la región central del Golfo de California se obtuvieron en cuatro cruceros oceanográficos que se llevaron a cabo en mayo, septiembre y noviembre de 1991 y en mayo de 1992. Cada crucero tuvo una duración de aproximadamente siete días. Se realizaron censos de aves marinas desde la parte superior del puente de mando del barco BIP-XI. Se estableció un cuadrante de observación de 180° hacia la proa, cubriendo una distancia de 300 m. paralelos a ambos lados del barco, registrando todas las aves que se encontraron en esa zona. Los censos se dividieron en períodos de 10 minutos de observación, lo que constituyó una unidad de esfuerzo (UE). Se observó un total de 19273 aves, pertenecientes a 25 especies en un área total de 1271.65 km<sup>2</sup>. La distribución de las aves censadas en este estudio mostraron una gradación latitudinal, de mayor a menor densidad, en sentido Norte-Sur. Las aves anidantes residentes fueron las más abundantes durante los cruceros de mayo, mientras que en el crucero de noviembre, las aves migratorias fueron las más abundantes. En los cruceros de mayo, los movimientos de distribución de las aves fueron probablemente determinados por el calendario reproductivo y la disponibilidad de alimento, en septiembre por los movimientos post-reproductivos y la disponibilidad de alimento y, en noviembre no fue posible conocer los patrones de distribución de las aves por las condiciones del mismo. Durante el crucero de mayo de 1992 los números de las aves probablemente estuvieron disminuídos por los efectos del fenómeno El Niño. Durante los censos se midieron los siguientes parámetros: distancia a la costa, profundidad y temperatura superficial del agua. Se llevaron a cabo correlaciones entre estos parámetros y la densidad de las aves, encontrándose que en ninguno de los casos existe una correlación significativa. Es probable que exista un enmascaramiento de estos parámetros debido a diferentes factores tales como la presencia de islas, el efecto de la costa, la época reproductiva y la disponibilidad de alimento.

## ABSTRACT

The data used to calculate the distribution and abundance of the pelagic seabirds in the central portion of the Gulf of California was obtained from four oceanographic cruises carried out in May, September and November of 1991 and May of 1992. Each cruise lasted an average of seven days. The seabird counts were done from the bridge of the ship BIP-XI. The area surveyed was 180° from the bow and 300 m. port and 300 m. starboard. We divided the counts into 10 minutes periods, called a transect, each transect being a effort unit (EU). There were 19273 seabirds counted included in 1271.65 km<sup>2</sup> wich included in 25 species. The distribution of the counted birds during this research showed a latitudinal gradation from the highest density in the North to the lowest density in the South. The most abundant types of counted birds during both May cruises were the breeding residents seabirds, and the most abundant types of birds counted during November cruise were the migrating birds. The distribution movements of the seabirds noted in both May cruises were constrained by the reproductive season and the food availability, and movements noted in September were constrained by the post-reproductive movements and the food availability. However, it was not possible, during the November cruise, to determinate the distribution constraints of the seabirds' distribution patterns, because of the bad weather conditions. During the second May cruise the bird numbers decreased, probably because of El Niño Southern Oscillation effects. The counts were done considering the following parameters: distance to coast, depth and surface water temperature. Correlations were made between this parameters and existing seabird densities without finding any significative correlation. It is very probable that factors like presence of islands, the coast effect, the breeding season and the food availability are masking the correlation test.

## INTRODUCCION

El Golfo de California es un mar encerrado que se comunica con el Océano Pacífico en su extremo sur. El sistema estacional de corrientes y surgencias que lo rigen han hecho que sus aguas sean altamente productivas, capaces de sostener una gran diversidad de vida marina, incluyendo las aves.

Las aves marinas son aquellas que obtienen su alimento del mar y que anidan típicamente en islas o costas. Están involucradas en los ciclos de la vida marina durante todos los aspectos de su vida excepto el tiempo que pasan en los nidos. Las aves marinas están clasificadas principalmente en cuatro órdenes taxonómicos: **Sphenisciformes** (del que no se tienen representantes en el Hemisferio Norte), **Procellariiformes**, **Pelecaniformes** y **Charadriiformes**, los cuales están integrados por 15 familias que incluyen 274 especies (Furness y Monahan, 1987).

Según su distribución y abundancia pueden ser clasificadas en playeras, si el área donde se ubican abarca zonas intermareales, y en pelágicas, si se les encuentra en la zona nerítica (pelágicas costeras) o en la zona oceánica (pelágicas oceánicas). Sin embargo, esto no significa que estas aves se encuentran absolutamente restringidas a una de estas zonas, sino que además de hacer uso preferencial de una de ellas, pueden encontrarse marginalmente distribuidas en otras áreas (Saunders, 1973; Guzmán, 1983), se dice entonces que su distribución no es uniforme sino en "manchas" o "parches".

La distribución pelágica de las aves marinas está ligada a la distribución de los recursos de los cuales dependen. Por lo tanto, las variaciones en su distribución puede reflejar diferencias en la disponibilidad del alimento o diferencias en parámetros oceanográficos que estén estrechamente relacionados con la disponibilidad del mismo. Esto es, que su distribución y abundancia son el resultado de la interacción de factores bióticos (disponibilidad del alimento, sitio de anidación, etc.) y abióticos (temperatura superficial del agua, salinidad, surgencias entre otros) del medio, que influirán en la ausencia y presencia de estos organismos marinos (Hunt *et al.*, 1981), de tal manera que la interpretación de los factores oceanográficos que afectan la distribución de las aves nos pueden dar las pautas para establecer las bases que nos ayuden a analizar la presencia de aves en diferentes regiones, las diferencias en su distribución estacional e interanual y relacionarlas con sus fuentes de alimento.

Estudios acerca de la relación entre aves marinas y parámetros oceanográficos (Pocklington, 1979; Abrams y Griffiths, 1981; Hunt *et al.*, 1981; Gould, 1983; Schneider *et al.*, 1987; Dunlop *et al.*, 1988), sugieren que el dinamismo del sistema oceanográfico produce distintos patrones de distribución y densidad de las aves marinas, dependiendo en gran medida de los fenómenos locales que incluyen la concentración de alimento, los depredadores, frentes oceánicos y las surgencias (Brown, 1980). Sin embargo, la mayoría de los estudios de aves pelágicas no realizan correlaciones directas con la abundancia de sus presas por varias razones. Los estudios de estas aves se realizan principalmente a bordo de barcos cuyo objetivo principal es diferente al ornitológico, por lo que no hay oportunidad de hacer paradas para tomar muestras de las fuentes de alimento más probables. Además, la mayoría de las aves marinas son depredadores oportunistas que utilizan el recurso dependiendo del hábitat más



que del tipo de presa (Ainley, 1980). Por otro lado, está la problemática de colectarlas en el mar para realizar exámenes de contenido estomacal. Todo ello restringe el conocimiento de sus hábitos de alimentación, de ahí que es más fácil definir un tipo de masa acuática en términos de parámetros físicos, que colectar plancton u otro tipo de presa (Brown, 1980). Esto no significa que la relación depredador-presa no sea considerada para conocer la distribución ornitológica del área, por el contrario, investigaciones recientes han demostrado que las aves marinas juegan un papel importante en el flujo energético de los ecosistemas marinos consumiendo hasta un 25-30% de los recursos pesqueros de importancia comercial (Furness, 1982). Lo anterior explica la relevancia de su estudio para proponer modelos adecuados de explotación de recursos marinos que permitan su aprovechamiento sostenido, a la vez de poder conservar los ambientes marinos sin provocar alteraciones irreversibles.

Este trabajo se realizó en un período en el cual se desarrollaron estudios simultáneos de oceanografía y pesca exploratoria en el Golfo de California, cuyo propósito es el de conocer el estado de las poblaciones de peces pelágicos menores en esta zona. Durante la elaboración de estos estudios, se realizaron censos de aves marinas en el Golfo de California, con el fin de que a futuro pueda hacerse uso de esta información para el establecimiento de lineamientos de manejo de los recursos del área.

## ANTECEDENTES

El Golfo de California es una zona rica en recursos marinos, incluyendo las aves. El Golfo de California y sus islas han sido consideradas como un laboratorio natural para la investigación de la especiación, debido a su diversidad topográfica y situación geográfica (Lindsay, 1983).

A lo largo de su historia, diversas expediciones han realizado estudios sobre la fauna y flora tanto continental como insular, así como trabajos oceanográficos y de la vida marina de sus aguas. Así pues, podemos mencionar la expedición realizada por la United States Bureau of Fisheries a bordo del Albatross en 1911, que siendo un crucero principalmente oceanográfico, efectuó colectas de invertebrados, plantas, mamíferos y aves residentes de las islas (Lindsay, 1983). Entre 1958 y 1972, la Belvedere Scientific Foundation de San Francisco realizó muchas investigaciones del Golfo, destacando la de 1962 en la que se llevaron a cabo colectas y algunas anotaciones sobre la distribución de las aves. Sin embargo, los resultados de este estudio sólo se presentan como una lista y notas de las aves registradas en dicha expedición, sin hacer correlaciones con lo encontrado en investigaciones anteriores (Banks, 1963). En 1964, se iniciaron trabajos de investigación sobre las aves migratorias del Golfo de California, por parte de la Dirección General de Fauna Silvestre; al mismo tiempo, el Fish and Wildlife Service estableció un programa de estudios sobre el pelícano café (*Pelecanus occidentalis*), con el Dr. Daniel W. Anderson como encargado del proyecto (S.F.M., 1975). A partir de esa fecha los trabajos ornitológicos han aumentado, no obstante han sido enfocados básicamente al comportamiento, alimentación, reproducción y conservación de las poblaciones reproductoras de las aves marinas (Anderson *et al.*, 1976; Anderson y Keith, 1980; Anderson, 1983; Drummond *et al.*, 1986; Velarde-González, 1989; Tordesillas, 1992; Esquivel, 1992). A pesar de lo anterior, biológicamente el área continúa parcialmente explorada; aún el inventario básico de la vida terrestre de las islas está incompleto y sus aguas están igualmente poco conocidas (Lindsay, 1983). Las escasas investigaciones en las que se incluyen estudios pelágicos sobre la distribución, dispersión y abundancia de las aves marinas han quedado sin publicar y por lo tanto fuera del alcance de estudios posteriores (Guzmán com. pers.).

Sin embargo los datos no son fáciles de adquirir, aún para los sistemas terrestres dónde directamente la observación simultánea y la experimentación son posibles. En un sistema marino pelágico un amplio número de variables operan en un vasto y cambiante medio tridimensional. Las investigaciones bajo estas condiciones están severamente restringidas por las limitaciones operantes tanto de los barcos de investigación como del apoyo para este tipo de estudios (Croxall, 1987).

De acuerdo con Brown (1980), los primeros trabajos aplicando una metodología cuantitativa al estudio de la distribución y la abundancia de las aves marinas fueron los realizados por Wynne-Edwards en 1935. Esta técnica sistemática provee por primera vez no sólo datos cuantificados de distribución, sino que también muestra como varía esta distribución en el ciclo estacional. Más tarde, King y Pyle (1957), realizan algunas modificaciones que sirven de base para que el Smithsonian Institution's Pacific Ocean

Biological Survey Program's (POBSP), elaborara un formato sobre técnicas de censado de aves marinas en alta mar (King, 1970); estas técnicas funcionan bien cuando las aves aparecen esporádicamente y no cuando son numerosas, por esta razón el Programme Intégré des Recherches sur les Oiseaux Pélagiques (PIROP), realizó modificaciones que se ajustaron mejor a las condiciones que pudiesen presentarse (Brown *et al.*, 1975). Tasker *et al.* (1984), realizaron una revisión de los métodos de censado de aves marinas en altamar hechos hasta ese momento, con esta investigación sugieren un método que intenta hacer comparables los datos de observaciones pasadas mejorando la futura colección de datos. Recientemente, el U.S. Fish and Wildlife Service elaboró un manual sobre técnicas de censado de aves marinas (Gould y Forsell, 1989) en el que se afinan algunos aspectos de toma y codificación de datos, estableciendo una metodología estandarizada para la mayoría de los autores en la actualidad.

La utilización de datos derivados de censos de aves de estudios oceanográficos, así como de su biología, han llevado a realizar estudios multidisciplinarios que han permitido el desarrollo de modelos cuantitativos de flujo de energía. Tal es el caso del trabajo de Evans (1971 en: Brown, 1980), en el Mar del Norte, en el que estimó que la población de aves marinas y otros depredadores utilizaban el 10% de la producción anual de peces menores. Sanger (1972 en: Brown, 1980) calcula que la comunidad de aves marinas del Pacífico Norte consume el 8% de la producción de peces. Wiens y Scott (1975 en: Brown, 1980) presentaron en detalle un modelo de flujo de energía para las poblaciones de aves marinas en las costas de Oregon, EUA, estimando que las poblaciones de aves marinas consumen alrededor del 22% de la población íctica del área. Furness (1982), calcula que las aves marinas de Foula en las islas Shetland, Escocia, consumen aproximadamente un 29% de la producción de peces en un radio de 45 km de la zona estudiada.

Este tipo de estudios prácticamente no se han desarrollado en México, a pesar de ser un país que cuenta con mares tan productivos como el del Golfo de California.

## **OBJETIVOS**

- Determinar los patrones generales de la distribución y abundancia de las aves marinas, en la región central del Golfo de California durante algunos meses del año.
- Analizar la relación de algunas de las características oceanográficas que pueden influir en la distribución de estas aves.

## AREA DE ESTUDIO

El Golfo de California o Mar de Cortés se encuentra limitado al Oeste por la península de Baja California, al Este por las costas de Sonora, Sinaloa y Nayarit, al Norte por el delta del Río Colorado y al Sur por el Océano Pacífico, con latitudes extremas de 20° a 32° N y longitudes de 105° a 115° O; se extiende en dirección Noroeste Sureste en una longitud de aproximadamente 1400 km y una anchura que varía de los 100 a los aproximadamente 200 km, con un área de 210 000 km<sup>2</sup>. En él se distribuyen aproximadamente 100 islas y otros tantos islotes, ubicados desde las cercanías de la desembocadura del Río Colorado hasta el paralelo 20 (Bourillón *et al.*, 1988).

La batimetría es extremadamente variable. Algunos autores como Roden (1964) y Badan-Dagon *et al.* (1991), han establecido que el Golfo de California se divide en diferentes cuencas que van desde menos de 200 m en la región más norteña, hasta 3 500 m de profundidad en la boca del Golfo, donde este se conecta con el Océano Pacífico.

El clima es predominantemente oceánico con marcadas variaciones de temperaturas diurnas y estacionales. Esto se debe, principalmente, a que el efecto moderador del clima del Océano Pacífico sobre el del Golfo, se encuentra reducido por una cadena montañosa con una altura promedio de 1.5 km, que se extiende ininterrumpidamente a lo largo de la península de Baja California (Sierras de Juárez, San Pedro Mártir, La Giganta y La Laguna) (Roden, 1964). Al Norte y alrededor de la Región de las Grandes Islas el agua es fría (baja hasta los 10° C) desde diciembre hasta marzo, y es cálida de junio hasta octubre (32° C). En el Centro y Sur del Golfo las temperaturas son menos extremas pero siguen el mismo patrón estacional que las del Norte. Las isotermas en el Sur de la Región de las Grandes Islas, muestran el flujo superficial estacional de las aguas del Pacífico, así como la influencia estacional de la dirección del viento sobre la temperatura superficial del agua (Maluf, 1983).

El patrón de circulación superficial en el Golfo está condicionado por vientos, ondas de marea, interacción con el Océano Pacífico, batimetría y la secuencia de canales que se encuentran en él, pero podemos decir que se caracteriza por un flujo hacia el Sureste en invierno y primavera y hacia el Norte en verano, con circulación turbulenta en la parte superior del Canal de Ballenas (Alvarez-Borrego, 1983).

Las surgencias se dan en las inmediaciones de declives pronunciados y a sotavento de las islas y en los promontorios. En el verano, por efecto Ekman el agua de la superficie se aleja de la península hacia el centro del Golfo. Así como la masa de agua se aleja de la costa, otra masa de agua más fría, más rica en nutrientes y menos salina, aflora de zonas más profundas y sube a la superficie para reemplazar las masas superiores creándose así las surgencias (Maluf, 1983). No es del todo claro la estacionalidad de las surgencias en el Golfo, pero el modelo termodinámico de circulación predice para invierno surgencias en el centro del giro de circulación y en verano a lo largo de las costas.

En invierno y primavera, las temperaturas más bajas se encuentran a lo largo de la costa oriental, cuando los vientos del Noreste son dominantes y provocan surgencias en esta zona, mientras que en el verano, los afloramientos y temperaturas más bajas se encuentran en la costa occidental cuando los vientos del Sureste prevalecen. En la zona ubicada entre la

península y la Isla Angel de la Guarda, la mezcla por mareas mantiene las masas de agua en una condición de surgencias constantes. Las surgencias orográficas parecen cobrar gran importancia en el Sur de Isla Tiburón (Maluf, 1983).

Las mareas son semidiurnas. En la parte Norte del Golfo las mareas se encuentran entre las mayores del mundo, durante la primavera en la boca del Río Colorado se han medido fluctuaciones de más de nueve metros. Tales amplitudes son producidas por la forma de embudo del Golfo y la disminución gradual del relieve del fondo en su parte Norte (resonancias). Este gran desplazamiento vertical de agua crea enormes áreas de entremareas de hasta cinco kilómetros de ancho; esta combinación de características impone demandas especiales sobre la flora y fauna marinas en el área que trae como resultado la exclusión de muchas especies del Sur del Golfo de California (Bourillón *et al.*, 1988).

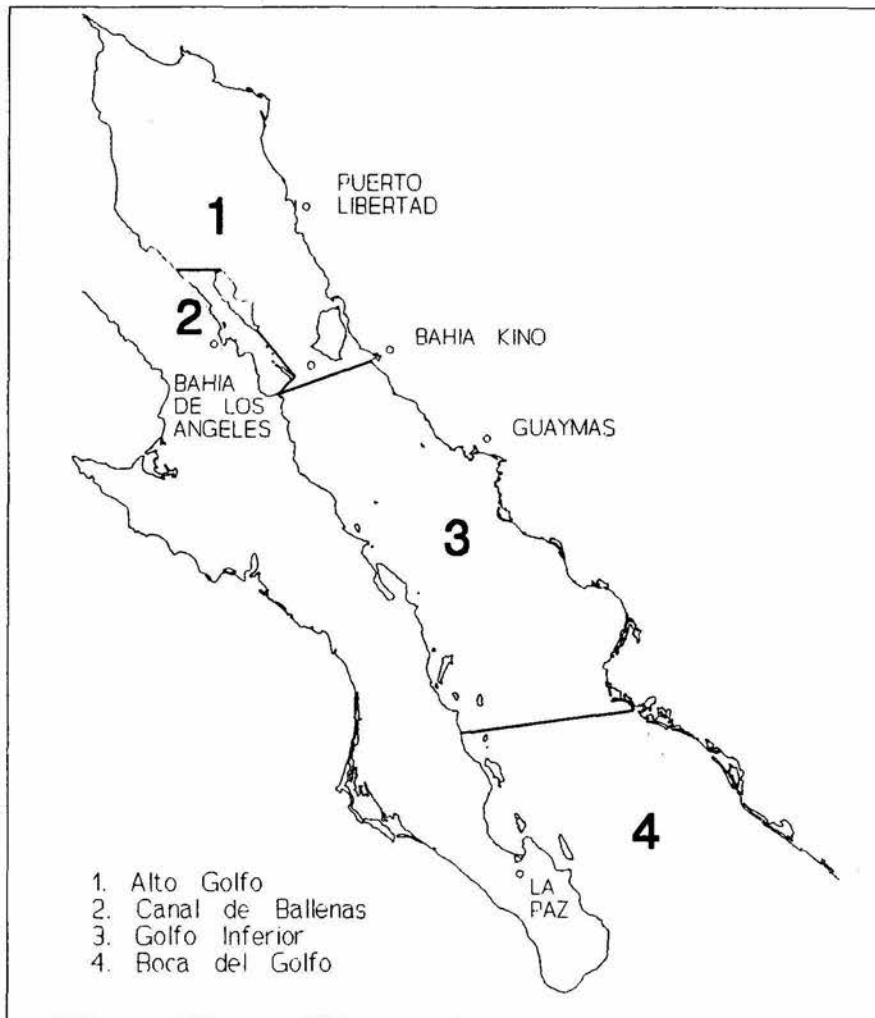
Debido a la variabilidad expuesta, hidrográficamente el Golfo se ha dividido en cuatro regiones (fig. 1):

1. La Superior o Alto Golfo: entre la boca del Río Colorado e Isla Tiburón (superficie aproximada 42, 108 km<sup>2</sup>) que es somera (profundidad promedio de 200 m) y con fuertes corrientes de marea; en ésta se presentan fluctuaciones amplias de temperatura, una fuerte evaporación y escasa precipitación (menos de 100 mm al año) provocando una alta salinidad incrementada por la casi eliminación del flujo de agua dulce proveniente del Río Colorado.

2. El Canal de Ballenas y Cuenca de Salsipuedes: ubicados entre Baja California y las islas Angel de la Guarda y San Lorenzo, se caracterizan por poseer los valores más fluctuantes de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno de todo el Golfo. La topografía en esta región es muy irregular, con profundidades máximas de 1,500 m y un área aproximada de 2,980 km<sup>2</sup> (Alvarez, 1987). El Canal de Ballenas se encuentra aislado de la región inferior del Golfo ya que el intercambio de agua entre ambas regiones se limita a una capa superficial somera, de ahí que exista una mezcla intensa de agua por fuertes corrientes de marea y surgencias.

