



UNIVERSIDAD NACIONAL 213  
AUTONOMA DE MEXICO 24

FACULTAD DE CIENCIAS

BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE LA GOLONDRINA MARINA  
ELEGANTE (*Sterna elegans*) CON ENFASIS EN LA  
CONDUCTA DENTRO DE LAS GUARDERIAS EN LA COLONIA  
DE ISLA RASA, GOLFO DE CALIFORNIA, MEXICO.

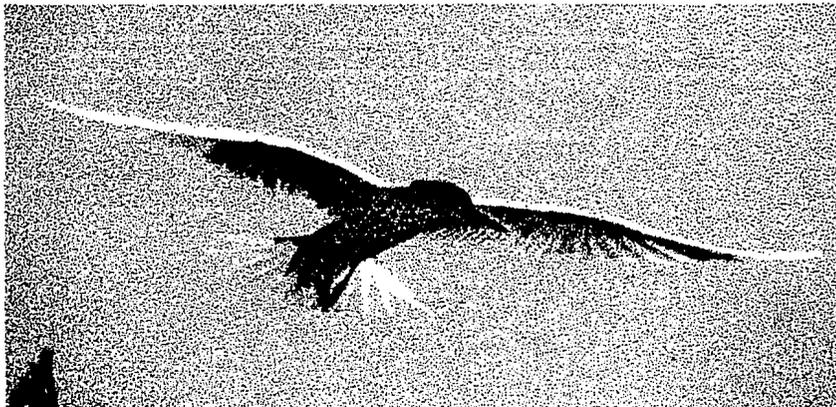
TESIS PROFESIONAL

que para obtener el título de:

B I O L O G O

presenta:

EMILIO DANIEL TOBON GARCIA



México D.F.

1992.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



## **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 está 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.

# CONTENIDO

Indice de cuadros.....	iv
Indice de figuras .....	vi
Resumen .....	1
Abstract .....	2
I. Introducción .....	3
I.1. Planteamiento del trabajo .....	3
II. Antecedentes .....	6
II.1. Ubicación taxonómica, características morfológicas del grupo y de la especie .....	6
II.2. Distribución .....	8
II.3. Relación de la especie con el área .....	10
II.4. Historia natural .....	11
III. Area de estudio .....	24
III.1. Localización .....	24
III.2. Aspectos geológicos de área .....	24

III.3. Clima .....	26
III.4. Descripción del área .....	27
III.5. Flora y fauna de la isla .....	30
III.6. Presencia del hombre en la isla .....	31
IV. Objetivos .....	34
V. Métodos y material .....	35
V.1. Observaciones .....	35
V.2. Metodología de cada uno de los objetivos .....	36
VI. Resultados .....	40
VI.1. Calendario de las actividades generales de la reproducción.....	40
VI.2. Descripción de las conductas dentro de las guarderías.....	43
VI.3 Relación de la fecha, la hora y la temperatura ambiental con las conductas observadas.....	48
VI.4. Relación entre tamaño de guarderfa y edad y las conductas observadas.....	55
VI.5. Estimación del número de aves anidantes.....	62
VI.6. Estimación de la sobrevivencia de los polluelos.....	68

<b>VII. Discusión.....</b>	<b>70</b>
<b>VIII. Conclusiones .....</b>	<b>80</b>
<b>IX. Agradecimientos .....</b>	<b>82</b>
<b>X. Referencias bibliográficas.....</b>	<b>84</b>
<b>XI. Apéndices .....</b>	<b>93</b>
<b>XI.1. Escondite .....</b>	<b>93</b>
<b>XI.2. Cédula de registro .....</b>	<b>94</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro II.1. Clasificación de la golondrina marina elegante.....	7
Cuadro V.I. Fechas y horas en las que se observaron las guarderías en 1986 y 1987 para obtener las frecuencias de ocurrencia de las conductas registradas.....	38
Cuadro VI.1. Fechas de formación y desarrollo de la colonia reproductora en 1986.....	41
Cuadro VI.2. Fechas de formación y desarrollo de la colonia reproductora en 1987.....	42
Cuadro VI.3. Resultados del análisis de correlación de conductas observadas vs parámetros ambientales en 1986 .....	49
Cuadro VI.4. Resultados del análisis de correlación de conductas observadas vs parámetros ambientales en 1987.....	52
Cuadro VI.5. Cuadro de contingencia de edad vs conductas observadas en 1986.....	55
Cuadro VI.6. Tabla de contingencia de tamaño de grupo vs conductas observadas en 1986.....	56
Cuadro VI.7. Tabla de contingencia de edad vs conductas observadas en 1987.....	58

Cuadro VI.8. Tabla de contingencia de tamaño de grupo vs  
conductas observadas en 1987..... 59

Cuadro VI.9. Estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo  
aleatorio simple para los datos obtenidos en 1986 y 1987..... 65

Cuadro VI.10. Estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo  
aleatorio simple para los datos obtenidos del conteo aéreo en 1987..... 68

iCuadro VI.11. Resumen de los resultados obtenidos en  
1986 y 1987 con los distintos métodos utilizados para estimar  
el número de aves anidantes en la isla ..... 68