3. Golfo Inferior: se localiza entre Isla Tiburón y una línea entre Cabo San Lucas y Mazatlán. Posee salinidades superficiales altas y por ella pasan fuertes corrientes N-S. Se caracteriza por un alto relieve y existe comunicación abierta con el Océano Pacífico (Alvarez, 1987)

4. Boca del Golfo: esta región se presenta como un área triangular entre Cabo San Lucas, Mazatlán y Cabo Corrientes, conocida por una estructura termohalina compleja. Las profundidades registradas por esta porción del Golfo exceden los 3,500 m (Badan-Dagon *et al.*, 1991). La distribución de salinidad y oxígeno, muestran un patrón complejo a los 200 m de profundidad, debido a la mezcla de las distintas masas de agua (Roden, 1964).



**Figura 1. División del Golfo de California según Roden (1964).**

## **METODOS**

### **- PLAN DE MUESTREO -**

La información sobre la distribución de las aves marinas, se obtuvo durante cuatro cruceros oceanográficos que se llevaron a cabo durante 1991 y 1992 en el Golfo de California. Estos se realizaron a bordo del barco de investigación Pesquera número XI (BIP-XI) del Centro Regional de Investigación Pesqueras (CRIP) de Guaymas, Sonora. El proyecto principal de los cruceros establece la medición de parámetros oceanográficos en estaciones preestablecidas en el Golfo de California; de ahí que la obtención de datos para este estudio de aves se adaptó a los objetivos dispuestos en dichos cruceros.

Los cruceros se llevaron a cabo en mayo, septiembre y noviembre de 1991 y en mayo de 1992, con una duración de aproximadamente siete días en cada uno de ellos. La ruta de navegación para todos estos cruceros estuvo en función de los requerimientos del proyecto oceanográfico a bordo (fig. 2-5). Se efectuaron paradas en cada una de las estaciones dispuestas en donde se registraron los parámetros oceanográficos establecidos por el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS).

### **- CENSO DE AVES -**

Durante el primer crucero se establecieron las técnicas de muestreo que mejor cumplieron las metas planteadas. De acuerdo a la revisión de diversos trabajos sobre las técnicas de censado en aves marinas (Ashmole, 1963; Bailey y Bourne, 1972; King, 1970; Powers, 1982; Gould y Forsell, 1989) se decidió modificar la metodología para los siguientes cruceros, utilizando básicamente la técnica propuesta por Tasker *et al.* (1984) y la U. S. Fish and Wildlife Service (Gould y Forsell, 1989), incrementando el ángulo de observación de 90 a 180°.

Los censos considerados como transectos normales se realizaron desde la parte superior del puente de mando del barco BIP-XI, ubicado a una altura de 5.7 m sobre la línea de flotación, estableciendo un cuadrante de observación de 180° hacia la proa, cubriendo una distancia de 300 m paralelos al barco, registrando todas las aves que se encontraron en esa zona. Estas observaciones fueron realizadas por dos personas que se alternaron cada tres horas y media, para cubrir el total de horas luz por día. Los censos fueron divididos en períodos de 10 minutos de observación (transecto). Cada período constituyó una unidad de esfuerzo (UE) (fig. 6).

Por otra parte se categorizó como transecto experimental los avistamientos que por dificultad en la obtención de los datos pudieran representar una sobre o subestimación de los mismos. Estas dificultades se refieren a la falta de visibilidad por niebla, baja luminosidad, lluvia, oleaje y todo aquello que interfiera en la calidad de la observación (Guzmán, 1981).



Los organismos fueron observados mediante binoculares de 10 x 40 y se identificaron utilizando las guías de Harrison (1988), National Geographic Society (1987) y Robbins *et al.* (1983).

El tamaño de las bandadas se determinó usando un contador manual, es importante mencionar que también se registraron aquellos grupos de alimentación que se encontraron fuera del cuadrante de observación debido a su importancia en los resultados, pero siempre bajo la perspectiva de manejarlos como apoyo cualitativo.

A cada hora se registró la posición del barco utilizando el radar (RV-2840), navegador por satélite (KODEN SAN-182) o bien, se calculó tomando en cuenta la velocidad, posición inicial y final del barco durante el último transecto realizado.

### - DATOS OCEANOGRÁFICOS -

Las observaciones de las condiciones oceanográficas referentes particularmente a la dirección del viento, temperatura superficial del agua, profundidad y estado del mar por escala Beaufort (Kotsch, 1977), se registraron cada hora.

La información adicional sobre la distribución y patrones de zonas de surgencias así como el patrón de corrientes se obtuvo de estudios previamente publicados.

### - ANALISIS DE DATOS -

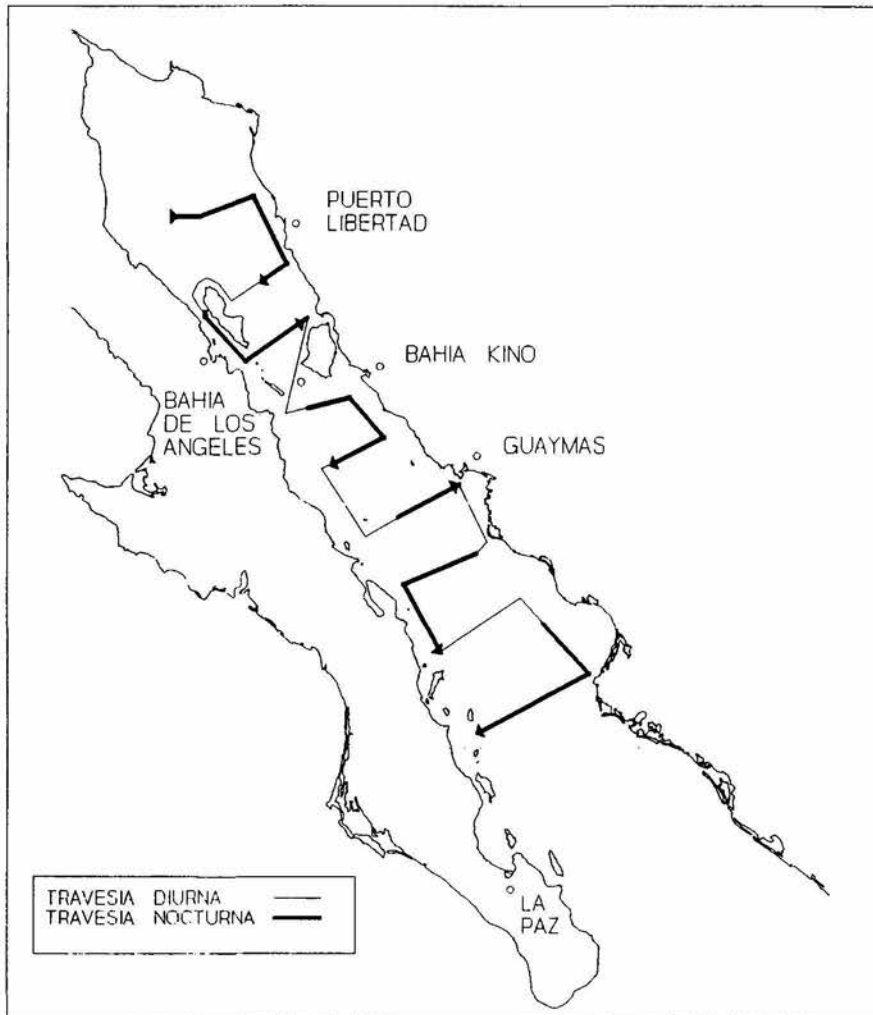
Para el análisis de la distribución y densidad de las aves a diferente escala, se dividió el área de estudio y los datos en cuadrantes de 10' de latitud N por 10' de longitud W. Posteriormente, los cuadrantes se clasificaron en zonas: 1. Zona Norte, 2. Zona Centro, 3. Zona del Canal y 4. Zona Sur. Se estimó la densidad por especie para cada una de las cuatro zonas, dividiendo el número total de aves por especie registradas en cada zona (N1, N2, N3 y N4) entre el total de superficie censada por zona.

Se calculó el índice de diversidad de Shannon-Weiner ( $H'$ ) por zona:

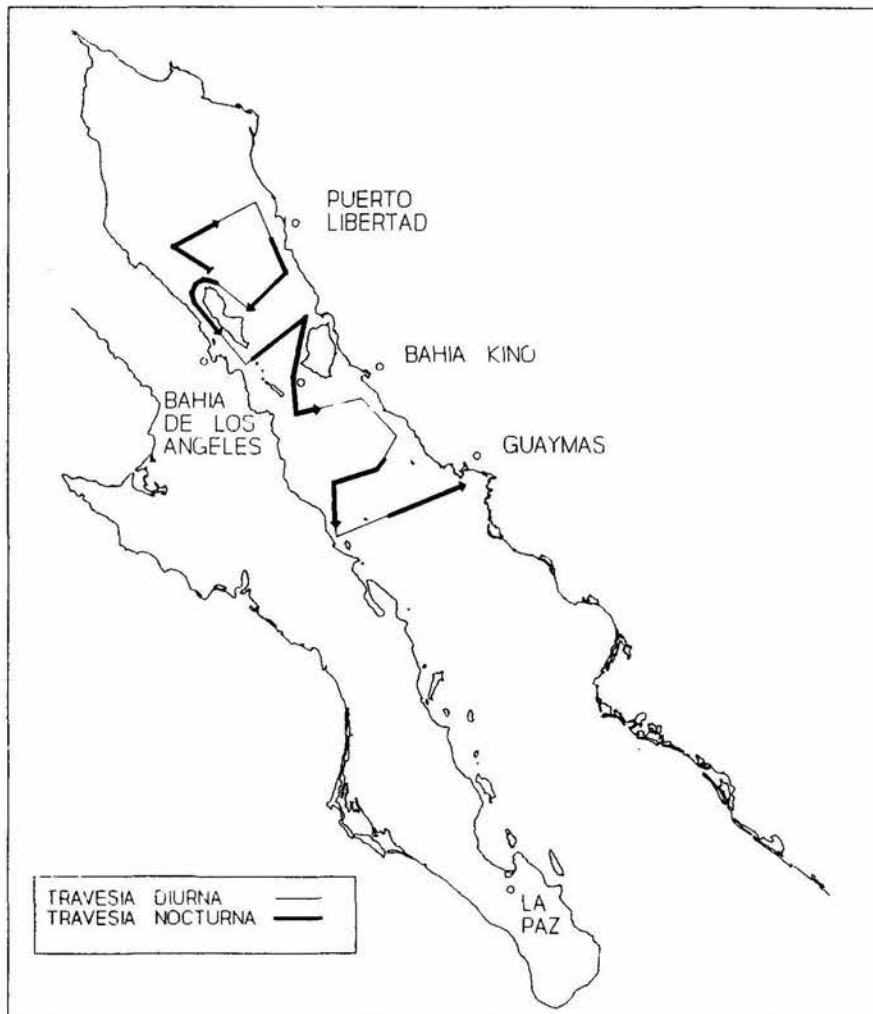
$$H' = -\sum_{i=1}^s (P_i \cdot \ln P_i)$$

donde  $s$  es el número de especies registradas y  $P_i$  es la proporción de la densidad total con la que contribuyó la especie  $i$ .

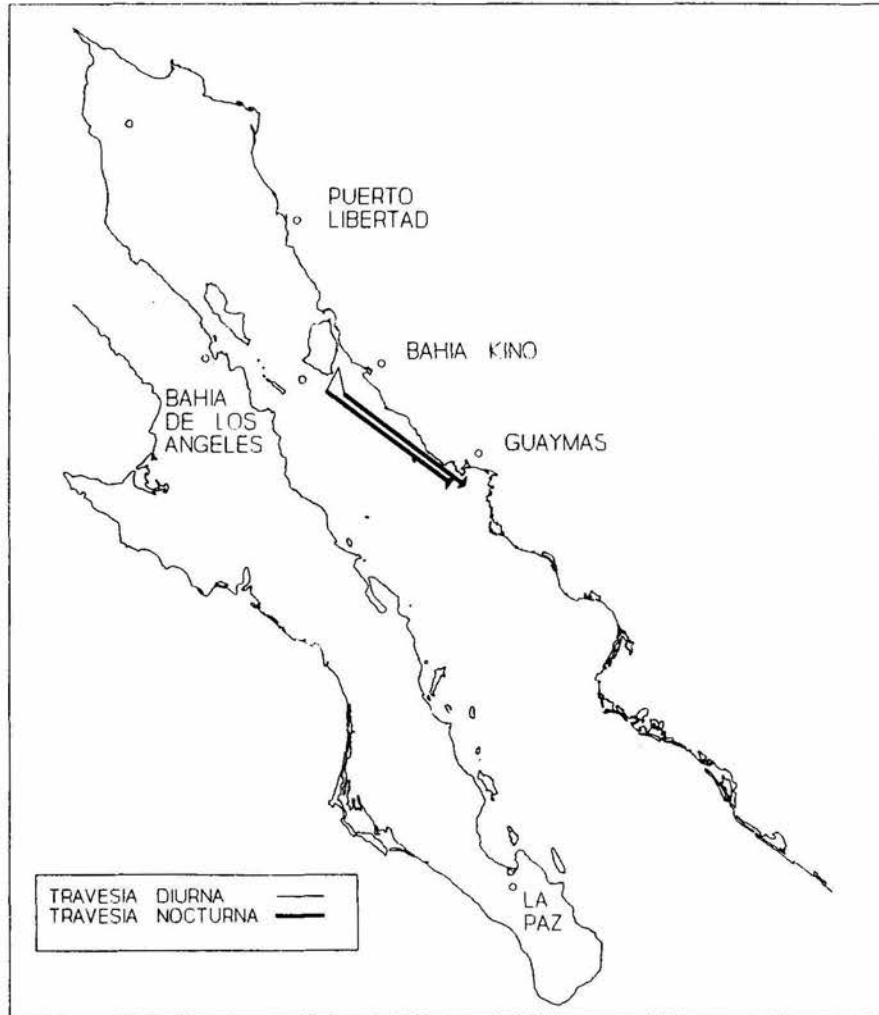
Para conocer las relaciones entre los parámetros oceanográficos y la densidad de las aves, se realizaron correlaciones múltiples entre la densidad por cuadrantes y los parámetros medidos: latitud, profundidad, temperatura superficial del agua y distancia a la costa, siendo esta última el punto terrestre más cercano, haya sido isla, peñasco o propiamente costa. La densidad para este análisis se calculó dividiendo el número de aves registradas en un transecto, entre la superficie censada; obteniéndose posteriormente un promedio de la densidad por transecto para cada cuadrante. Es importante mencionar que cuando un transecto cubría más de un cuadrante, entonces se consideraba al cuadrante en el que el tiempo de observación fue mayor al 50%.



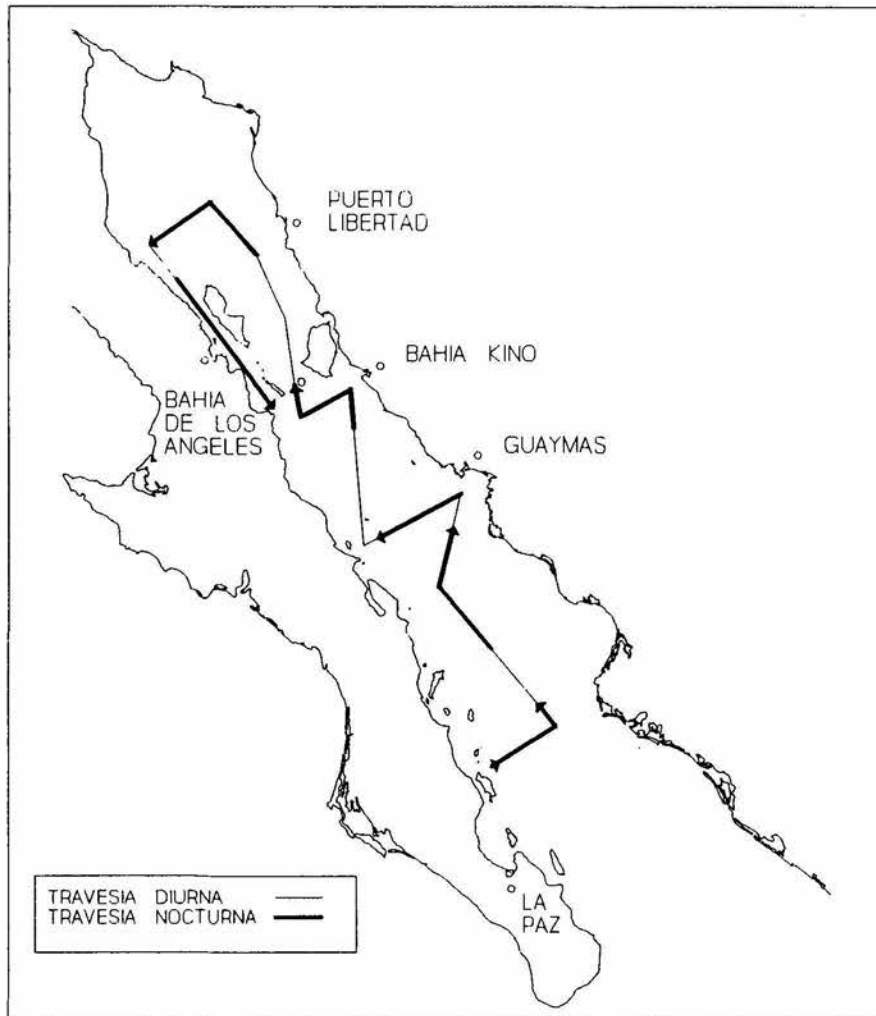
**Figura 2. Derrota del crucero  
BIPXI/Mayo 1991**



**Figura 3. Derrota del crucero BIPXI/Septiembre 1991**



**Figura 4. Derrota del crucero  
BIPXI/Noviembre 1991**



**Figura 5. Derrota del crucero  
BIPXI/Mayo 1992**

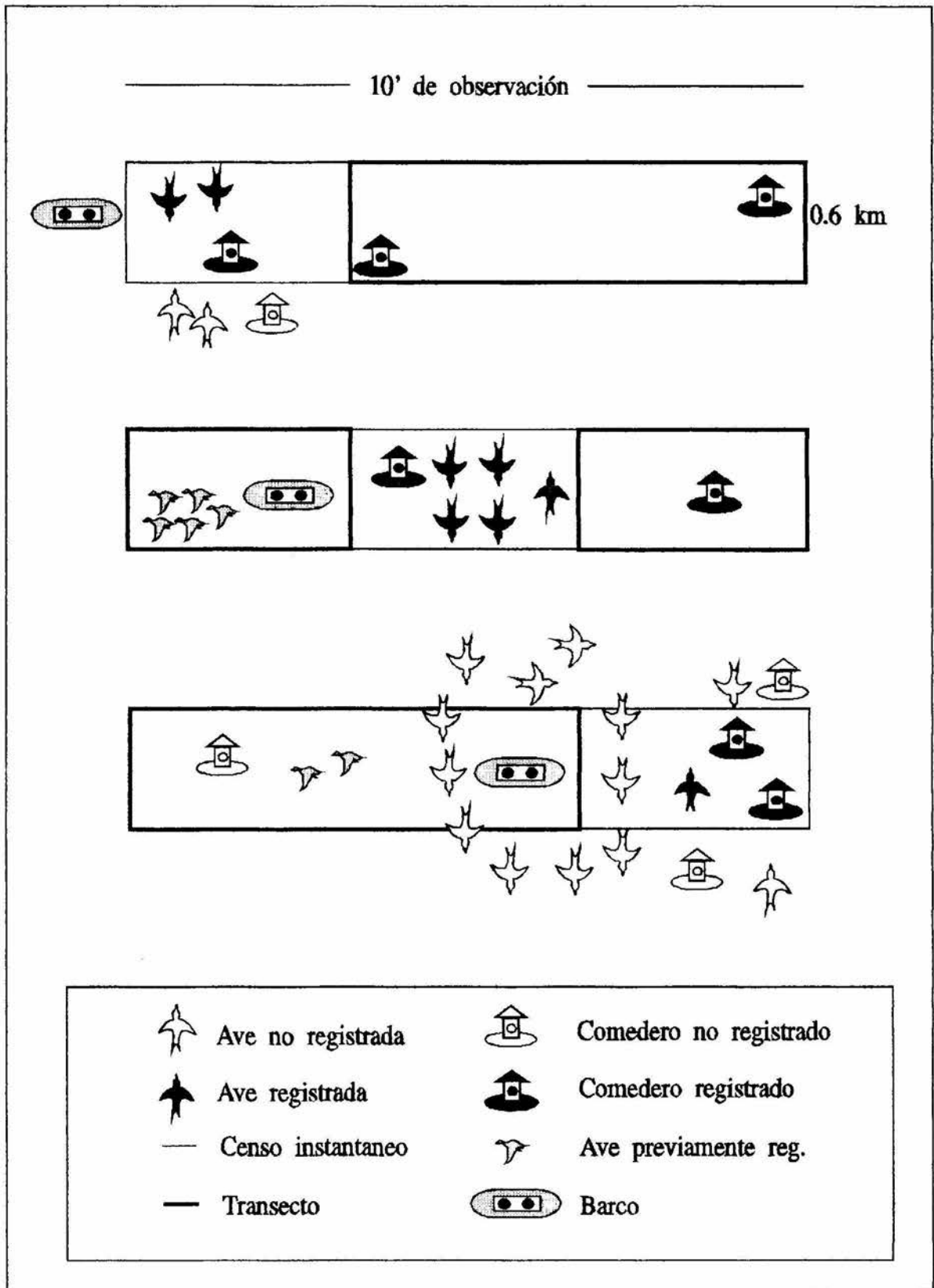


Figura 6. Aves avistadas que deben ser excluidas y registradas del transecto (modificado de Gould y Forsell, 1989).

## RESULTADOS

Durante los cuatro cruceros se observaron 19273 aves pertenecientes a 25 especies incluídas en 10 géneros y 2 géneros que no fue posible determinar hasta nivel de especie, habiendo censado un total de 1271.65 km<sup>2</sup> durante 927 unidades de esfuerzo. La mayor densidad se registró en el crucero de noviembre (37.71 aves/km<sup>2</sup>).

Las especies con mayor abundancia fueron *Oceanodroma melania* (5302), *Larus heermanni* (2230), *Phalaropus* spp. (1926) y *Sula leucogaster* (1323), sin tomar en cuenta los grupos de alimentación en que no se identificaba hasta la especie (tabla 1).

Dentro de las aves registradas encontramos aves anidantes residentes, visitantes y migratorias. Las especies anidantes residentes fueron *Oceanodroma melania*, *O. microsoma*, *Phaethon aethereus*, *Pelecanus occidentalis*, *Sula leucogaster*, *S. nebouxii*, *Larus heermanni*, *L. livens*, *Sterna elegans*, *S. maxima*, *S. antillarum*, *Synthliboramphus craveri*, *Phalacrocorax* spp. Las especies visitantes registradas fueron *Puffinus auricularis*, *Sula dactylatra*, *Larus californicus*, *L. delawarensis*, *Sterna forsteri* y *S. fuscata*. Las especies migratorias incluyeron a *Puffinus creatopus*, *P. griseus*, *Phalaropus* spp. y *Stercorarius pomarinus*.

La presencia de aves mostró una gradación latitudinal en tres de los cruceros realizados, de tal forma que, siempre encontramos un mayor número de aves en la parte Norte y menor en la parte Sur del Golfo. Esta situación nos dió la pauta para la división del Golfo en cuatro zonas: Zona Norte, que abarca desde Bahía San Luis Gonzaga hasta el Sur de Isla Tiburón; Zona Centro, desde el Sur de Isla Tiburón hasta Topolobampo; Zona del Canal, abarca el Canal de Ballenas y Salsipuedes y Zona Sur, Sur de Topolobampo. Esta división coincide con la hecha por Roden (1964), basada en la hidrografía del Golfo, misma que se tomó en cuenta en la descripción del área de estudio. Específicamente, la mayor densidad de aves la encontramos dentro del Canal de Ballenas, seguida de la Zona Norte, la Zona Centro y posteriormente la Zona Sur (cuando se le visitó) (fig. 7). Cabe mencionar que en el crucero de noviembre únicamente se recorrió parte de la Zona Centro, por lo que no hay parámetros para saber si en esta época existe o no esta relación.

### - RESULTADOS GENERALES POR CRUCERO -

#### CRUCERO DE MAYO DE 1991

Este se realizó del 18 al 24 de mayo de 1991 y abarcó tanto el área costera como oceánica, siguiendo una trayectoria en "zig-zag" desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Isla Santa Catalina (fig. 2). La superficie censada fue de 385 km<sup>2</sup> aplicándose 317 UE. Las condiciones del mar fueron óptimas para la observación (0-2 de la escala Beaufort). Los intervalos de temperatura superficial del agua variaron desde 30°C, registrados en la región de Isla Santa Catalina, a 17°C en el Canal de Ballenas ( $x = 22.6^\circ\text{C}$ ). Esto reflejó un decremento de temperatura Sur-Norte.

**Tabla 1**  
**Lista de especies registradas por crucero, donde N= número de organismos y la densidad está dada en aves/km<sup>2</sup>.**

| ESPECIE/CRUCERO                 | MAYO 1991   |                      | SEPTIEMBRE 1991 |                      | NOVIEMBRE 1991 |                      | MAYO 1992   |                      | TOTAL        |
|---------------------------------|-------------|----------------------|-----------------|----------------------|----------------|----------------------|-------------|----------------------|--------------|
|                                 | N           | AVES/Km <sup>2</sup> | N               | AVES/Km <sup>2</sup> | N              | AVES/Km <sup>2</sup> | N           | AVES/Km <sup>2</sup> | N            |
| <i>Puffinus creatopus</i>       | 25          | 0.06                 | 12              | 0.04                 | 6              | 0.04                 | 73          | 0.17                 | 116          |
| <i>Puffinus griseus</i>         | 52          | 0.14                 | 6               | 0.02                 | 2              | 0.01                 | 8           | 0.02                 | 68           |
| <i>Puffinus opisthomelas</i>    | 0           | 0.00                 | 42              | 0.13                 | 0              | 0.00                 | 0           | 0.00                 | 42           |
| <i>Puffinus auricularis</i>     | 46          | 0.12                 | 5               | 0.02                 | 7              | 0.05                 | 140         | 0.33                 | 198          |
| <i>Puffinus spp.</i>            | 0           | 0.00                 | 3               | 0.01                 | 0              | 0.00                 | 0           | 0.00                 | 3            |
| <i>Oceanodroma leucorhoa</i>    | 9           | 0.02                 | 0               | 0.00                 | 0              | 0.00                 | 0           | 0.00                 | 9            |
| <i>Oceanodroma melania</i>      | 1336        | 3.47                 | 3364            | 10.40                | 46             | 0.33                 | 556         | 1.31                 | 5302         |
| <i>Oceanodroma microsoma</i>    | 525         | 1.36                 | 173             | 0.54                 | 0              | 0.00                 | 169         | 0.40                 | 867          |
| <i>Phaethon aethereus</i>       | 3           | 0.01                 | 2               | 0.01                 | 1              | 0.01                 | 6           | 0.01                 | 12           |
| <i>Pelecanus occidentalis</i>   | 320         | 0.83                 | 85              | 0.26                 | 335            | 2.40                 | 119         | 0.28                 | 859          |
| <i>Sula dactylatra</i>          | 1           | 0.00                 | 0               | 0.00                 | 0              | 0.00                 | 0           | 0.00                 | 1            |
| <i>Sula leucogaster</i>         | 113         | 0.29                 | 417             | 1.29                 | 403            | 2.88                 | 390         | 0.92                 | 1323         |
| <i>Sula nebouxii</i>            | 141         | 0.37                 | 42              | 0.13                 | 99             | 0.71                 | 346         | 0.82                 | 628          |
| <i>Sula spp.</i>                | 14          | 0.04                 | 0               | 0.00                 | 2400           | 17.18                | 31          | 0.07                 | 2445         |
| <i>Phalacrocorax spp.</i>       | 8           | 0.02                 | 70              | 0.22                 | 15             | 0.11                 | 0           | 0.00                 | 93           |
| <i>Fregata magnificens</i>      | 94          | 0.24                 | 31              | 0.10                 | 10             | 0.07                 | 10          | 0.02                 | 145          |
| <i>Phalaropus spp.</i>          | 253         | 0.66                 | 38              | 0.12                 | 1199           | 8.58                 | 436         | 1.03                 | 1926         |
| <i>Stercorarius pomarinus</i>   | 1           | 0.00                 | 0               | 0.00                 | 2              | 0.01                 | 2           | 0.00                 | 5            |
| <i>Larus heermanni</i>          | 1643        | 4.27                 | 86              | 0.27                 | 115            | 0.82                 | 386         | 0.91                 | 2230         |
| <i>Larus californicus</i>       | 0           | 0.00                 | 0               | 0.00                 | 60             | 0.43                 | 0           | 0.00                 | 60           |
| <i>Larus delawarensis</i>       | 0           | 0.00                 | 0               | 0.00                 | 178            | 1.27                 | 0           | 0.00                 | 178          |
| <i>Larus philadelphia</i>       | 4           | 0.01                 | 4               | 0.01                 | 195            | 1.40                 | 0           | 0.00                 | 203          |
| <i>Larus livens</i>             | 473         | 1.23                 | 255             | 0.79                 | 180            | 1.29                 | 83          | 0.20                 | 991          |
| <i>Sterna fuscata</i>           | 0           | 0.00                 | 4               | 0.01                 | 0              | 0.00                 | 1           | 0.00                 | 5            |
| <i>Sterna maxima</i>            | 242         | 0.63                 | 0               | 0.00                 | 12             | 0.09                 | 27          | 0.06                 | 281          |
| <i>Sterna elegans</i>           | 695         | 1.81                 | 0               | 0.00                 | 0              | 0.00                 | 102         | 0.24                 | 797          |
| <i>Sterna forsteri</i>          | 0           | 0.00                 | 121             | 0.37                 | 0              | 0.00                 | 87          | 0.21                 | 208          |
| <i>Sterna antillarum</i>        | 8           | 0.02                 | 147             | 0.45                 | 4              | 0.03                 | 0           | 0.00                 | 159          |
| <i>Sterna spp.</i>              | 0           | 0.00                 | 37              | 0.11                 | 0              | 0.00                 | 36          | 0.08                 | 73           |
| <i>Synthliboramphus craveri</i> | 18          | 0.05                 | 18              | 0.06                 | 0              | 0.00                 | 10          | 0.02                 | 46           |
| <b>TOTAL AVES</b>               | <b>6024</b> | <b>15.65</b>         | <b>4962</b>     | <b>15.35</b>         | <b>5269</b>    | <b>37.71</b>         | <b>3018</b> | <b>7.13</b>          | <b>19273</b> |



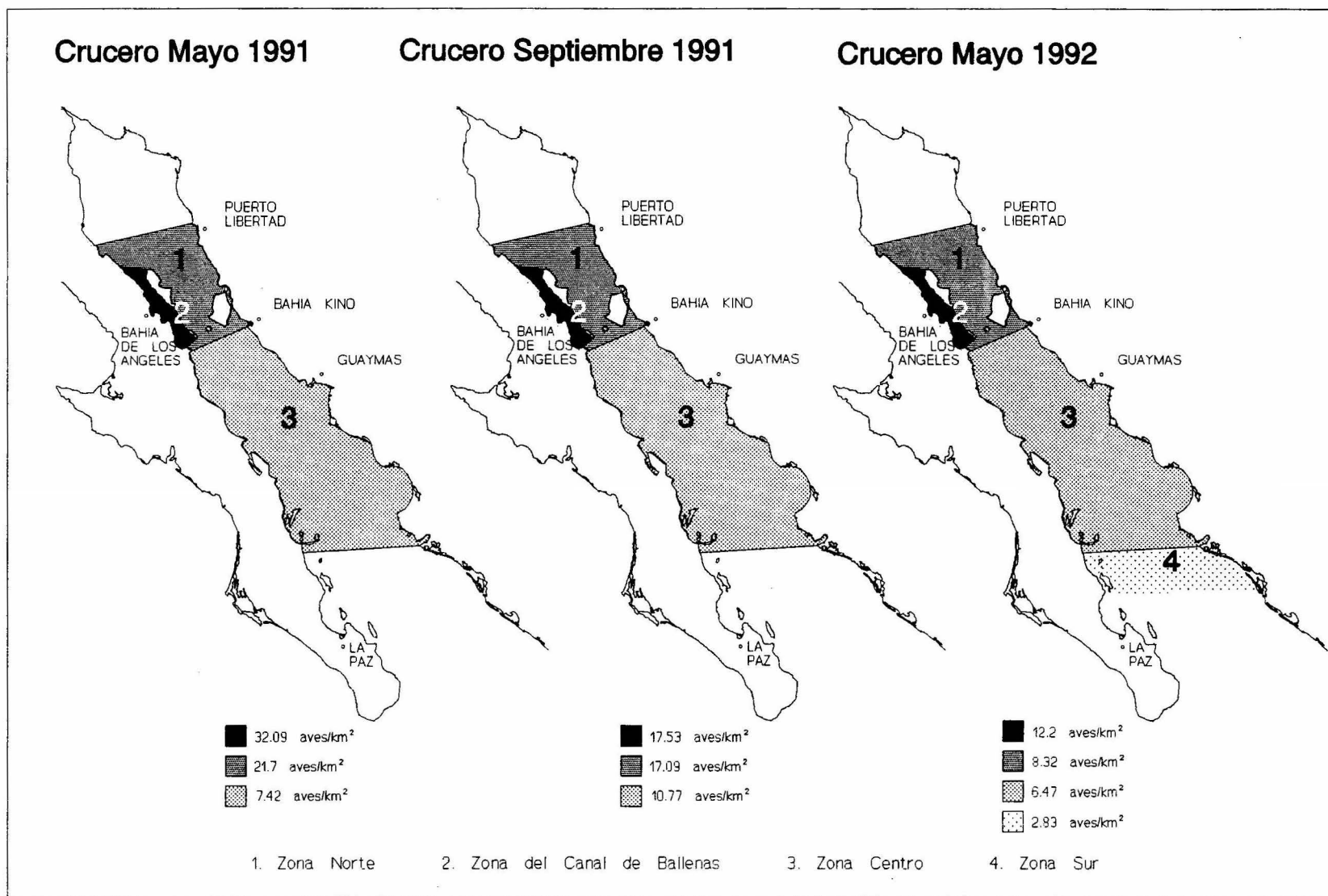


Figura 7. Gradación latitudinal de la densidad de aves en el Golfo de California

Se registraron 6024 aves marinas pertenecientes a 20 especies y 3 géneros en los cuales no se pudo determinar la especie. La mayor densidad de aves se presentó dentro del Canal de Ballenas (32.09 aves/km<sup>2</sup>) y en la Zona Norte (21.70 aves/km<sup>2</sup>), específicamente cerca de la costa. La Zona Centro, en general, presenta una densidad baja (7.42 aves/km<sup>2</sup>). Las especies mejor representadas fueron *Larus heermanni* (1643), *Oceanodroma melania* (1336) y *Sterna elegans* (695).

Durante este crucero se observaron tres comederos multiespecíficos. En el primero observamos 30 individuos de *Oceanodroma melania*, 10 de *O. microsoma* y 3 de *Larus livens*. En el segundo 210 *O. melania*, 104 *O. microsoma* y 20 *Sterna elegans*. En el último comedero las especies involucradas fueron *L. livens* con 19 individuos y *L. heermanni* con 17. Estos fueron localizados al Norte de Cabo Tepoca, al Noroeste de Tiburón y dentro del Canal de Ballenas respectivamente.

### CRUCERO DE SEPTIEMBRE DE 1991.

Este crucero se realizó del 12 al 16 de septiembre de 1991. El diseño general del crucero fue similar al anterior. Se recorrió desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Santa Rosalía, terminando con una travesía que concluyó en el puerto de Guaymas (fig. 3). La superficie total censada fue de 323.4 km<sup>2</sup> cubierta en 230 UE. Las condiciones del mar fueron de 0-2 (escala Beaufort). Las temperaturas superficiales extremas registradas fueron de 26°C, al Norte de Isla Tiburón y de 30.5°C cerca de Guaymas; siendo el promedio 28.1°C.

El total de aves avistadas (4962) se agruparon en 18 especies y 4 géneros en los cuales no se llegó a nivel de especie. En esta ocasión las zonas de mayor densidad fueron el Canal de Ballenas (17.53 aves/km<sup>2</sup>) y la Zona Norte (17.09 aves/km<sup>2</sup>). La Zona Centro alcanzó una densidad de 10.77 aves/km<sup>2</sup>.

Durante este crucero se registraron cuatro comederos multiespecíficos, el primero en la Zona Norte cerca de Bahía San Luis Gonzaga y los otros tres en puntos diferentes de la Zona Centro. Las especies componentes fueron, para el primero 75 *Sula leucogaster*, 3 *L. livens*, 2 *Sterna* sp. En el segundo 32 *S. antillarum*, 30 *Sterna* spp. y 7 *Puffinus opisthomelas*. En el tercero 100 *S. forsteri*, 60 *S. antillarum*, 5 *Pelecanus occidentalis*. En el cuarto 90 *S. leucogaster*, 19 *S. antillarum* y 4 *O. melania*. Se observaron dos comederos de 5000 y 2300 *O. melania* fuera del área de muestreo razón por la cual no fueron considerados en los datos cuantitativos. Las especies mejor representadas fueron *Oceanodroma melania* (3364) y *Sula leucogaster* (417).

### CRUCERO NOVIEMBRE 1991.

La presencia de chubascos dificultó y modificó la derrota del crucero, que se desarrolló solamente en la Zona Centro. Los censos se realizaron del 27 al 29 de noviembre de 1991. Se cubrió únicamente un tercio de lo propuesto (139.7 km<sup>2</sup> de superficie total censada en 99 UE), recorriendo una parte de las costas de Sonora (fig. 4). Las observaciones se realizaron sólo cuando las condiciones del mar lo permitieron (0-3 escala Beaufort). El promedio de la temperatura superficial del agua fue de 20.4°C, teniendo como máxima 21.3°C y 19°C de

mínima.

Se avistaron 5269 individuos, pertenecientes a 17 especies y 3 géneros que no fue posible determinar la especie. A pesar de que exclusivamente se censó la Zona Centro, se obtuvo la mayor densidad de todo el estudio (37.71 aves/km<sup>2</sup>).

Se registraron siete grupos de alimentación, localizados frente a las costas de San Carlos y entre Isla Turners y San Pedro Mártir. Tres de éstos fueron monoespecíficos: 2400 *Sula* spp., 15 y 18 *Larus philadelphia* respectivamente. Los otros cuatro estuvieron compuestos por dos o tres especies. (1) 156 *Phalaropus* spp. y 12 *Larus delawarensis*; 2) 16 *L. philadelphia*, 2 *Puffinus auricularis*, 3 *Phalaropus* spp.; 3) 14 *L. delawarensis* y 32 *Phalaropus* spp.; 4) 56 *L. philadelphia* y 20 *Phalaropus* spp.

### CRUCERO MAYO 1992.

Se realizó del 22 al 27 de mayo de 1992. Este crucero abarcó desde Bahía San Luis Gonzaga hasta Isla Santa Cruz, censando una superficie total de 427.1 km<sup>2</sup> en 282 UE. Fue principalmente pelágico (fig. 5). Las condiciones del mar fueron de 0-3 en la escala de Beaufort. La temperatura superficial del agua registró una máxima de 27°C, en la región más sureña, y una mínima de 23.3° en el Canal de Ballenas. La temperatura promedio fue de 25.6°C.

Se registraron un total de 3018 aves marinas que se agruparon en 18 especies y 3 géneros en que no se determinó la especie. La máxima densidad se registró en la Zona del Canal de Ballenas (12.2 aves/km<sup>2</sup>). Las especies con mayor abundancia fueron *Oceanodroma melania* (556), *Larus heermanni* (386), *Sula nebouxii* (346) y *S. leucogaster* (390).

En esta ocasión se vieron un total de cinco grupos de alimentación multiespecíficos. Frente a Isla San Luis, se observaron 31 *L. heermanni* y 1 *Fregata magnificens*. En la Zona del Canal se registraron dos comederos, en el primero se vieron 24 *L. heermanni*, 14 *P. occidentalis* y en el segundo 31 *Sterna* spp., 4 *L. livens*, 12 *P. occidentalis* y 10 *L. heermanni*. Al Sureste de Isla San Esteban se observaron 69 *S. leucogaster*, 1 *O. melania* y 5 *Phalaropus* spp. y cerca de Isla Lobos 6 *P. auricularis* y 30 *Sterna* spp..

**Tabla 2**  
**Número total de aves (N) en relación al esfuerzo aplicado (UE) y al área censada (km<sup>2</sup>) por crucero.**

| ZONAS           | NORTE |              |      | CANAL |              |      | CENTRO |              |      | SUR |              |     |
|-----------------|-------|--------------|------|-------|--------------|------|--------|--------------|------|-----|--------------|-----|
|                 | UE    | AREA CENSADA | N    | UE    | AREA CENSADA | N    | UE     | AREA CENSADA | N    | UE  | AREA CENSADA | N   |
| Mayo 1991       | 87    | 137.88       | 2992 | 36    | 46.52        | 1493 | 194    | 207.63       | 1540 | 0   | 0            | 0   |
| Septiembre 1991 | 134   | 204.94       | 3503 | 69    | 32.45        | 569  | 27     | 85.97        | 926  | 0   | 0            | 0   |
| Noviembre 1991  | 0     | 0            | 0    | 0     | 0            | 0    | 99     | 139.72       | 5269 | 0   | 0            | 0   |
| Mayo 1992       | 82    | 123.45       | 1027 | 40    | 59.69        | 728  | 116    | 159.94       | 1035 | 43  | 80.46        | 228 |
| Total           | 303   | 459.28       | 7522 | 145   | 138.66       | 2790 | 436    | 593.26       | 8770 | 43  | 80.46        | 228 |

## **-LOCALIZACION Y DENSIDADES DE AVES MARINAS -**

### ***Puffinus creatopus*** (Fardela pies rosados).

Esta especie se registró en los cuatro cruceros, siendo más abundante en mayo (mayor en 1992 que en 1991). Su máximo valor de densidad fue de 0.41 aves/km<sup>2</sup> registrado en mayo de 1992. En el primer crucero esta especie fue localizada principalmente al sur de Isla Tiburón. En septiembre únicamente fue registrada en la Zona Centro. Durante el crucero de noviembre sólo fueron vistos 6 ejemplares. En mayo de 1992 se les vió principalmente cerca de Bahía San Luis Gonzaga y dentro del Canal de Ballenas. Cabe mencionar que la fardela de patas rosas fue la única especie del género *Puffinus* que se registró en la Zona Sur, aunque la fardela gris se le localizó hasta Isla del Carmen (fig. 8a.).