## INDICE DE FIGURAS

Figura III.1. Ubicación de Isla Rasa dentro de la Región de las Grandes Islas, en el Golfo de California .....	25
Figura III.2. Mapa esquemático de Isla Rasa .....	27
Figura III.3. Mapa esquemático del valle noreste de Isla Rasa .....	28
Figura III.4. Mapa esquemático del valle central de Isla Rasa .....	29
Figura VI.1. Alimentación del polluelo .....	44
Figura VI.2. Autoacicalamiento .....	45
Figura VI.3. Agresión .....	46
Figura VI.4. Robo de alimento o cleptoparasitismo .....	47
Figura VI.5. Gráfica de los parámetros ambientales vs las conductas observadas en 1986 .....	50
Figura VI.6. Gráfica de los parámetros ambientales vs las conductas observadas en 1987 .....	53
Figura VI.7. Gráficas de edad y tamaño de grupo vs las conductas observadas en 1986 .....	57
Figura VI.8. Gráficas de edad y tamaño de grupo vs las conductas observadas en 1987 .....	60
Figura VI.9. Mapa esquemático de las subcolonias en 1986 .....	62

<b>Figura VI.10. Mapa esquemático de la subcolonia 1 en 1987 .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura VI.11. Mapa esquemático de las subcolonias 2 y 3 en 1987 .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura VI.12. Fotografía aérea de la subcolonia 1 en 1987 .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura VI.13. Fotografía aérea de las subcolonias 2 y 3 en 1987 .....</b>	<b>67</b>

## RESUMEN

Se presenta un estudio de la biología reproductiva de la golondrina marina elegante durante los ciclos de 1986 y 1987. Se enfatizan los aspectos ecológicos y conductuales que se presentan en las guarderías, que se forman dentro de la colonia de Isla Rasa, en el Golfo de California, México.

El objetivo principal de este trabajo fue el de obtener un mayor conocimiento de la biología reproductiva y de las interacciones que se observan dentro de las guarderías, ya que es en estos grupos donde se reúnen gran parte de las crías y donde realizan la mayor parte de su actividad dentro de la colonia antes de volar.

Se elaboró un calendario de las actividades generales de la reproducción de esta especie en la isla; se obtuvieron las fechas del establecimiento de los primeros nidos, del fin del crecimiento de la colonia, de los primeros nacimientos, de los primeros polluelos fuera del área de anidación y de las primeras guarderías.

Las guarderías están formadas principalmente por polluelos; en ocasiones se pueden encontrar algunos adultos que permanecen por períodos de tiempo cortos. La edad a la que los polluelos se integran a estos grupos es de aproximadamente una semana. Estas agrupaciones se desintegran cuando las crías abandonan la isla; su formación en esta especie parece ser obligada.

Se describieron las conductas que se presentan en las guarderías: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión; también se describió el robo de alimento o cleptoparasitismo por parte de la gaviota ploma.

Se analizaron las relaciones de la fecha, la hora y la temperatura ambiental con cada una de las conductas registradas, incluyendo la actividad general; se procedió de la misma manera para la edad de los polluelos y el tamaño de la guardería. Se encontró que la alimentación del polluelo y el robo de alimento o cleptoparasitismo pueden influir en la sobrevivencia de las crías. La frecuencia de las conductas registradas en estas agrupaciones aumenta conforme aumenta la edad de sus miembros y el tamaño del grupo.

Se estimó el número de aves anidantes por conteo directo de nidos, muestro aleatorio simple y por medio de fotografía aérea. El número de aves anidantes permaneció relativamente constante de un año a otro; la densidad de anidación también fue similar en ambas temporadas.

Se estimó la sobrevivencia de los polluelos hasta antes de que éstos abandonaran la isla. La mortalidad de crías fue mayor en 1986 que en 1987; una de las causas más probables de la baja sobrevivencia en el primer año fue la falta de alimento en el área.

## ABSTRACT

A study of the breeding biology of the elegant tern during 1986 and 1987 in Rasa Island, Gulf of California, Mexico, is presented.

The main goal was to obtain more knowledge of the breeding biology and the interactions of the chicks in the creches. In these groups most of the chicks develops its activities before leave the island.

A calendar of the general activities of breeding in the island was made. Dates of establishment of first nests, end of growth of nesting areas, first chicks hatch, first chick out of the nesting areas and first creches were obtained.

The creches are integrated mainly by chicks, adults stay for short periods of time. The chicks join these groups nearly a week after hatch. The creches are dissolved when the chicks leave the island; these groups appear to be obligated in this specie.

The main behaviors in the creches were descibed: feeding of the chick, preening, aggression and kleptoparasitism of the heermann's gull on the elegant tern.

The relationships of date, hour of day and environmental temperature with the behaviors described were analized; the same was made for age of chicks and size of groups. The feeeding of the chick and the kleptoparasitism appear to have influence in the survival of the chicks. The frecueny of behaviors in the creches increase with the age of chick and the size of group.