### ***Puffinus griseus*** (Fardela gris)

Se registró en todos los cruceros, sumando un total de 66 aves de las cuales el 78% de ellas fue registrada en mayo de 1991. En ese crucero la Zona Centro tuvo la mayor densidad registrada (0.16 aves/km<sup>2</sup>). En el resto de los cruceros su aparición fue esporádica. En septiembre todos los representantes de esta especie (6 individuos) se registraron en la Zona Norte. En noviembre se vieron únicamente dos organismos frente a Cabo Haro. En mayo de 1992 se les vió desde el Sur de Isla Angel de la Guarda hasta Isla San Esteban (fig. 8b.).

Aunque la mayoría de los registros de esta especie fueron de individuos solitarios pudieron observarse dos grupos de trece individuos al Sur de Isla Tiburón y cerca de Cabo Haro, y un grupo de diez al Norte de Isla del Carmen durante el crucero de mayo de 1991.

### ***Puffinus opisthomelas*** (Fardela vientre oscuro)

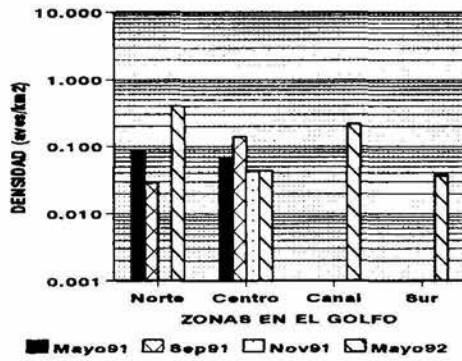
Únicamente se avistó en septiembre (42 individuos). Los registros se dieron al Norte de Isla Tiburón, en el extremo Norte del Canal de Ballenas y en la Zona Centro, se les localizó cerca del paralelo 28° y 27° en medio del Golfo. Estos últimos registraron la mayor densidad de la especie (0.38 aves/km<sup>2</sup>). Se le avistó en dos ocasiones en pareja (fig. 8c.).

Los registros obtenidos fueron de parejas o de individuos solitarios sin mostrar ninguna asociación intra ó interespecífica.

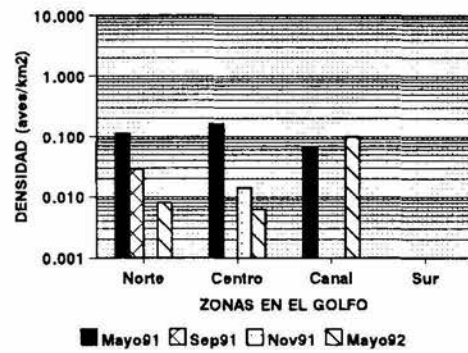
### ***Puffinus auricularis*** (Fardela de Revillagigedo)

Durante este estudio la especie fue observada en todos los cruceros, a pesar de que en septiembre y noviembre los avistamientos fueron esporádicos (5 y 7 individuos respectivamente). Los valores máximos de densidad se registraron en mayo, estos aumentaron en 1992 y abarcaron tres de las cuatro zonas establecidas. En la primavera de 1991 se observaron bandadas de 12 y 13 individuos al Sur de Isla Tiburón. En mayo de 1992, las

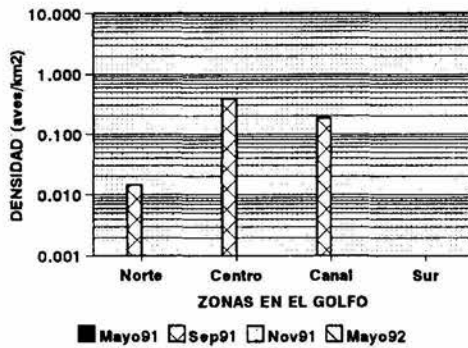
a) *Puffinus creatopus*



b) *P. griseus*



c) *P. opisthomelas*



d) *P. auricularis*

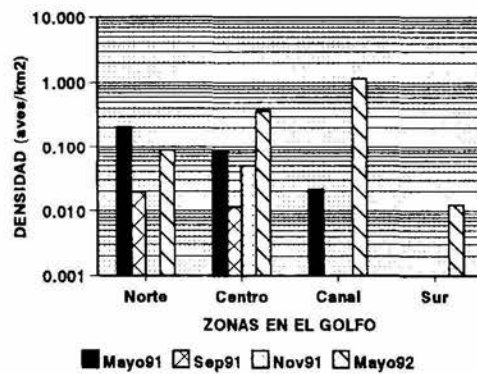


Figura 8. Densidades por zonas y por crucero de las especies del género *Puffinus*.

bandadas se observaron al Norte de Angel de la Guarda (40 individuos) y en la región del Canal de Ballenas (17 individuos) (fig. 8d.).

#### ***Oceanodroma leucorhoa*** (Petrel de leach)

La presencia de esta especie en el Golfo es considerada como ocasional. En el presente estudio únicamente se observó en mayo de 1991, en una muy baja densidad (0.043 aves/km<sup>2</sup>). Los registros se hicieron a la altura de Guaymas y en la parte central del paralelo 26 (8 individuos) (fig. 9a.).

#### ***Oceanodroma melania*** (Petrel negro o pardo)

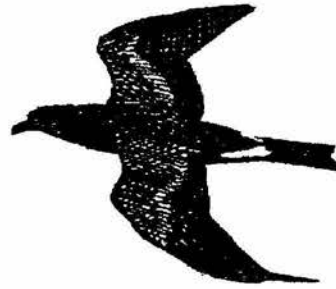
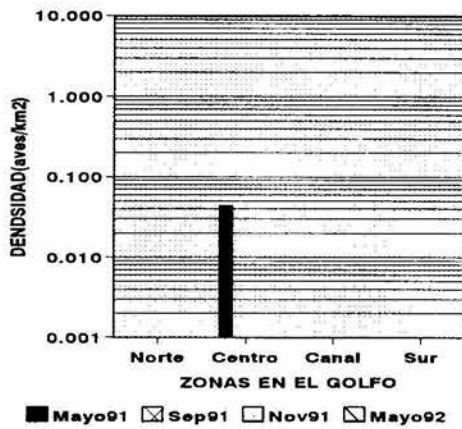
Fue registrada en todos los cruceros y fue la especie más abundante (5302 aves). Tuvo una densidad total de 4.17 aves/km<sup>2</sup> y se observó en la mayoría de los transectos.

En mayo de 1991 su densidad fue de 3.47 aves/km<sup>2</sup>. Durante este crucero la mayor parte de estas aves se observaron en la Zona Norte (7.95 aves/km<sup>2</sup>), específicamente al Noreste. En la Zona Centro la densidad también fue alta, 1.35 aves/km<sup>2</sup>, encontrándose hasta 103 aves por cuadrante. En septiembre nuevamente fue la especie más abundante (10.40 aves/km<sup>2</sup>). La mayor densidad en este crucero se dió en la Zona Norte (14.13 aves/km<sup>2</sup>) y en el Canal de Ballenas (11.56 aves/km<sup>2</sup>). A lo largo de este crucero no fueron raras las agregaciones de esta especie; dentro del Canal de Ballenas se vieron tres muy numerosas. La primera comprendía, aproximadamente, 5000 aves divididas en tres manchas. En la segunda agregación se estimaron 2300 individuos reposando (dos manchas). En la tercera agregación se registraron 166 aves reposando. Las dos primeras fueron observadas mientras se realizaban las maniobras del lance hidrológico, razón por la cual no fueron tomadas en cuenta en los datos cuantitativos. En noviembre se registraron pocas aves (46 individuos). En mayo 1992 la cantidad fue menor que el año anterior, a pesar de ser éste principalmente pelágico (1.31 aves/km<sup>2</sup>). La densidad en las cuatro zonas fue baja. Aunque no muestran claramente un límite o un intervalo de distribución con respecto a la profundidad, al menos en la zona de estudio, cabe mencionar que fue junto con el petrel menor las dos especies que en los transectos pelágicos eran las especies con mayor probabilidad de aparición (fig. 9b.).

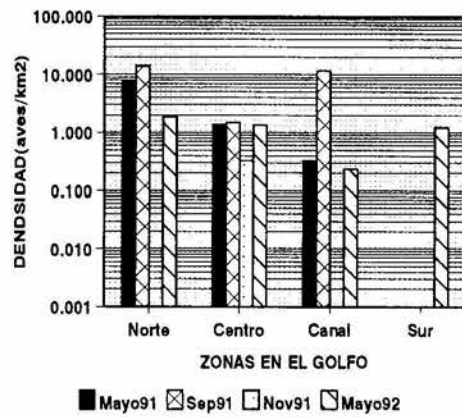
#### ***Oceanodroma microsoma*** (Petrel menor)

El petrel menor registró mayor densidad durante el crucero de mayo de 1991. Al igual que el *O. melania*, fue el Noreste de la Zona Norte la región donde se avistaron más aves de esta especie. En septiembre mostró su mayor densidad (1.97 aves/km<sup>2</sup>) en el Canal de Ballenas. En noviembre no se obtuvieron registros de la especie. En mayo de 1992 las mayores densidades se registraron en la Zona Centro y Sur (0.68 y 0.67 aves/km<sup>2</sup> respectivamente). En el Canal de Ballenas no hubo avistamientos de esta especie (fig. 9c.).

a) *Oceanodroma leucorhoa*



b) *O. melania*



c) *O. microsoma*

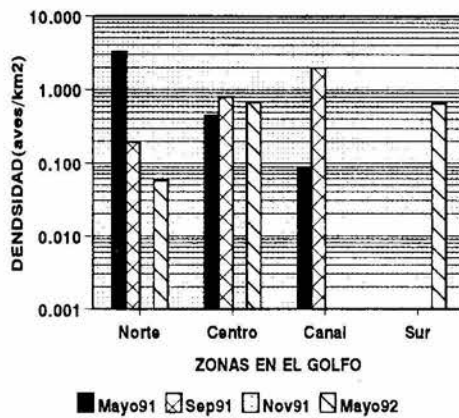


Figura 9. Densidades por zonas y por crucero de las especies del género *Oceanodroma*.

### ***Phaethon aethereus*** (Ave del trópico piquirrojo)

La población de esta especie dentro del Golfo es baja. Se registraron un total de 12 individuos.

En el crucero de mayo de 1991, los tres registros fueron hechos entre Isla San Esteban e Isla San Pedro Mártir y a 18 millas de Isla Santa Catalina.

En septiembre solamente fueron vistas 2 aves cerca de Cabo Haro. En noviembre el único avistamiento fue frente a las costas de San Carlos. En mayo de 1992 se registraron 2 individuos a 41 millas de Isla San Luis, uno cerca de San Pedro Mártir y tres cerca de Isla Santa Cruz (fig. 10a.).

Todos los avistamientos fueron de individuos solitarios reposando sobre el agua.

### ***Pelecanus occidentalis*** (Pelicano café o pardo)

Los pelícanos fueron comunes en todos los cruceros. Se les vió en todas las zonas excepto en la Sur. Las mayores densidades se registraron en noviembre y mayo de 1991. En septiembre y mayo de 1992 la mayor densidad se registró en el Canal de Ballenas.

En el primer crucero su densidad fue de 0.83 aves/km<sup>2</sup>. Sus apariciones fueron más bien dispersas, encontrando dos puntos de mayor concentración, entre la punta Sur de Isla Angel de la Guarda e Isla Partida y cerca de Cabo Haro. En septiembre su densidad disminuye (0.26 aves/km<sup>2</sup>). La mayor densidad se registró dentro del Canal de Ballenas. En latitudes menores a 26° 55' no se obtuvo ningún registro. En noviembre se registró la mayor densidad (2.40 aves/km<sup>2</sup>), observándose más comunmente desde Isla Tiburón hasta Boca Cardonal. En mayo de 1992, los pelícanos se concentraron en la costa peninsular, desde el Norte de Angel de la Guarda hasta Isla San Lorenzo. Sus números son tan sólo el 50% de la densidad alcanzada el año anterior (fig.10b.). Aunque los registros fueron en su mayoría individuos solitarios, era común verlos volando en grupos, alineados o describiendo una "V". A veces en esos grupos se cuentan también algunos pájaros bobos.

### ***Sula dactylatra*** (Bobo enmascarado)

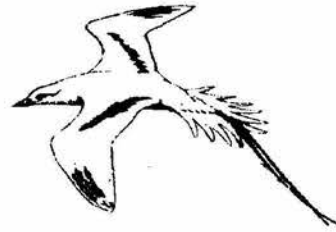
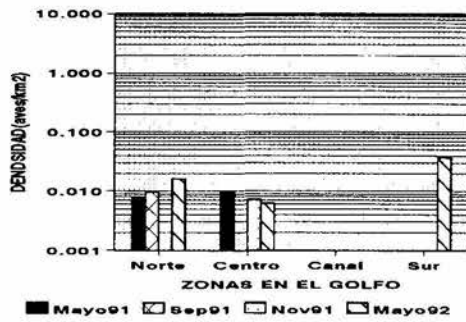
A esta especie se le consideró como especie rara. Se registró un sólo individuo en el crucero de mayo de 1991, aproximadamente a 48 km de Isla Lobos (fig. 11a.).

### ***Sula leucogaster*** (Bobo café).

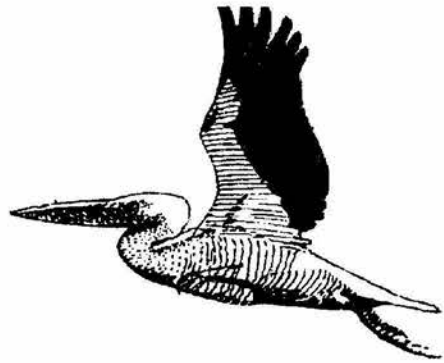
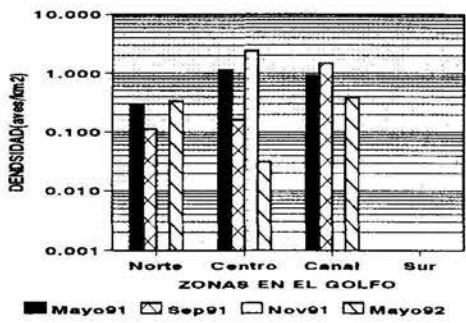
El bobo café fue la tercera especie más abundante. Estuvo presente en todos los cruceros, caracterizándose en septiembre y noviembre, principalmente. En mayo de 1991 tuvo una densidad de 0.29 aves/km<sup>2</sup>. Se encontraron en tres zonas bien definidas: 1. Al noreste, cerca de Cabo Tepoca. 2. Entre el Sur de I. Tiburón hasta Boca Cardonal. 3. Arriba y abajo del paralelo 26. En septiembre su distribución se hizo más común en la región Norte de Angel de la Guarda y cerca de Isla San Esteban. En noviembre se observó en todos los cuadrantes



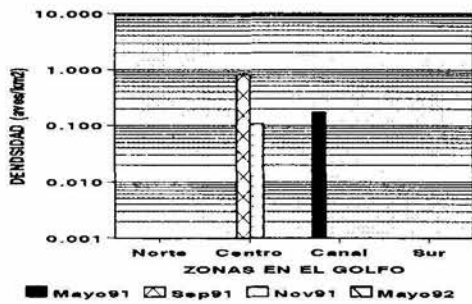
a) *Phaethon aethereus*



b) *Pelecanus occidentalis*



c) *Phalacrocorax spp.*



d) *Fregata magnificens*

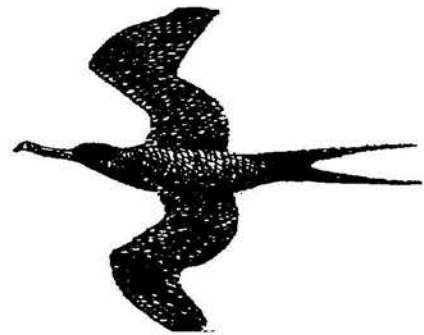
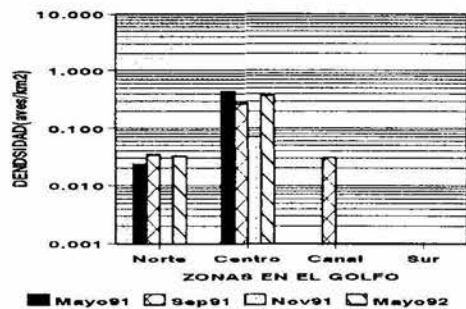


Figura 10. Densidades por zonas y por crucero de las especies del orden Pelecaniformes.

visitados, siendo más comunes cerca de Punta Haro y de Boca Cardonal. En el crucero de 1992, las regiones extremas de la Zona Norte tuvieron las mayores densidades. Las aves registradas en la Zona Centro se observaron principalmente entre Isla Tiburón y San Pedro Martir. Las apariciones del bobo café en la Zona Sur fueron esporádicas (fig. 11b.). Estas aves frecuentemente daban una o dos vueltas alrededor del barco.

### ***Sula nebouxii*** (Bobo patas azules)

Fue visto en los cuatro cruceros, teniendo su máxima densidad (0.82 aves/km<sup>2</sup>) en mayo de 1992. En ese crucero la mayor densidad de la especie se dió en la Zona Norte, específicamente alrededor de Isla San Luis, Isla San Lorenzo y dentro del Canal de Ballenas. En la Zona Sur no se le registró. En mayo de 1991 se les vió cerca de Cabo Tepoca y desde el Sur de Isla Tiburón hasta Boca Cardonal. Dentro del Canal de Ballenas se vieron tan sólo tres organismos muy cerca de Isla Partida. En septiembre, por el contrario, la mayor densidad de esta especie se dió en el Canal de Ballenas y en el área circundante a San Pedro Martir. En noviembre fue una especie común, mostrando mayores densidades entre Isla San Pedro Nolasco y Punta Haro (fig. 11c.).

Aunque en algunas ocasiones se les vió solos, en general, vuelan en grupos de tamaño variable. Es común verlos volando intercalados con *S. leucogaster* y *Pelecanus occidentalis*.

NOTA: En varias ocasiones hubo dificultad para identificar las especies del género *Sula*, de ahí que los organismos fueran registrados como *Sula* spp. Dicha situación se presentó en tres de los cuatro cruceros realizados. En mayo de 1991 se registraron 14 aves en las proximidades de Isla San Esteban. En noviembre se registró un comedero de 2400 aves cerca del sitio antes mencionado. En mayo de 1992 se registraron 36 *Sula* spp. cerca de Bahía de los Angeles.

### ***Phalacrocorax* spp.** (Cormorán)

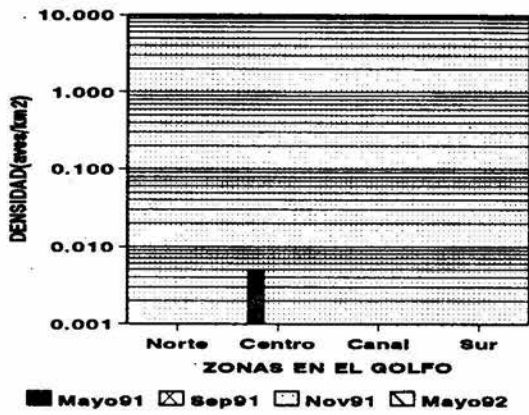
En el Golfo de California se tienen reportadas 3 especies: *Phalacrocorax auritus*, *Ph. penicillatus* y *Ph. pelagicus*. En este estudio se decidió considerarlas como *Phalacrocorax* spp. por la dificultad en el mar de identificar hasta especie.

En mayo de 1991 se registraron exclusivamente en el Canal de Ballenas (8 individuos), muy cercanos a la costa o a las islas (Isla Coronados e Isla Partida). En septiembre la densidad aumenta en la zona pelágica a nivel de Punta Concepción. En noviembre fueron vistos entre Isla San Pedro Nolasco y Cabo Haro. No hubo registros en mayo de 1992 (fig. 10c.).

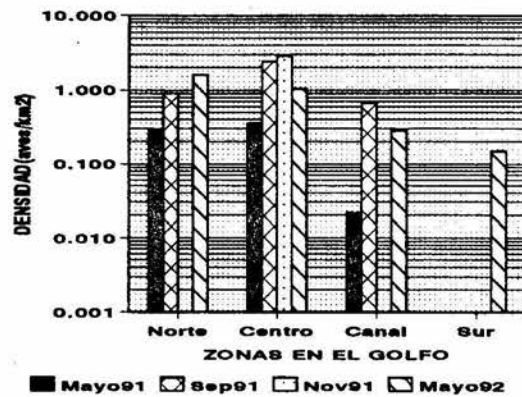
### ***Fregata magnificens*** (Tijereta)

En los cuatro cruceros, esta especie registró sus máximas densidades en la Zona Centro. Su máxima densidad por crucero se obtuvo en mayo de 1991 (0.24 aves/km<sup>2</sup>). Durante el mismo la mayor concentración de aves se registró cerca de Cabo Haro. En el crucero de septiembre la densidad fue de 0.096 aves/km<sup>2</sup> y fue, al igual que el crucero anterior, en las

a) *Sula dactylatra*



b) *S. leucogaster*



c) *S. nebouxii*

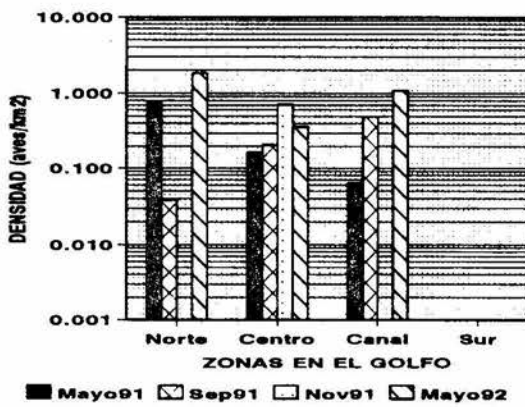


Figura 11. Densidades por zonas y por crucero de las especies del género *Sula*.

cercanías de Cabo Haro el punto de mayor concentración de la especie. En noviembre la densidad fue de 0.072 aves/km<sup>2</sup>. En mayo de 1992 se observaron un total de 10 aves (0.024 aves/km<sup>2</sup>), localizadas cerca de Isla Tiburón e Isla Coronados (fig. 10d.).

### ***Phalaropus* spp. (Falaropo)**

En el Golfo de California se tienen reportadas 2 especies: *Phalaropus fulicarius* y *P. lobatus* pero debido a que, inclusive teniendolas en la mano, es difícil su identificación se decidió considerarlo como *Phalaropus* spp..

Fue una de las aves más abundante. Sus mayores densidades se registraron en noviembre (1.92 aves/km<sup>2</sup>), cuando se les veía en bandadas de 6 hasta 90 individuos volando hacia el Norte. En mayo de 1991 los registros fueron más frecuentes en la Zona Norte. Las aves se distribuyeron cerca de Puerto Libertad y al Norte y Sur de Isla Tiburón. En septiembre la densidad fue muy baja. Fueron vistos en la Zona Norte cerca de las costas de Sonora e Isla Tiburón y en la Zona Centro cerca de Punta Concepción. En el crucero de 1992 los registros se extendieron por las cuatro zonas. Se observaron en los extremos Norte y Sur de la Zona Norte. Los organismos que fueron registrados dentro del Canal de Ballenas estaban asociados con sargazo generalmente. En la Zona Centro las mayores concentraciones estuvieron al Este de Isla Tortuga (fig. 12a.).

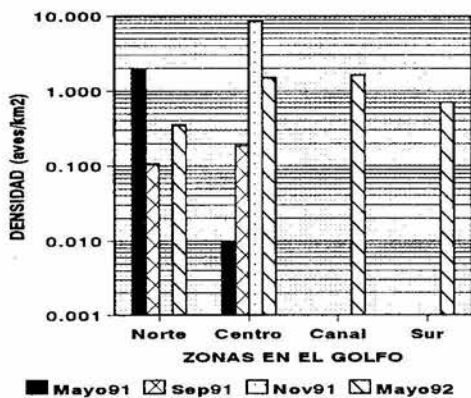
### ***Stercorarius pomarinus* (Estercorario pomarino)**

Fue al igual que la anterior una especie ocasional. Se observaron un total de 5 individuos. En mayo de 1991 se vió un sólo organismo al Norte de San Pedro Nolasco. En noviembre los dos organismos avistados se encontraban entre San Pedro Martir y Bahía Kino. En mayo de 1992 se registraron dos individuos cerca del punto anterior. No hubo registros en septiembre (fig. 12b.).

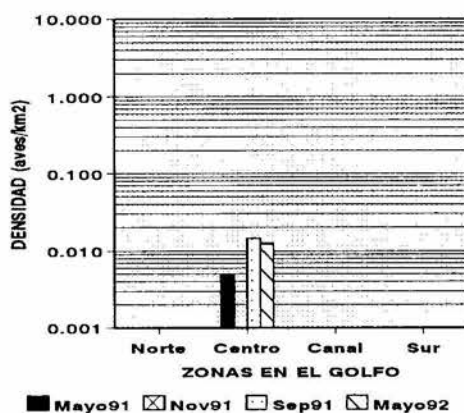
### ***Larus heermanni* (Gaviota ploma o parda)**

Constituyó el segundo lugar en abundancia (2230 aves). Fue observada en todos los cruceros y abarcó todas las zonas, excepto la sur. La mayor densidad se registró en mayo de 1991(4.27 aves/km<sup>2</sup>), disminuyendo en septiembre (0.27 aves/km<sup>2</sup>) para volver a incrementarse en los siguientes meses (0.82 aves/km<sup>2</sup> en noviembre y 0.91 aves/km<sup>2</sup> en mayo de 1992). Durante el crucero de mayo de 1991 se le vió en todas las zonas visitadas. La mayor densidad se registró en el Canal de Ballenas (16.77 aves/km<sup>2</sup>). En la Zona Norte fueron vistas principalmente no muy lejos de la costa continental, registrando una concentración de 107 aves al Norte de Isla Tiburón. En la Zona Centro se observaron pocas aves, sin embargo cerca de Cabo Haro se registraron 509 gaviotas. En septiembre la distribución de la ploma fue más ó menos homogénea, teniendo un pequeño incremento en la Zona Norte (0.29 aves/km<sup>2</sup>). En noviembre las mayores densidades se registraron al Sur de Isla Tiburón. En mayo de 1992, al igual que en el primer crucero, la mayor densidad se registró en el Canal de Ballenas (3.65

a) ***Phalaropus spp.***



b) ***Stercorarius pomarinus***



c) ***Synthliboramphus craveri***

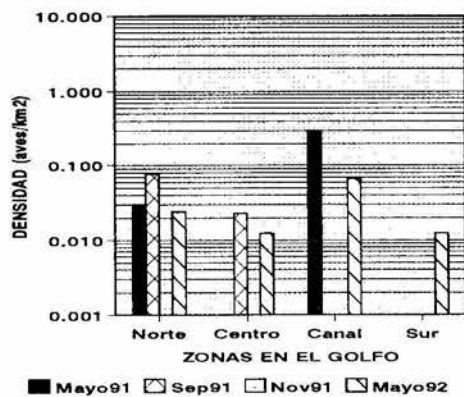


Figura 12. Densidades por zonas y por crucero de las especies de los géneros *Phalaropus*, *Stercorarius* y *Synthliboramphus*.

aves/km<sup>2</sup>) seguida de la Zona Norte. Sin embargo en esta ocasión no hubo registros al Sur del paralelo 28°. Es importante hacer notar que en este último crucero la densidad registrada constituye sólo el 40% de la obtenida en el crucero de la primavera anterior (fig. 13a.).

#### ***Larus californicus*** (Gaviota californiana)

Se le vió únicamente en el crucero de noviembre, distribuida por toda la costa de Sonora. Se registraron 60 individuos que constituyeron una densidad de 0.43 aves/km<sup>2</sup> (fig. 13b.).

#### ***Larus delawarensis*** (Gaviota pinta)

Los registros de este lárido se dieron exclusivamente en noviembre, registrando un total de 178 aves (1.27aves/km<sup>2</sup>) (fig. 13c.).

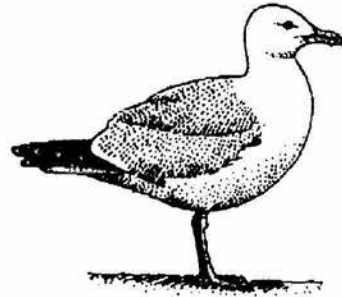
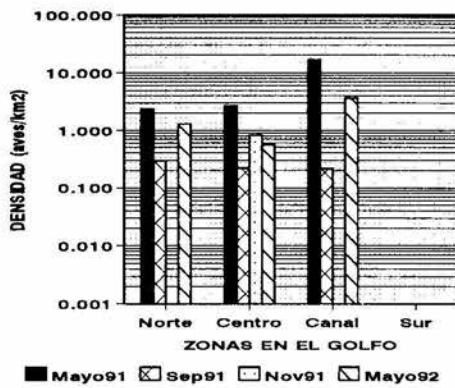
#### ***Larus philadelphia*** (Gaviota menor)

Esta especie fue observada en los tres primeros cruceros. En mayo de 1991 sólo cuatro organismos fueron registrados al Este y al Sur de Isla San Esteban. En septiembre también se registraron 4 gaviotas, una al sur de Isla San Esteban y tres muy al Sur de la Zona Centro cerca de Isla Partida. En noviembre la densidad fue mucho mayor (1.4 aves/km<sup>2</sup>). Los mayores registros durante este crucero se hicieron al Norte y al Sur de Isla San Pedro Nolasco (fig. 13d.).

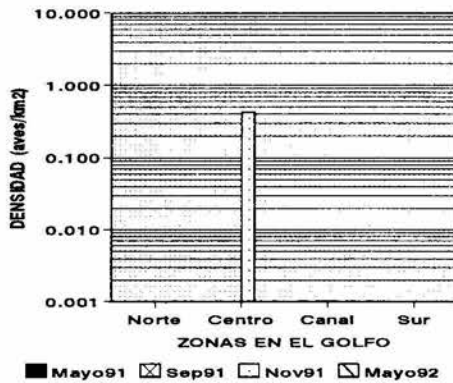
#### ***Larus livens*** (Gaviota patas amarillas)

Se registraron un total de 991 individuos, los cuales se distribuyeron dentro de la Zona Norte, Centro y Canal de Ballenas. En el primer crucero se observaron 473 gaviotas, constituyendo la mayor densidad obtenida para la especie (1.23 aves/km<sup>2</sup>). El mayor número de gaviotas se presentó dentro del Canal de Ballenas. Durante ese crucero la gaviota patas amarillas básicamente se concentró al Sur de la Zona Centro (cerca de Isla Coronados y de Isla Santa Catalina), en el centro (cerca de Isla Partida) y al Norte de la Zona Norte (cerca de Puerto Libertad) y a lo largo del Canal de Ballenas. A partir de este crucero los números fueron descendiendo hasta registrar la menor abundancia (83 aves) en mayo de 1992. En septiembre de 1991 la mayor parte de los registros de estas gaviotas se realizó en la Zona Norte, únicamente 30 fueron vistas en el Canal de Ballenas y 8 en la Zona Centro. En el crucero de noviembre su presencia fue común en muchos de los transectos realizados. En mayo de 1992 sus números bajaron considerablemente, registrando tan sólo 83 individuos (0.20 aves/km<sup>2</sup>), concentrados principalmente dentro del Canal de Ballenas. Cabe mencionar que tanto la gaviota de patas amarillas como la ploma comúnmente daban una o dos vueltas al

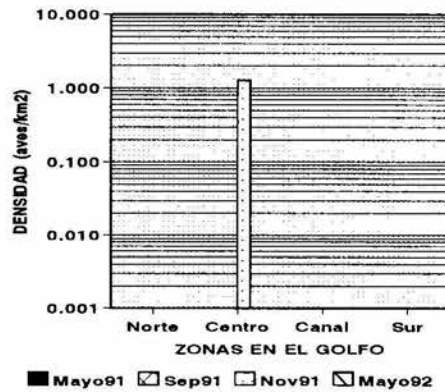
a) *Larus heermanni*



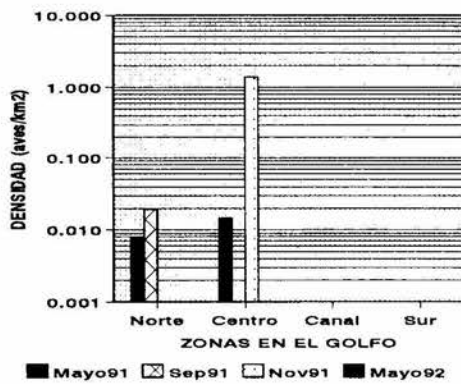
b) *L. californicus*



c) *L. delawarensis*



d) *L. philadelphia*



e) *L. livens*

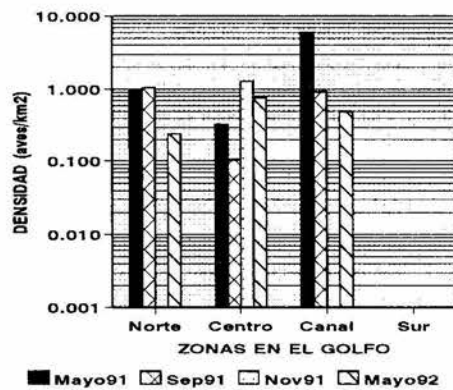


Figura 13. Densidades por zonas y por crucero de las especies del género *Larus*.

barco (fig. 13e.).

***Sterna fuscata*** (Gallito de mar negra)

Se le categorizó como especie ocasional. En septiembre se observaron 4 individuos al Norte de Tiburón. En mayo de 1992 se registró un sólo individuo al Sur de Isla Tiburón (fig. 14a.).

***Sterna maxima*** (Gallito de mar real)

La mayor densidad de esta especie se presentó en mayo de 1991. Después de esta temporada los números de la especie descendieron considerablemente. No hubo avistamientos en septiembre, 12 fueron vistos en noviembre y 27 en mayo de 1992.

Durante el crucero de mayo de 1991 su área de distribución se concentró principalmente en el Canal de Ballenas y en la región central de las Grandes Islas. Aunque en mayo de 1992 se obtuvieron registros esporádicos en la Zona Centro. En noviembre la mayor concentración de estas aves se observó cerca de San Pedro Nolasco (fig. 14b.).

***Sterna elegans*** (Gallito de mar elegante)

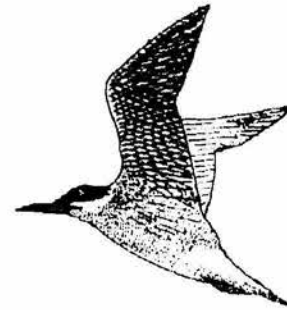
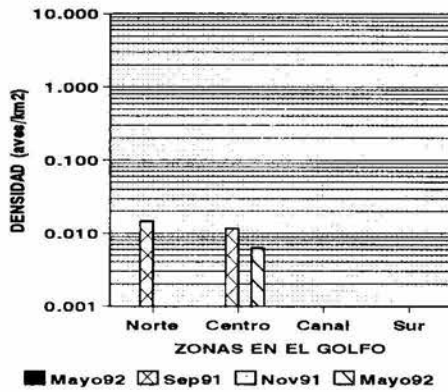
Se le registró únicamente en los cruceros de mayo (1991 y 1992). Durante el crucero de mayo de 1991 se les vió en el Canal de Ballenas, específicamente desde Isla Coronados hasta la altura de Isla Rasa. Su presencia en la Zona Norte se concentró en la parte central de lo que se conoce como la Región de las Grandes Islas, teniendo su mayor densidad. En el crucero de 1992, se les registró dentro del Canal de Ballenas aunque en menor proporción. Los registros en la Zona Norte en esta ocasión fueron más sureños. Es importante mencionar que los números de mayo de 1992 fueron inferiores en esta temporada que en la del año anterior (70 % menos) (fig. 14c.).

***Sterna forsteri*** (Gallito de mar de Forster)

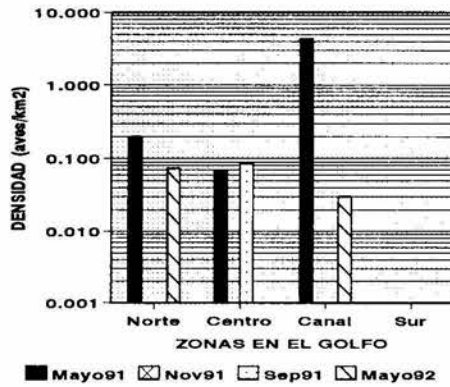
Fueron registradas únicamente en septiembre y mayo de 1992. Su mayor densidad la registraron durante el crucero de septiembre (0.37 aves/km<sup>2</sup>). La mayor concentración de aves de esta especie se observó durante un comedero multiespecífico en el que participaron 100 *Sterna forsteri*, 5 *Pelecanus occidentalis* y 60 *S. antillarum*. El resto fueron registradas a nivel de Punta Concepción. En mayo de 1992 la densidad llegó a 0.21 aves/km<sup>2</sup>. En esa ocasión su distribución se concentró principalmente en la parte central del Golfo a la altura de Punta Concepción (fig. 14d.).



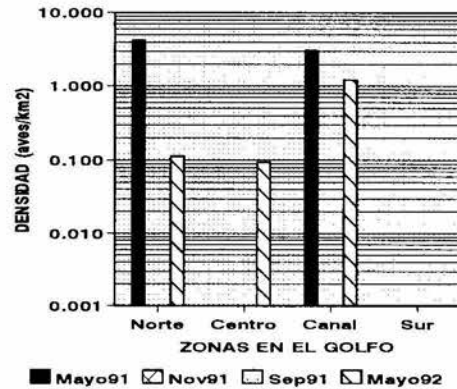
a) ***Sterna fuscata***



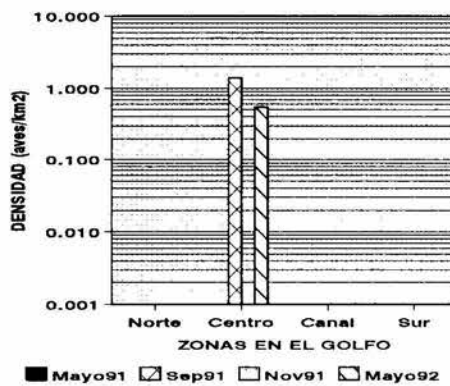
b) ***S. maxima***



c) ***S. elegans***



d) ***S. forsteri***



e) ***S. antillarum***

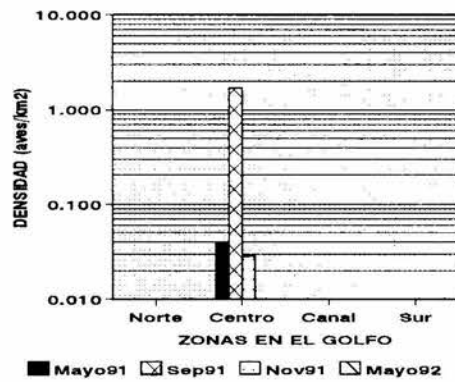


Figura 14. Densidad por zonas y por crucero de las especies del género *Sterna*.

### ***Sterna antillarum*** (Gallito de mar menor)

Esta especie fue vista en los tres primeros cruceros, distribuída exclusivamente en la Zona Centro. En mayo de 1991 se observaron 8 individuos en la porción más sureña de la Zona Centro (límites con la Zona Sur). En septiembre se concentraron en dos puntos: al Sur de San Pedro Mártir y en el centro del Golfo a la altura de Punta Concepción. Durante este crucero la mayor proporción de aves se observó alimentándose junto con *P. opisthomelas* y *Sterna* spp. En noviembre únicamente se registraron 4 aves cerca de San Pedro Nolasco (fig. 14e.).

NOTA: Durante los cruceros de septiembre y mayo de 1992 se observaron varias concentraciones de aves del género *Sterna*, pero no fue posible identificar la especie. Estas *Sterna* spp. se registraron, en septiembre, en la parte central del Golfo a nivel de Punta Concepción y durante mayo de 1992 los registros se hicieron en la Zona Centro y en la Sur.

### ***Synthliboramphus craveri*** (Alquita bajacaliforniana)

Es el único álcido registrado para el Golfo de California. Se registraron un total de 46 individuos.

En mayo del 1991 se observaron 4 individuos en la Zona Norte, distribuídos cerca de Puerto Libertad y al Norte de Isla Tiburón. En el Canal de Ballenas los avistamientos aumentaron a 14 desde el extremo Norte de Angel de La Guarda e Isla Partida. En septiembre los registros que se realizaron en la Zona Norte fueron sitios muy cercanos a los del crucero anterior. No se observaron dentro del Canal de Ballenas, pero en esa ocasión su distribución llegó un poco más al Sur (costas de Bahía Kino). En mayo de 1992 se observaron únicamente 10 organismos: en la Zona Norte (cerca de Puerto Libertad) sólo 1 individuo, en el Canal de Ballenas 4, en la Zona Centro (entre Isla Turners y Bahía Kino) 2 y en la Sur (cerca de Isla Santa Cruz) 1. No hubo registros en el crucero de noviembre (fig. 12 c.).

A estos murreles, en general, se les vió volando en parejas o en pequeños grupos de tres organismos.

Tomando en cuenta lo anterior y observando la variación en la densidad de aves por crucero (fig. 15), podemos advertir un mayor nivel de equitatividad en los cruceros de mayo.

En general, en los cruceros de septiembre y de noviembre se notó la predominancia de un sólo género (*Oceanodroma* y *Phalaropus* respectivamente), mientras que en los cruceros de mayo, la proporción de aves se repartió entre los géneros de aves anidantes.

# VARIACION EN LA DENSIDAD DE AVES

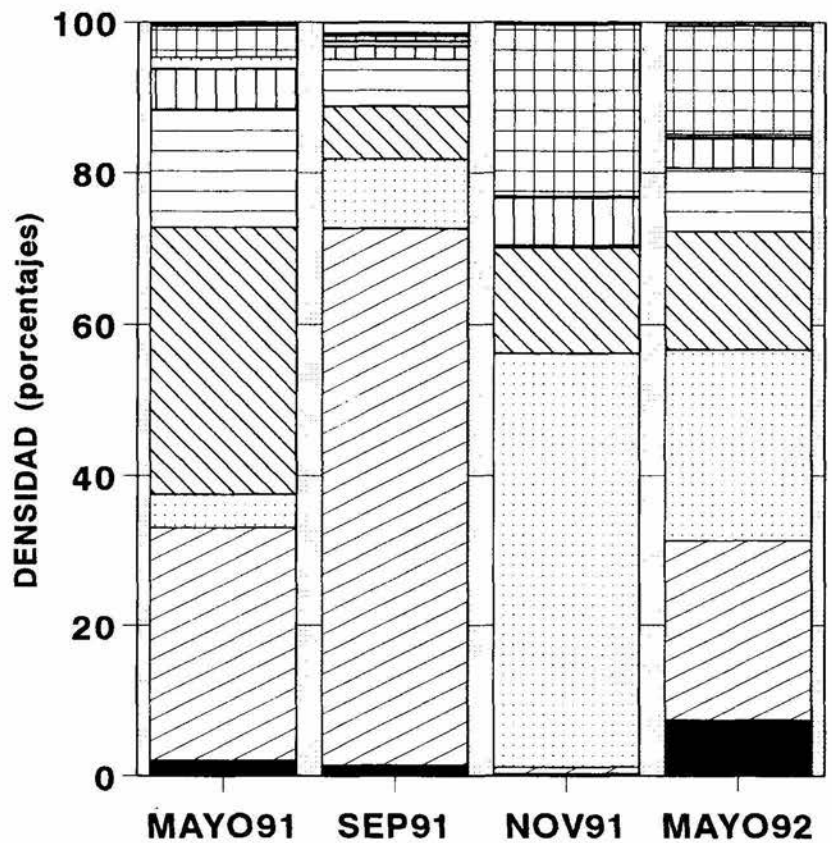


Figura 15. Densidad total (%) de aves por crucero.

**- DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES -**

Los valores del índice de diversidad ( $H'$  de Shannon), muestran una variación regional y estacional (tabla 3). La mayor diversidad por crucero se registró durante el mes de mayo incrementándose en mayo de 1992. En el primer crucero las Zonas Centro y Norte fueron las que registraron la mayor diversidad. En el muestreo de septiembre, nuevamente la Zona Centro fue la de mayor diversidad. En el crucero de noviembre la diversidad, en la única zona muestreada llegó a 2.055. El crucero de 1992, marcó la Zona Centro como la de mayor diversidad, seguida por el Canal de Ballenas. De esta forma, la Zona Centro, principalmente en su porción norteña, así como la Zona Norte, fueron las regiones con mayor diversidad. Esto es, cerca del complejo de islas que se encuentran en esa región. La mayor riqueza específica se dió en mayo de 1991 y fue la Zona Centro y Norte las que tuvieron el mayor número de especies.

**Tabla 3**  
**Indices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), riqueza específica (S) y equitatividad (E) por zonas y por cruceros.**

|                        | Area censada<br>(km <sup>2</sup> )           | S        | $H'$                   | $H'$ max                  | $H'$ min                  | E        |
|------------------------|--|----------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------|
| <b>MAYO 1991</b>       | 385.0309                                     | 23       | 3.126                  | 4.524                     | 0.051                     | 0.691    |
| ZONA NORTE             | 130.8809                                     | 18       | 2.800                  | 4.170                     | 0.074                     | 0.672    |
| ZONA CENTRO            | 207.6278                                     | 19       | 2.874                  | 4.248                     | 0.141                     | 0.677    |
| ZONA del CANAL         | 46.5223                                      | 13       | 2.064                  | 3.700                     | 0.096                     | 0.553    |
|                        | <b>Area censada<br/>(km<sup>2</sup>)</b>     | <b>S</b> | <b><math>H'</math></b> | <b><math>H'</math>max</b> | <b><math>H'</math>min</b> | <b>E</b> |
| <b>SEPTIEMBRE 1991</b> | 323.3592                                     | 22       | 1.997                  | 4.087                     | 0.060                     | 0.274    |
| ZONA NORTE             | 204.9424                                     | 17       | 1.118                  | 4.248                     | 0.219                     | 0.787    |
| ZONA CENTRO            | 85.9699                                      | 19       | 3.345                  | 3.170                     | 0.148                     | 0.557    |
| ZONA del CANAL         | 32.4470                                      | 9        | 1.997                  | 4.459                     | 0.058                     | 0.448    |
|                        | <b>Area<br/>censada<br/>(km<sup>2</sup>)</b> | <b>S</b> | <b><math>H'</math></b> | <b><math>H'</math>max</b> | <b><math>H'</math>min</b> | <b>E</b> |
| <b>NOVIEMBRE 1991</b>  | 139.7195                                     | 20       | 2.055                  | 2.996                     | 0.055                     | 0.686    |
|                        | <b>Area<br/>censada<br/>(km<sup>2</sup>)</b> | <b>S</b> | <b><math>H'</math></b> | <b><math>H'</math>max</b> | <b><math>H'</math>min</b> | <b>E</b> |
| <b>MAYO 1992</b>       | 423.5397                                     | 21       | 3.465                  | 4.392                     | 0.087                     | 0.789    |
| ZONA NORTE             | 123.4544                                     | 17       | 2.956                  | 4.087                     | 0.178                     | 0.723    |
| ZONA CENTRO            | 159.9388                                     | 19       | 3.107                  | 4.248                     | 0.199                     | 0.731    |
| ZONA del CANAL         | 59.6895                                      | 14       | 3.103                  | 3.807                     | 0.208                     | 0.815    |
| ZONA SUR               | 80.4771                                      | 8        | 1.970                  | 3.000                     | 0.284                     | 0.657    |

## - RELACION CON PARAMETROS OCEANOGRAFICOS -

Se realizaron correlaciones múltiples entre los parámetros medidos y la densidad de aves por especie y por cuadrante, encontrándose que estadísticamente no existe una correlación significativa (tabla 4).

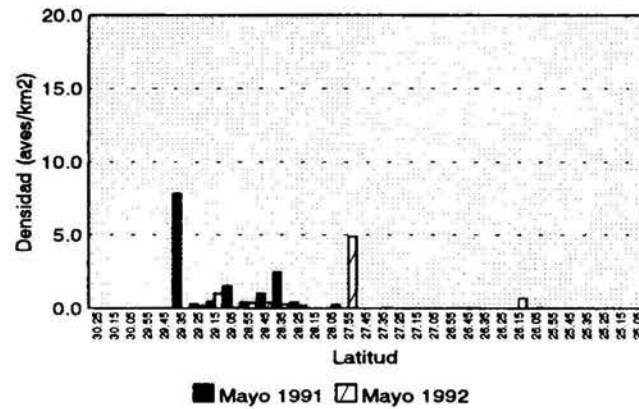
Sin embargo, a pesar de no existir una correlación significativa con la latitud, se observó que algunas de las especies que anidan en el Golfo presentan una marcada tendencia a distribuirse en estrechos intervalos latitudinales durante los cruceros de primavera. El pelícano café, *P. occidentalis*, se distribuyó principalmente entre los 29° 35' y 28° 25' durante los cruceros de mayo (fig. 16. 1a). En el crucero de septiembre su distribución fue más homogénea pero no hubo registros en latitudes menores a 26° 55'. El bobo patas azules, *S. nebouxii*, tanto en la primavera de 1991 como en 1992, se le vió más comunmente en latitudes superiores a los 28° 25' (fig. 16.1b). El bobo café, *S. leucogaster*, se distribuyó durante el crucero de mayo de 1991, entre los 28° 55' y 28° 25' y entre los 26° 35' y 25° 35'. Durante el crucero de mayo de 1992 los principales registros se obtuvieron entre los 29° 55' y los 28° 25' (fig. 16. 1c). La gaviota parda se registró durante el crucero de mayo de 1991, principalmente, entre los 28° 25' y los 27° 55'; y durante el crucero de mayo de 1992 entre los 30° 05' y los 28° 25' (fig. 16. 1d). La gaviota patas amarillas, *L. livens*, en los cruceros de mayo abarcó, principalmente, la zona comprendida entre los 29° 45' y 28° 25' (fig. 16. 2e). A los gallitos de mar, *S. elegans* y *S. maxima*, se les registró principalmente entre los 29° 15' y 28° 55' .

**Tabla 4**

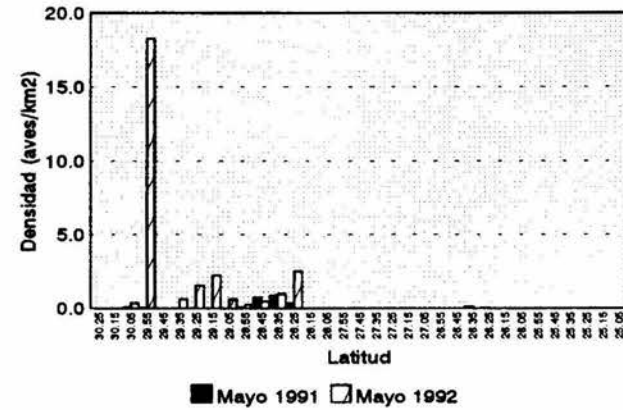
**Coefficientes de correlación "r" de cada uno de los parámetros oceanográficos medidos en relación a la densidad de aves (aves/km<sup>2</sup>).**

| Parámetro medido                 | Coeficiente de correlación "r" |                 |                |              |
|----------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------|
|                                  | Mayo 1991                      | Septiembre 1991 | Noviembre 1991 | Mayo 1992    |
| Temperatura superficial del agua | 0.001 - 0.69                   | 0.01 - 0.41     | 0.06 - 0.37    | 0.02 - 0.31  |
| Profundidad                      | 0.004 - 0.33                   | 0.0006 - 0.53   | 0.02 - 0.49    | 0.004 - 0.28 |
| Distancia de la costa            | 0.001 - 0.22                   | 0.008 - 0.47    | 0.01 - 0.59    | 0.01 - 0.52  |
| Latitud                          | 0.02 - 0.33                    | 0.0006 - 0.53   | 0.005 - 0.67   | 0.02 - 0.60  |

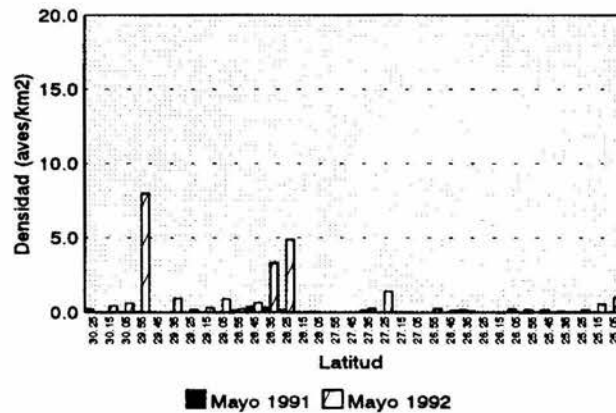
a) *Pelecanus occidentalis*



b) *Sula nebouxii*



c) *Sula leucogaster*



d) *Larus heermanni*

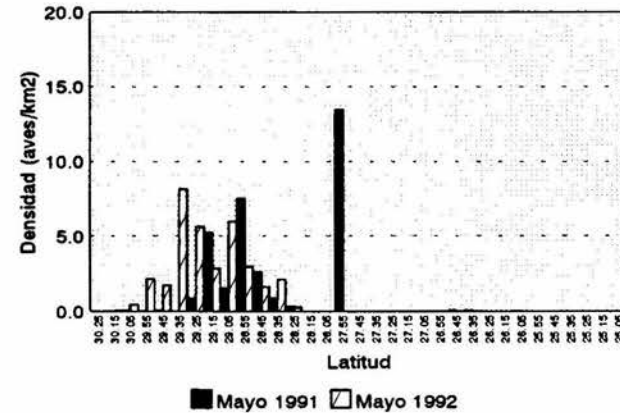
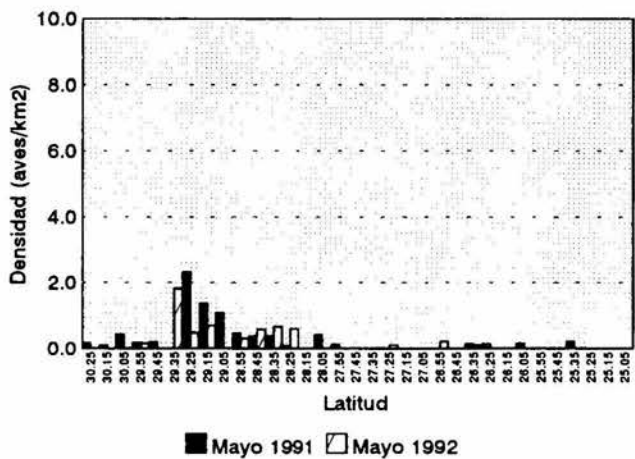
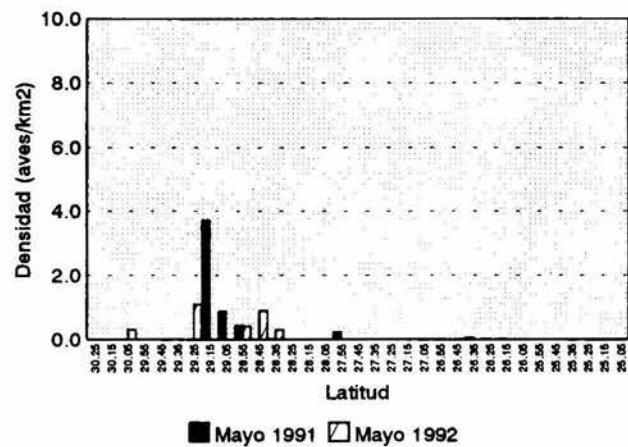


Figura 16. Intervalo latitudinal de distribución de algunas especies anidantes del Golfo de California.

e) *Larus livens*



f) *Sterna maxima*



g) *Sterna elegans*

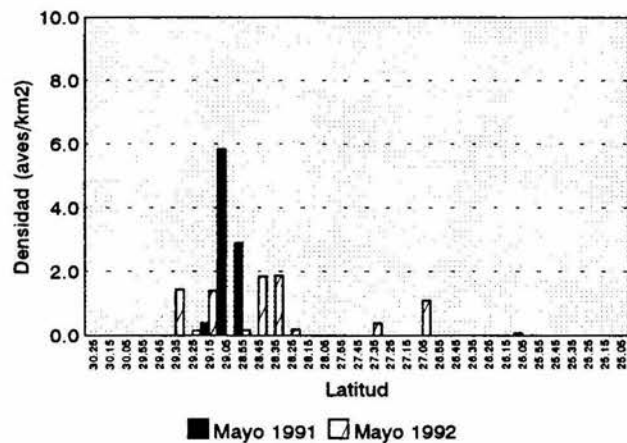


Figura 16. Continuación.

## DISCUSION

### - VARIACION EN LA DENSIDAD -

La ornitofauna marina del Golfo de California, dependiendo de sus movimientos estacionales y sus afinidades reproductivas, se puede dividir en tres grupos: anidantes residentes, visitantes y migratorias. Las primeras, son especies que en la época de reproducción siempre anidan en el Golfo de California, pero tienen sus intervalos de distribución tanto al Sur como al Norte del mismo, a excepción de la alquita bajacaliforniana, *Synthliboramphus craveri*, y la gaviota de patas amarillas, *Larus livens*, que están restringidas al Golfo. Las especies visitantes registradas anidan fuera del Golfo, esencialmente en las costas o islas de California (Everett y Anderson, 1991), a excepción de *Puffinus auricularis* que anida en Isla Socorro e Isla Clarión, en el archipiélago de Revillagigedo (Jehl, 1982) y *L. delawarensis* y *Sterna forsteri* que anidan en Norte America (Haley, 1984). Las especies migratorias incluyen a *Puffinus creatopus*, *P. griseus*, *Phalaropus* spp. y *Stercorarius pomarinus*. A estas aves sólo se les observa a través de su ruta migratoria. Ambas fardelas son especies anidantes en el hemisferio Sur que migran hacia el Norte. *P. creatopus* anida en las Islas Fernández, Chile y *P. griseus* al Suroeste de Australia e islas circundantes a Nueva Zelanda. Las otras dos especies migrantes mencionadas, anidan en islas del Artico (Haley, 1984). Esta categorización permite definir el status de uso de la zona en las diferentes estaciones del año.

En general, durante el crucero de mayo de 1991, los números de las aves anidantes (*Pelecanus occidentalis*, *Sula leucogaster*, *S. nebouxii*, *Larus livens*, *L. heermanii*, *Synthliboramphus craveri*, *Phaethon aethereus*, *Sterna elegans* y *S. maxima*), alcanzaron las mayores densidades registradas y se localizaron cerca de las principales colonias de anidación que se conocen en el Golfo de California (apéndice 2). Algunas de estas especies muestran, inclusive, un intervalo de distribución estrecho con respecto a dicho sitio (fig. 16 a-e). En el caso de *S. elegans* y *S. maxima*, no sólo se registraron en las cercanías de Isla Rasa, sino que únicamente se les observó durante los cruceros de mayo. Por otro lado, *Oceanodroma melania* y *O. microsoma*, a pesar de ser aves anidantes del Golfo, no mostraron este patrón de distribución tan marcado, aunque tienden a una mayor densidad en la Zona Norte, que es precisamente el área donde se ubican los principales sitios de anidación de ambas especies (Isla Partida e Isla Cardonosa). Esta situación se debe muy probablemente al tamaño poblacional de estas especies que, aunque no existe ningún estudio que de una estimación aproximada, se sabe que son dos de las especies más abundantes del Golfo (Everett y Anderson, 1991). Además, estas aves, a diferencia de las otras aves anidantes del Golfo, son de hábitos nocturnos lo que dificulta de cierta manera la obtención de datos con respecto a la distribución de la especie. Aunado a lo anterior, las especies del género *Oceanodroma* se caracterizan por depositar un sólo huevo por temporada, ya sea en alguna oquedad o entre las rocas en el suelo. En la seguridad de esta cámara los petreles pueden dejar de incubar por algunos días, ya que en este tiempo el embrión tiene la capacidad de seguir desarrollándose lentamente o bien, el pollo baja su tasa metabólica. Esta adaptación permite a los padres



permanecer alejados de las colonias de anidación para la búsqueda de alimento o por causas de mal tiempo que les impida un pronto regreso al nido (Haley, 1984). Todo ello favorece la ampliación de su intervalo de alimentición, lo cual se reflejó en los resultados que marcan toda la Zona Norte como la zona de su distribución.

La cantidad, tipo y distribución del alimento disponible son factores importantes en la selección de los sitios de anidación; el alimento se considera como un factor primario que afecta los índices reproductivos de las colonias de aves (Anderson y Gress, 1982). Anderson (1983), sugiere que el mejor criterio para un análisis de la distribución de las aves marinas del Golfo de California es conociendo la distribución de peces e invertebrados que puedan considerarse como fuente potencial de recurso alimenticio. Aunque se han realizado muy pocos trabajos sobre dieta de las aves marinas del Golfo de California, se puede afirmar que la mayoría de las aves registradas en este estudio son ictiófagas, consumidoras de peces pelágicos menores tales como la sardina monterrey, *Sardinops sagax*, y la anchoveta norteña, *Engraulis mordax* (Sunada, *et al.* 1981; Anderson y Gress, 1982; Tordesillas, 1992; Esquivel, 1992).

De acuerdo con el patrón migratorio de la sardina establecido por Sokolov y Wong-Ríos (1973) y Cisneros *et al.* (1989), así como los reportes de las temporadas de pesca realizadas por el CRIP Guaymas (Cisneros *et al.*, 1991), la mayor disponibilidad de la sardina se dá principalmente de mayo a octubre, siendo la Región de las Grandes Islas el área de mayor concentración de la especie (fig. 17). Por otro lado, aunque no existe información completa sobre el patrón migratorio de la anchoveta norteña, se ha propuesto que muy probablemente siguen una ruta similar a la de la sardina monterrey (Hammann y Cisneros, 1989). Según investigaciones del proyecto Pelágicos Menores del CRIP Guaymas, la concentración de anchoveta norteña en la Región de Las Grandes Islas se incrementa entre finales de abril y principios de mayo, y no es sino hasta octubre cuando emigran nuevamente al Sur del Golfo (fig. 18).

Ambos patrones de migración pueden explicar la mayor densidad de aves marinas, anidantes y no anidantes, en la Zona Norte y en la Zona Centro durante el crucero de mayo de 1991, ya que ambas zonas ocupan la Región de las Grandes Islas que, por lo anterior, es el área de mayor concentración de recurso alimenticio durante esta temporada. Cabe mencionar que estas dos especies no son las únicas que componen la dieta de las aves marinas registradas durante este estudio, pero las investigaciones sobre distribución de los mismos son escasos. Un ejemplo de lo anterior es el trabajo de Jiménez (1988), en el que se reporta que en la temporada de reproducción de 1985 del pelícano café, *Pelecanus occidentalis*, la macarela del pacífico (*Scomber japonicus*), constituyó la especie predominante dentro de su dieta. Sin embargo, también afirma que los pelícanos son oportunistas y que consumirán el recurso más próximo a su colonia. Por otro lado, la macarela es una especie que se alimenta de zooplancton, huevos, larvas y juveniles de clupéidos, engráulidos y escómbridos, teniendo una dieta no selectiva y sujeta al recurso alimenticio más accesible, por lo cual su distribución no está directamente influenciada por la distribución particular de uno de estos recursos ( Carlos Sánchez, com. pers.).

En lo que corresponde a las especies planctófagas, como los falaropos y los petreles de tormenta, se puede afirmar que existe una estrecha relación entre la zona de mayor densidad registrada (Zona Norte) y los sitios de mayor concentración de su alimento.

Se sabe que las concentraciones de plancton tienden a ser más altas en aguas litorales eutróficas y zonas de surgencias, y más bajas en aguas oceánicas oligotróficas. De acuerdo con Nienhuis (1984), las regiones de surgencias son áreas de alta productividad (abundancia del plancton), las regiones costeras sin surgencias tienen una productividad intermedia y las aguas oceánicas alejadas de la costa registran los más bajos índices de productividad. La zona del Golfo de California entre los 27° N y 29° N, con una prolongación sobre las costas peninsular en la latitud de la Isla Ángel de la Guarda que llega a los 30° N, se caracteriza por el gran número de áreas de surgencias (Round, 1967). Estos límites latitudinales se encuentran dentro del Canal de Ballenas o bien dentro de la Zona Norte, sitios donde se registraron las mayores densidades de las especies planctófagas.

Durante el crucero de septiembre de 1991, los números de las aves fueron menores a los del crucero anterior (mayo de 1991). Los registros de las especies anidantes disminuyeron o, como en el caso de *Sterna elegans* y *S. maxima*, no se registraron. Esta disminución se debe a que para estas fechas la temporada reproductiva ha terminado. Algunas aves al terminar el período reproductivo se dispersan o emigran hacia otras áreas. Estos movimientos post-reproductivos pueden estar influenciados por las condiciones del medio que, en un momento dado, afectan la disponibilidad del alimento causando la dispersión o la migración de las mismas (Nelson, 1979). Dicha situación explica la disminución de algunas especies anidantes (*Oceanodroma microsoma*, *Phaethon aethereus*, *Pelecanus occidentalis*, *Sula nebouxii*, *Larus heermanni* y *L. livens*) o su ausencia (*Sterna elegans* y *S. maxima*).

Por otra parte, también obtuvimos una disminución en dos de las especies migratorias registradas, *Puffinus creatopus* y *P. griseus* (ambas fardelas anidan en el hemisferio Sur). Después de la época reproductiva estas aves emigran hacia el Norte, llegando hasta Canadá. El viaje de regreso se inicia en agosto o principios de septiembre y llegan a los lugares de anidación a finales de septiembre (Haley, 1984). Este calendario migratorio nos sugiere que para las fechas del crucero de septiembre de 1991, ambas fardelas se encuentran en camino hacia los sitios de anidación y, por lo tanto, su presencia en el Golfo disminuye. Otra especie de fardela que también disminuyó fue *P. auricularis*. Esta especie es endémica de las Islas Revillagigedo y su temporada reproductiva abarca de noviembre a mayo, por lo que es posible que su distribución se limite en esta temporada a las cercanías de las islas donde anida. Es importante subrayar la presencia de esta especie dentro del Golfo de California, ya que *P. auricularis* es considerada como una especie no migrante puesto que su rango de distribución es restringido, aunque se han dado algunos registros en que muestran que realiza movimientos estacionales, por ejemplo: en Cabo San Lucas de abril a junio; Colima y Oaxaca en otoño y Puerto Ángel, Oaxaca en septiembre (Jehl, 1982).

No todas las especies mostraron una disminución en la densidad, como en el caso de *Oceanodroma melania*, *Sula leucogaster* y *Phalacrocorax* spp. A excepción de los cormoranes, el mayor número de petreles y bobos, se contaron dentro de comederos multiespecíficos, ubicados en su mayoría dentro de la Región de las Grandes Islas, que abarca tanto la Zona Norte como la región Norte de la Zona Centro de nuestro estudio. Esta situación probablemente se deba a que, según los estudios de pesca exploratoria del CRIP Guaymas, la mayor disponibilidad de sardina en esta zona es de mayo a octubre. Por otro lado, desde 1987 se ha prohibido la pesca en toda el área Norte del Golfo y la Región de las Grandes Islas durante agosto y septiembre, ya que en estos meses de verano es cuando se dá más fácilmente el reclutamiento de juveniles (Hammann *et al.*, 1991). Otra alternativa podría ser que estas

aves pertenezcan a una población residente del Golfo que no se dispersa fuera del Golfo, permaneciendo aquí todo el año.

Debido a que en el crucero de noviembre de 1991, el esfuerzo total fue menor al del resto de los cruceros (99 UE) y menor el área censada, la información que se deriva es limitada. Sin embargo, este crucero alcanzó la mayor densidad registrada, basada principalmente en los registros del género *Phalaropus* spp. (8.58 aves/km<sup>2</sup>). Creemos que el incremento en la densidad de estas aves, precisamente en esta temporada, se relaciona con el patrón migratorio que las rige. En los falaropos se reconocen dos pulsos de migración, uno en primavera (abril-mayo) y otro en otoño (agosto-noviembre). Durante dichos periodos estas aves son contadas por miles y es común verlas volando en bandadas. En las costas de California, en los meses de mayo de 1980 y abril de 1982, los registros de este género alcanzaron una densidad de 15 aves/km<sup>2</sup>, en mayo de 1976 la densidad fue de 7 aves/km<sup>2</sup>, en otoño de 1980 18 aves/km<sup>2</sup> y en otoño de 1982 la densidad bajó considerablemente, posiblemente por la presencia del fenómeno del Niño (Briggs *et al.*, 1987). Tomando en cuenta que la región de la costa Pacífica de California y el Golfo de California constituyen una zona de transición climática y de asociación de fauna (Everett y Anderson, 1991), es posible que después de visitar las costas de California, los falaropos pasen por el Golfo.

En lo que corresponde a las otras aves (gaviotas, bobos y pelicano café), en noviembre de 1991, también se registra un aumento en la densidad con respecto al crucero anterior. La respuesta a esto es, quizás, la cercanía a la costa, aunque estadísticamente no existe una correlación significativa con este parámetro. Nelson (1979), menciona que fuera de la época reproductiva, los bobos, cormoranes, pelicanos y tijeretas establecen bases temporales en islas que pueden estar lejos o cerca de su colonia de anidación. Briggs *et al.* (1987), observaron que fuera de la temporada de reproducción los avistamientos de pelicanos se restringen a sitios en la vecindad de los lugares de descanso y colonias. Se les ve alimentándose en los primeros 20 km. de costa, aunque ellos han registrado estas aves en aguas donde la profundidad es mayor a 3000 m. y a 88 km. del Centro de California y 190 km. de las costas de San Diego, donde la presencia de islas extiende el intervalo de alimentación limitado por el continente. La mayoría de los registros de estos géneros se realizaron en la periferia de la Isla San Pedro Nolasco y frente a las costas de San Carlos y Cabo Haro.

Nuevamente, en la temporada de reproducción de mayo de 1992, se observó la predominancia numérica de las aves anidantes del Golfo de California. Sin embargo, al comparar las densidades de mayo de 1991 con las de mayo de 1992, éstas últimas resultan estar muy por debajo de los números del primer crucero, a pesar de que la superficie total del censo fue mayor. Claramente las densidades de *Oceanodroma melania*, *O. microsoma*, *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens*, *Larus heermanni*, *L. livens*, *Sterna elegans*, *S. maxima* y *Symthliboramphus craveri* disminuyen a menos del 50% de las densidades registradas en mayo de 1991. En algunas colonias de anidación la disminución de aves fue notable. En Isla Rasa, por ejemplo, las colonias de *L. heermanni*, *S. elegans* y *S. maxima* establecieron menos nidos que en años anteriores y las nidadas fueron notablemente más pequeñas. Además, las colonias de pelicanos y bobos que normalmente se establecen en las islas, en ese año no se presentaron (Velarde com. pers.). Por otro lado, el grupo de trabajo que realiza investigaciones sobre las aves anidantes de la Isla San Pedro Mártir también notó la disminución en el número de aves que anidaron, terminando la temporada reproductiva antes del tiempo normal. La mayoría de los bobos anidantes se les localizaba fuera de las colonias,

buscando alimento. En lo que se refiere a las condiciones oceanográficas y climáticas también hubo anomalías con respecto al año anterior. La temperatura superficial del agua registró un aumento de 2°C, y durante diciembre de 1991 hasta abril de 1992 la precipitación pluvial fue excesiva desde la parte central de América del Sur hasta el Norte de México. Todas estas anomalías son resultado del efecto del evento del Niño (EN).

El Niño es un fenómeno que ocurre en intervalos irregulares entre tres y doce años, y es un conjunto de alteraciones en los sistemas de corrientes a gran escala, cuyos principales efectos son: elevación de la temperatura del mar, disminución de la productividad primaria (Barber y Chávez, 1983) y como consecuencia la disminución en el crecimiento, reproducción y sobrevivencia del zooplancton y algunos peces, como la anchoveta y la sardina (Fiedler, 1984; Fiedler *et al.*, 1986; Hammann *et al.*, 1991), así como de sus depredadores, donde se incluyen las aves.

Algunos estudios en el Golfo de California aseguran que durante años EN la productividad primaria en el Norte y Centro del Golfo no disminuye, debido a la intensa mezcla por corrientes que hay en esas regiones (Lara-Lara *et al.*, 1984; Mee *et al.*, 1985). Tershy *et al.* (1991), inclusive apoyan la hipótesis que durante el Niño, el Canal de Ballenas puede constituir un refugio para la fauna del Golfo. El recurso alimenticio también se concentra en esa región del Golfo bajo condiciones de temperatura templada. Hammann *et al.* (1988, en Hammann *et al.*, 1991), proponen que las poblaciones de la sardina dentro del Golfo (y muy probablemente también de anchoveta), se distribuyen en la región norteña durante períodos de aumento de temperatura, tal y como ocurre durante el verano o en condiciones de EN. En nuestro estudio, la mayoría de las aves se registraron en la Zona Norte y en el Canal de Ballenas y los cinco grupos de alimentación que se observaron se ubicaron dentro de estas dos zonas. Así *Puffinus creatopus*, *P. griseus*, *P. auricularis*, *Pelecanus occidentalis*, *Sula nebouxii*, *Phalaropus* spp., *Synthliboramphus craveri*, *Sterna elegans*, *S. maxima*, *Larus heermanni* y *L. livens* se observaron principalmente dentro del Canal.

Es evidente que el evento del Niño afecta a la avifauna de la región, sin embargo, esta influencia todavía no está muy documentada. Por ejemplo, Ainley (1976, en Briggs *et al.*, 1987), muestra una correlación entre altas densidades de *P. creatopus* y aguas templadas. Otros estudios reflejan aumentos en el segundo año de ciclos prolongados de EN y números variables durante EN con menor intensidad y duración. En nuestro estudio la densidad de esta fardela se incrementó durante este período de aumento de temperatura. Por otro lado, los efectos parecen ser muy distintos en *P. griseus*, cuyos hábitos alimenticios y métodos de captura son muy similares. Durante EN de 1976 y 1982 en las costas de California sus poblaciones fueron mucho menores después de la primavera que durante los años fríos. Los números registrados en el Golfo de California durante este Niño disminuyen hasta 0.02 aves/km<sup>2</sup>.

#### **- VARIACION EN LA DIVERSIDAD -**

Udvardy (1976, en Anderson, 1983), atribuyó como centro de mayor diversidad de aves a los sitios de mayor abundancia de alimento (áreas de enriquecimiento) y a las zonas de transición (áreas donde las características del hábitat cambian y especies alopátricas coocurren localmente). En este sentido parece que la abundancia del alimento y las características del

hábitat dictan el aumento o decremento de la diversidad de las aves sobre áreas geográficamente extensas.

Basándonos en la información disponible sobre la distribución y abundancia de las larvas de algunos peces (Hamman *et al.*, 1991) se puede afirmar que el Golfo de California (principalmente el área que abarca la Región de las Grandes Islas), constituye una gran fuente de alimento para las aves marinas y, por lo tanto, los valores de diversidad encontrados en la Zona Centro y Norte de nuestro estudio son reflejo de este amplio potencial alimenticio.

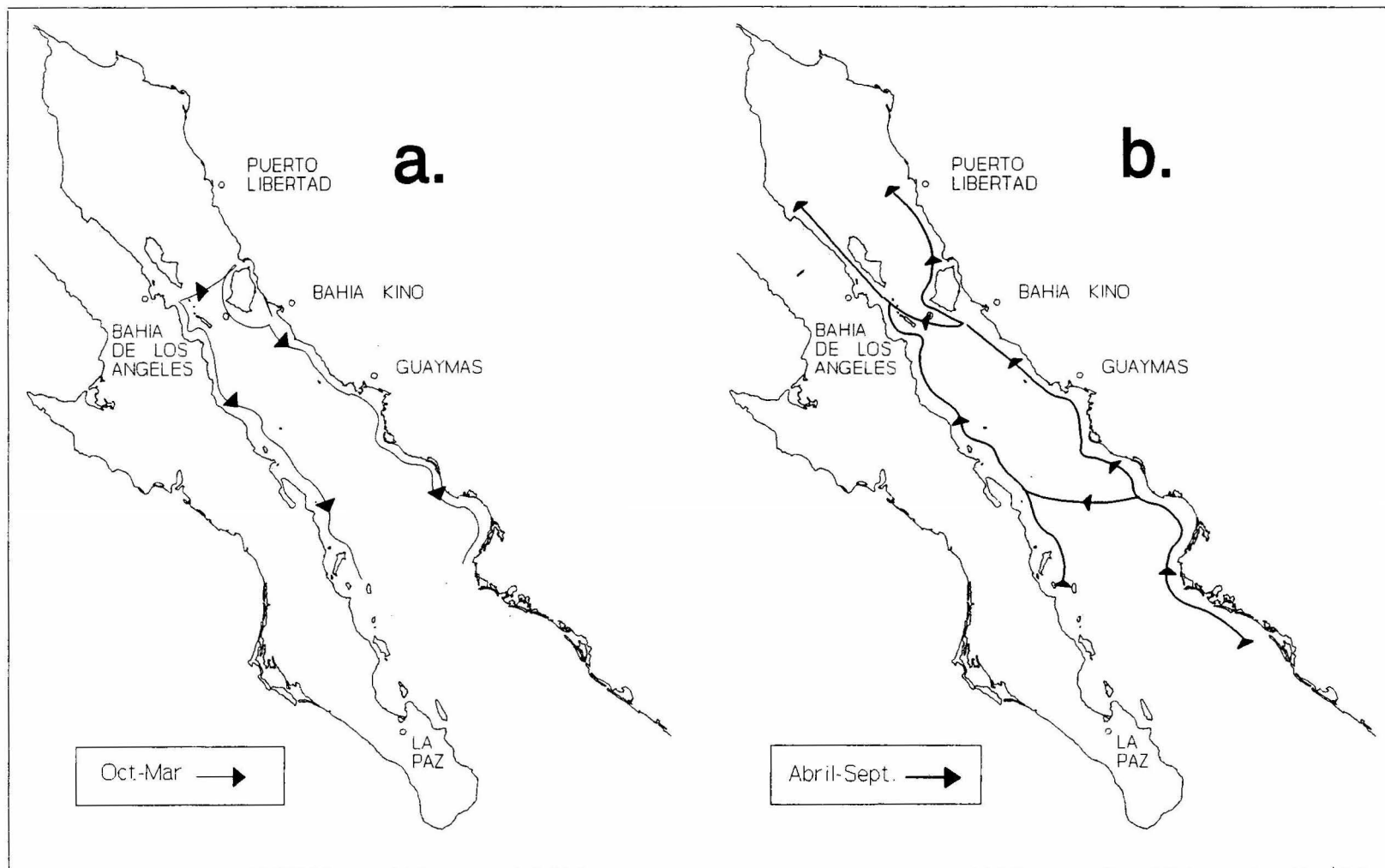
El comportamiento de la diversidad va muy de acuerdo con lo encontrado con la densidad. La mayor diversidad la encontramos en el período reproductivo en la zonas que incluyen el complejo de islas que componen la Región de las Grandes Islas. Durante esta época y hasta octubre, según los estudios del CRIP Guaymas, la mayor disponibilidad de alimento se encuentra en esta zona, de ahí que era de esperarse una mayor diversidad en este sitio. En los siguientes cruceros la diversidad disminuye, aún cuando para el crucero de septiembre la disponibilidad del alimento permanece. Tal vez esta sea la causa de que el valor más alto se mantenga en la Zona Centro a pesar de que la abundancia de aves fue menor en este crucero. Para el crucero de mayo de 1992, nuevamente en período reproductivo, la diversidad aumenta inclusive en una proporción mayor a la del año anterior. Este hecho se dá debido a que a pesar de ser año El Niño, la riqueza específica no tiene mucha variación, en cambio la abundancia de las aves, principalmente las anidantes, disminuye de tal forma que alcanza un valor de equitatividad mayor a cualquier crucero de 1991 (tabla 3). En la figura 15 se observa claramente la variación en la densidad por crucero, enfatizándose el nivel de equitatividad que se obtiene en cada uno.

## **- RELACION CON PARAMETROS OCEANOGRAFICOS-**

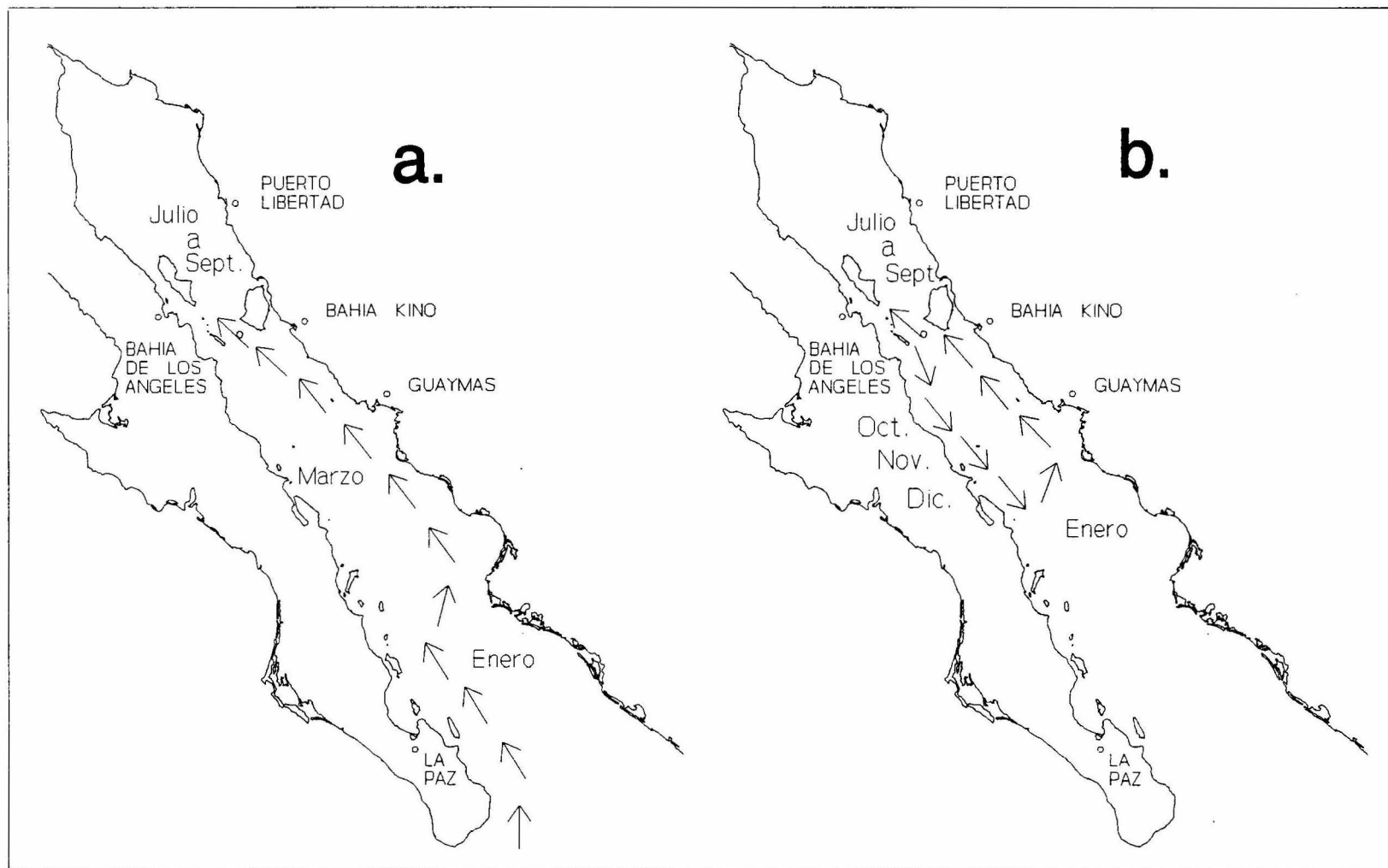
Stommel (1963, en Hunt y Schneider, 1987), sostuvo que los procesos oceanográficos actúan sobre los procesos biológicos en diferentes escalas de tiempo y espacio. De esta forma, Hunt y Schneider *op. cit.*, explicaron que en un área muy grande (consideran procesos a "gran" escala o "mega" escala como podría ser el Oceano Indico o Pacífico por citar dos ejemplos), responden en primer instancia a procesos físicos del medio, mientras que, procesos a "fina" escala (donde entraría el Golfo de California) están controlados principalmente por procesos biológicos (comportamiento social, época reproductiva, obtención de alimento), que a esta escala pueden enmascarar la distribución de las aves entre las diferentes masas de agua.

De acuerdo con lo anterior, en nuestro estudio podemos hablar de un enmascaramiento de la influencia de algunos factores, como es el caso de la distancia a la costa y la latitud, ya que, si bien estadísticamente no encontramos una correlación significativa entre los parámetros medidos y la distribución de las aves, se observó una influencia debida a la presencia de islas o costas y la gradación latitudinal en dicha distribución. Esta situación se mostró claramente en el período reproductivo (cruceros de mayo), cuando el mayor número de aves anidantes se observaron alrededor de las islas donde se localizan los sitios de reproducción, estando restringidos a cierta área de distribución; y durante el crucero de noviembre en que la influencia de la costa estuvo presente en casi todos los transectos, de tal forma que la densidad de aves total por crucero alcanzó sus máximos valores.

La presencia de las aves en los sitios de mayor concentración del recurso alimenticio potencial, nos sugiere que éstas se distribuyen de acuerdo a la disponibilidad del mismo y es este último el que probablemente esté directamente influenciado por los parámetros oceanográficos presentes. Aunque muchos autores consideran que existe una correlación directa entre los parámetros oceanográficos y la presencia y abundancia de los peces pelágicos menores (Cucalón, 1986; Huato-Soberanis y Lluch-Belda, 1987; Cucalón y Mariduena, 1989; Yañez-Rodriguez, 1989). Castro-Ortíz (1985), encontró una correlación negativa entre la aparente abundancia de la especie *Sardinops sagax* y la temperatura superficial del agua, lo cual nos sugiere que el recurso alimenticio de las aves no va a estar estrictamente relacionado con los parámetros oceanográficos característicos de las masas de agua donde habiten. Por lo tanto y considerando que las aves se distribuyen principalmente de acuerdo a la abundancia de su recurso alimenticio, su distribución estará determinada por este último y no por las condiciones prevalecientes en los parámetros oceanográficos.



**Figura 17. Patrón migratorio de la sardina monterrey en el Golfo de California: a) movimiento de octubre a marzo y b) movimiento de abril a septiembre (Cisneros et al., 1989).**



**Figura 18. Desplazamiento de la anchoveta norteña en el Golfo de California: a) ruta de ingreso y b) movimientos estacionales ( Cisneros et al., 1989 en Tordesillas, 1992).**



## CONCLUSIONES

- La distribución de las aves marinas en la zona estudiada del Golfo de California aparentemente presenta una gradación latitudinal, de mayor a menor densidad, en sentido Norte-Sur. El Canal de Ballenas fue la zona que siempre presentó la mayor densidad.

- Durante los cruceros de mayo los movimientos de las aves estuvieron influenciados básicamente por dos factores: el calendario reproductivo y la disponibilidad de alimento. En esta temporada las aves anidantes, en general, presentaron un intervalo de distribución restringido alrededor de sus colonias. Durante el crucero de septiembre la distribución de las aves estuvo influenciada por los movimientos de dispersión post-reproductiva y, nuevamente por la disponibilidad de alimento. En el crucero de noviembre, debido a la duración del mismo, es difícil conocer los motivos de dispersión de las aves, sin embargo encontramos algunos grupos de aves migratorias que afectan positivamente los cálculos de la densidad en esta temporada. En el crucero de mayo de 1992 la causa principal de la disminución de la densidad de las aves fue la presencia del fenómeno El Niño, lo cual afectó principalmente a las aves anidantes.

- La mayor diversidad y densidad de aves marinas se localiza en los sitios de mayor abundancia de alimento. En el Golfo de California la región comprendida entre la Zona Norte, el Canal de Ballenas y la parte Norte de la Zona Centro, es decir, lo que constituye la Región de las Grandes Islas, es la zona con mayor potencial alimenticio y, por lo tanto, la zona con mayor número de aves marinas.

- Es probable que exista un enmascaramiento de la influencia de algunos factores sobre la distribución y abundancia de las aves, por lo que la distribución y abundancia de las aves en el Golfo de California podría estar determinada por la abundancia y disponibilidad del alimento y no directamente por las condiciones prevalecientes en los parámetros oceanográficos medidos.

## LITERATURA CITADA

- Abrams, R.W. y A.M. Griffiths. 1981. Ecological Structure of the pelagic Seabirds community in the Benguela Current Region. **Marine Ecology**. 5: 269-277.
- Ainley, D.G. 1980. Birds as Marine Organisms: A Review. **CalCOFI Rep.**, XXI: 48-53.
- Alvarez A.A. 1987. **Aspectos Oceanográficos del Golfo de California**. Síntesis Monográfica. Apuntes Universitarios. Universidad Autónoma de Baja California Sur, 1(4): 1-39.
- Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En: **Ecosystems of the world** (H.K. Bostwick, Eds.) Chapter 17, Pp. 427-449. Estuaries and Enclosed Seas. Elmeser Pub. Co. Amsterdam.
- Anderson, D.W. 1983. The Seabirds. En: **Island Biogeography in the Sea of Cortez** (T.J. Case and M.L. Cody Eds.) Chapter 9 Pp. 246-264. University of California Press. Berkeley.
- Anderson, D.W. y J.O. Keith. 1980. The human influence on seabird nesting success: Conservation implications. **Biological Conservation** 18: 65-80.
- Anderson, D.W. y F.Gress. 1982. Brown pelicans and the anchovy fishery off southern California. En: **Marine Birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationships** (D.N. Nettleship, G.A. Sanger and P.F. Springer Eds.) Pp. 128-135. Proc. Pacific Seabird Group Symp.
- Anderson, D.W., J.E. Mendoza y J.O. Keith. 1976. Seabirds in the Gulf of California: A vulnerable, international resource. **Natural Resources Journal** 6: 483-504.
- Ashmole, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical ocean birds. **Ibis** 103b: 458-473.
- Badan-Dagon, A., M.C. Hendershott y M.F. Lavin. 1991. Underway Doppler Current Profiles in the Gulf of California. **EOS. Transactions American Geophysical Union** 72(19): 209-218.
- Bailey, R.S. y W.R.P. Bourne. 1972. Notes on sea birds 36: Counting birds at sea. **Ardea** 60: 124-127.
- Banks, R. C. 1963. Birds of The Belvedere Expedition of the Gulf of California. **San Diego Society of Natural History** 13(3): 49-60.
- Barber, R.T. y F. Chávez. 1983, Biological consequences of El Niño. **Science** 222: 1203-1210.

- Bourillón, M.L., D.A. Cantl, F.A. Eccardi, F.E. Lira, R.J. Ramírez, G.E. Velarde y G.A. Zavala. 1988. **Conservación de la Región de las Grandes Islas del Golfo de California**. U.N.A.M. 166 pp.
- Briggs, K.Y., W.M.B. Tyler, D.B. Lewis y D.R. Carlson. 1987. Birds Communities at Sea of California: 1975 to 1983. **Studies in Avian Biology** No. 11. 74 pp.
- Brown, R.G.B. 1980. Seabirds as Marine Animals. En: **Behavior of Marine Animals**. (J. Burger, B.L. Olla and H.E. Winn. Eds.) Chapter 1. Vol 4. Pp. 1-39. Plenum Publicity Corporation, New York.
- Brown, R.G.B., D.N. Nettleship, P. Germain, C.E. Tull y T. Davis. 1975. **Atlas of Eastern Canadian Seabird**. Environment Canadian Wildlife Service, Maracle Press. Ottawa. 220 pp.
- Castro-Ortíz, J.L. 1985. La abundancia aparente de sardina y la variación de algunos factores ambientales en Bahía Magdalena, Baja California Sur, México. **Trans. CIBCASIO**, 10: 206-220.
- Cisneros M.M.A., J.A. de Anda, J.P. Santos, A. Godinez y C.E. Alvarado. 1989. Diagnóstico pesquero de sardina (temporada 1987/1988). **SEPESCA, INP**. 43 pp.
- Cisneros M.M.A., M.M.O. Nevarez, G. Montemayor, M.J.P Santos y R. Morales. 1991. Pesquería de Sardina en el Golfo de California 1988/89-1989/90. **SEPESCA, INP**. 80 pp.
- Croxall, J.P. 1987. **Seabirds: feeding ecology and role in marine ecosystems**. Cambridge Univ. Press. Cambridge. 408 pp.
- Cucalón, E. 1986. Variabilidad oceanográfica frente a la costa de Ecuador durante el período 1981-86. **ERFEN Bull**, 19: 11-26.
- Cucalón, E. y E. Maridueña. 1989. El fenómeno El Niño de 1987 y sus efectos en la pesquería pelágica ecuatoriana. **Revisión Comisión Permanente del Pacífico Sur**. 65-82 pp.
- Drummond, H., E. González y J.L. Osorno. 1986. Parent-offspring cooperation in the blue-footed booby (*Sula nebouxii*): social roles in infanticidal brood reduction. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, 19: 365-372.
- Dunlop, J.N., R.D. Wooller y N.G. Cheshire. 1988. Distribution and Abundance of Marine Birds in the Eastern Indian Ocean. **Australian Journal of Marine Freshwater Research** 39: 661-669.
- Esquivel, R.M. 1992. **Dieta y Conducta de defecación de la gaviota parda (*Larus heermanni*) en su periodo de anidación (1991) en Isla Rasa, Golfo de California**. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. U.N.A.M. 48 pp.

- Everett, W. T. y D.W. Anderson. 1991. Status and Conservation of the breeding seabirds on offshore pacific islands of Baja California and The Gulf of California. **ICBP Technical Publication** No. 11: 115-139.
- Fiedler, P.C. 1984. Some effects of El Niño 1983 on the northern anchovy. **CalCOFI Rep.** XXV, 53- 57.
- Fiedler, P.C., R.D. Methot y R.P. Hewitt. 1986. Effects of California El Niño 1982-1984 on the northern anchovy. **Journal of Marine Research** 44: 317-338.
- Furness, R.W. 1982. Seabirds-fisheries relationships in the Northeast Atlantic and North Sea. En: **Marine birds: their feeding ecology and commercial fisheries relationships** (D.N. Nettleship, A. Sanger & P.F. Springer. Eds.) Pp. 117-126. Proceeding of the Pacific Seabird Group Symposium, Seattle.
- Furness, R. W. y P. Monaghan. 1987. **Seabirds Ecology**. Chapman and Hall. New York. 164 pp.
- Gould, P.J. 1983. Seabirds between Alaska and Hawaii. **The Condor** 85: 286-291.
- Gould, P.J. y D.J. Forsell. 1989. **Techniques for Shipboard of Marine Birds**. U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. Washington. 22 pp.
- Guzmán, P.J. 1981. **The wintering of Sooty and Shorttailed shearwaters (genus *Puffinus*) in the Northpacific**. Ph. D. Thesis. University of Calgary, Calgary. 510 pp.
- Guzmán P.J. 1983. Las aves marinas en aguas de Chile. **Creces** 83 4(8): 2-9.
- Haley, D. 1984. **Seabirds of Eastern North Pacific and Artic Waters**. Pacific Search Press., Washington.
- Hammann, M.G. y M.A. Cisneros. 1989. Range extention and Commercial Capture of the Northern Anchovy, *Engraulis mordax* Girard, in the Gulf of California, Mexico. **Calif. Fish and Game** 75(1): 49-53.
- Hammann, M.G., M.O. Nevarez-Martínez y J.A. Rosales-Casián. 1991. Pacific sardine and northern anchovy in the Gulf of California, Mexico: Current results of SARP Mexico. C.M./H:20 Session V Pelagic Fish Committee Session V:SARP. **International Council for the Exploration of the Sea**. 1- 17 pp.
- Harrison, P. 1988. **Seabirds and identifications guide**. Houghton Mifflin Company, Boston, 448 pp.

- Huato-Soberanis, L. y Lluch-Belda, D. 1987. Mesoscale cycles in the series of environmental indices related to the sardine fishery in the Gulf of California. **CalCOFI Rep.** XXVIII, 128-134.
- Hunt, G. L. Jr. y D.C. Schneider. 1987. Scale-dependent processes in the physical and biological environment of marine birds. En: **Seabirds: feeding ecology and role in marine ecosystems.** (Croxall, J.P. Eds.) Chapter 2 Pp. 8- 41. Cambridge Univ. Press.
- Hunt, G. L. Jr., P. Gould, D.J. Forsell y H. Peterson, Jr. 1981. Pelagic Distribution of Marine Birds in the Eastern Bering Sea. En: **The Bering Sea Shelf: oceanography and resources** (D.W. Wood Ed.) Pp. 689-718. Inst. of Marine Sci. U. Alaska, Fairbanks.
- Jehl, J. R. Jr. 1982. The biology and taxonomy of Townsend's shearwater. **Le Gerfaut** 72: 121-135.
- Jiménez, M. C. 1988. **Hábitos alimenticios, requerimiento energético y consumo alimenticio del Pelicano Café en la Bahía de La Paz, B. C. S.** Tesis de Licenciatura. Departamento de Biología Marina. U.A.B.C.S. 62 pp.
- King, J.E. y R. L. Pyle. 1957. Observations on seabirds in the tropical Pacific. **The Condor** 59: 27-39.
- King, W.B. 1970. The Trade Wind Zone Oceanography. Pilot study part VII: Observations of seabirds March 1964 to June 1965. **U.S.F.W.S. Special Scientific Report: Fisheries** No. 586: 1-136.
- Kotsch, W.J. 1977. **Weather for the mariner.** Second edition. Naval Institute Press. Maryland. 272 pp.
- Lara-Lara, J.R., J.E. Valdez-Holguín y L.C. Jiménez-Pérez. 1984. Plankton studies in the Gulf of California during the 1982-1983 El Niño. **Tropical Ocean and Atmosphere Newsletter** 28: 16-17.
- Lindsay, G.E. 1983. History of scientific exploration in the Sea of Cortez. En: **Island Biogeography in the Sea of Cortez** (T.J. Case & M.L. Cody. Eds.) Chapter 1, Pp. 3-11. University of California Press. Berkeley.
- Maluf, L.Y. 1983. Physical Oceanography. En: **Island Biogeography in the Sea of Cortez** (T.J. Case & M.L. Cody. Eds.) Chapter 3, Pp. 26-45. University of California Press. Berkeley.
- Mee, L.D., A. Ramírez, F. Flores y F. González. 1985. Coastal upwelling and fertility of the Southern Gulf of California: Impact of the 1982-83 ENSO event. **Tropical Ocean Atmosphere Newsletter** 9-10.

- National Geographic Society (Eds.) 1987. **Field Guide to the Birds of North America**. Second edition. National Geographic Society, Washington. 464 pp.
- Nelson, B. 1979. **Seabirds: their biology and ecology**. A&W Publishers Inc. New York. 224 pp.
- Nienhuis, H. 1984. Fitoplancton Marino en Zonas Neríticas y Oceanicas de Baja California. En: **Fitoplancton de las costas de Baja California**. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Serie Didáctica. 2(1): 1-33.
- Pocklington, R. 1979. An oceanographic interpretation of seabird distributions in the Indian Ocean. **Marine Biology** 51: 9-21.
- Powers, K.D. 1982. A comparison of two methods of counting birds at sea. **J. Field Ornithol.** 53(3): 209-222.
- Robbins, C. S., B. Bruun y H.S. Zim. 1983. **A Guide to Field Identifications Birds of North America**. Second edition. Golden Press. 340 pp.
- Roden, G.I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: **Geology of the Gulf of California** (Van Andel, T.H. y G.G. Shore Eds.) Vol. 3. Pp 30-38. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.
- Round, F.E. 1967. The phytoplankton of the Gulf of California. Part I. Its composition, distribution and contribution to the sediments. **Journal Experiments of Marine Biological Ecology** 1: 76-97.
- Saunders, D. 1973. **Sea Birds**. Bantam Books. Toronto. 159 pp.
- Schneider, D., N.M. Harrison y G.L. Hunt Jr. 1987. Variation in the Occurrence of marine birds at fronts in the Bering Sea. **Estuarine, Coastal and Shelf Science** 25: 135-141.
- Servicio Forestal Mexicano (S.F.M.). 1975. El pelícano café en el Golfo de California. **Bosques y Fauna** 12(4): 3-10.
- Sokolov, V.A. y M. Wong R. 1973. Investigaciones efectuadas sobre los peces pelágicos del Golfo de California, sardina, crinuda y anchoveta, 1971. **Instituto Nacional de la Pesca. INP/SI** 12-20.
- Sunada, J., I. Yamashita, P. Kelly y F. Gress. 1981. The brown pelican as a sampling instrument of age group structure in the northern anchovy population. **CalCOFI Rep.** XXII: 65-68.

- Tasker, M., P. Hope Jones, T. Dixon y B.F. Blake. 1984. Counting birds at sea from ships: a review of methods employed and suggestion for a standardized approach. **The Auk** 101: 567-577.
- Tershy, B.R., D. Breese y S. Alvarez-Borrego. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. **Marine Ecology** 69: 299-302.
- Tordesillas, M. 1992. **Dieta del gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) durante la temporada de reproducción 1985 y 1986 en Isla Rasa, B.C. (Aves: Laridae)**. Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias. U.N.A.M.
- Yáñez-Rodríguez, E. 1989. Fluctuaciones de los principales recursos pelágicos explotados en la zona norte de Chile y variaciones ambientales asociadas. **Revisión Comisión Permanente del Pacífico Sur**. 509-520 pp.
- Velarde-González, M.E. 1989. **Conducta y ecología de la reproducción de la gaviota parda (*Larus heermanni*) en Isla Rasa, Baja California**. Tesis de Doctorado. Fac. de Ciencias, U.N.A.M. 129 pp.

**Apéndice 1.**  
**Lista de especies registradas durante los cuatro cruceros.**

| <b>FAMILIA</b>    | <b>ESPECIE</b>                  | <b>NOMBRE COMUN</b>       |
|-------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Procellariidae    | <i>Puffinus creatopus</i>       | Fardela pies rosados      |
|                   | <i>P. griseus</i>               | Fardela gris              |
|                   | <i>P. opisthomelas</i>          | Fardela vientre oscuro    |
|                   | <i>P. auricularis</i>           | Fardela de Revillagigedo  |
| Hydrobatidae      | <i>Oceanodroma leucorhoa</i>    | Petrel de leach           |
|                   | <i>O. melania</i>               | Petrel negro              |
|                   | <i>O. microsoma</i>             | Petrel menor              |
| Phaethontidae     | <i>Phaethon aethereus</i>       | Ave del trópico piquirojo |
| Pelecanidae       | <i>Pelecanus occidentalis</i>   | Pelícano café             |
| Sulidae           | <i>Sula dactylatra</i>          | Bobo enmascarado          |
|                   | <i>S. leucogaster</i>           | Bobo café                 |
|                   | <i>S. nebouxii</i>              | Bobo patas azules         |
| Phalacrocoracidae | <i>Phalacrocorax</i> spp.       | Cormorán                  |
| Fregatidae        | <i>Fregata magnificens</i>      | Tijereta                  |
| Scolopacidae      | <i>Phalaropus</i> spp.          | Falaropo                  |
| Laridae           | <i>Stercorarius pomarinus</i>   | Estercorario pomarino     |
|                   | <i>Larus heermanni</i>          | Gaviota parda             |
|                   | <i>L. californicus</i>          | Gaviota californiana      |
|                   | <i>L. delawarensis</i>          | Gaviota pinta             |
|                   | <i>L. philadelphia</i>          | Gaviota menor             |
|                   | <i>L. livens</i>                | Gaviota patas amarillas   |
|                   | <i>Sterna fuscata</i>           | Gallito de mar negro      |
|                   | <i>S. maxima</i>                | Gallito de mar real       |
|                   | <i>S. elegans</i>               | Gallito de mar elegante   |
|                   | <i>S. forsteri</i>              | Gallito de mar de Forster |
|                   | <i>S. antillarum</i>            | Gallito de mar menor      |
| Alcidae           | <i>Synthliboramphus craveri</i> | Alquita bajacaliforniana  |



**Apéndice 2.**  
**Principales colonias reproductivas de aves marinas del Golfo de California**  
**(Everett y Anderson, 1991).**

| ESPECIE                           | ISLA DONDE ANIDA   |
|-----------------------------------|--|
| <i>Oceanodroma melania</i>        | Partida  |
| <i>Oceanodroma microsoma</i>      | Partida  |
| <i>Phaethon aethereus</i>         | San Luis<br>San Pedro Martir<br>Espíritu Santo   |
| <i>Pelecanus occidentalis</i>     | Angel de la Guarda<br>Salsipuedes<br>Las Animas<br>San Lorenzo<br>San Pedro Martir     |
| <i>Sula leucogaster</i>           | Jorge<br>San Pedro martir<br>San Idelfonso<br>San Pedro Nolasco                        |
| <i>Sula nebouxii</i>              | San Pedro Martir<br>San Idelfonso<br>Jorge<br>Tortuga<br>San Luis<br>San Pedro Nolasco |
| <i>Phalacrocorax auritus</i>      | San Idelfonso<br>San Luis<br>Alcatraz<br>San Pedro Nolasco<br>San José<br>Jorge        |
| <i>Phalacrocorax penicillatus</i> | Salsipuedes<br>Calaveras<br>San Esteban<br>Cardonosa<br>Smith                          |
| <i>Fregata magnificens</i>        | San Luis<br>Alcatraz   |
| <i>Larus heermanni</i>            | Rasa<br>Islote Cardonosa   |
| <i>Larus livens</i>               | Angel de la Guarda<br>Partida  |
| <i>Sterna elegans</i>             | Rasa   |
| <i>Sterna maxima</i>              | Rasa   |
| <i>Synthliboramphus craveri</i>   | Jorge  |