The number of nesting birds was estimated by direct count of nests, simple random sampling and aerial photo. The amount of birds nesting in the island was almost the same in both years, as the same as density of nests.

The survival of chicks before they leave the island was estimated. The mortality of chicks was higer in 1986 than in 1987; one of the main causes probably was the absence of food in the area.

# I. INTRODUCCION

## I.1. Planteamiento del trabajo.

La golondrina marina o gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) es un ave marina poco estudiada. Es monógama, anida en sitios aislados o libres de depredadores terrestres (Harrison 1984), forma colonias muy densas y por lo general pone un sólo huevo (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984). La pareja incuba el huevo y cuida a la cría durante su desarrollo (Kirven 1969; Schaffner 1982). Su alimentación consiste principalmente en sardina y anchoveta (Schaffner 1986; Velarde y Arriola 1989).

El objetivo principal de este trabajo es el de obtener mayor información de los aspectos generales de la biología reproductiva y de las interrelaciones que se realizan dentro de las guarderías. Se da especial atención a estas agrupaciones, ya que es aquí donde se reúnen los polluelos y donde realizan la mayor parte de su actividad dentro de la colonia antes de volar, por lo que se considera que la actividad en estos grupos influye en su sobrevivencia (Schaffner 1982; McIntyre 1983).

Con este estudio se incrementará la información relacionada a la historia natural y a la ecología de la golondrina marina elegante, lo que permitirá tomar mejores decisiones acerca de su manejo y conservación. El presente trabajo forma parte de una serie de estudios que se están realizando en Rasa y en otras islas de la llamada Región de las Grandes Islas del Golfo de California, con el fin de elaborar planes de manejo para la conservación de esta zona, dentro del proyecto "Conservación de las Islas del Golfo de California" (1990).

Los trabajos que se han realizado sobre esta especie están relacionados con la biología reproductiva (Schaffner 1982; Kirven 1969) y con la dieta (Schaffner 1986; Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), así como algunos reportes de sitios de anidación. En lo que se refiere a estudios sobre guarderías en esta especie, sólo se mencionan y se hacen algunas descripciones muy someras (Schaffner 1982). En Isla Rasa se han realizado pocos estudios en esta especie, la mayoría sobre su dieta (Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), uno de guarderías (Tobón y Velarde 1987) y el que aquí se presenta.

La golondrina marina elegante puede considerarse como una especie frágil desde el punto de vista ecológico, ya que las condiciones que necesita para su reproducción pueden ser alteradas con facilidad; algunas de estas condiciones son: Las condiciones climáticas que se presentan en la época reproductiva y que son influenciadas por las alteraciones climáticas globales (Bolaños 1990). Las perturbaciones naturales, como cambios oceanográficos a gran escala (p. ej. los eventos de "El Niño"), también pueden afectar de forma importante a las poblaciones de aves (Furness 1982; Furness y Monaghan 1987).

Esta especie puede ser susceptible de perturbaciones debido a las actividades humanas, tales como la reducción en la disponibilidad de áreas de anidación, que pueden ser invadidas, modificadas o destruidas, ya sea durante las épocas de anidación o fuera de ella (Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990), la explotación de sus huevos, la contaminación por derivados del petróleo y productos químicos (insecticidas y sus residuos) (Nettleship 1991), la introducción de animales exóticos que depredan a la aves o destruyen su habitat (Nettleship 1991), la entrada de personas a las colonias reproductoras con la consecuente destrucción de los huevos o de las crías, y que en la mayoría de los casos pasa inadvertida o es causada por ignorancia (Anderson, Mendoza y Keith 1976; Anderson y Keith 1980; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990), así como los cambios en la disponibilidad de las presas y la sobreexplotación de recursos pesqueros de los que se alimentan las aves (Furness 1982; Schaffner 1986, Haley 1984; Furness y Monaghan 1987; Furness y Nettleship 1991; Monaghan 1991; Nettleship 1991).

En la actualidad sólo se conocen tres sitios de anidación para esta especie, uno en la Bahía de San Diego (Kirven 1969; Evans 1973; Schaffner 1982), otro en Bolsa Chica (Palacios com. pers.), ambos en California, E.U.A., y en Isla Rasa, en el Golfo de California. En este último sitio anida aproximadamente el 95% de la población total (Anderson, Beebe y Velarde 1985; Bourillon *et al.* 1988; Velarde 1989).

Según Flint (1984) el término guardería (creché) se aplica a la agregación de aves jóvenes. Magnusson (1980) la define como un grupo de crías, algunas veces acompañadas por algún adulto. Murno y Bédard (1977a) describen a la guardería en el pato común (*Somateria mollissima*) como la agrupación de cierto número de hembras no relacionadas parentalmente y algunos polluelos. Muselet (1982), en un reporte de la golondrina marina común (*Sterna hirundo*), presenta a la guardería como una agrupación que se origina como reacción de protección y defensa de las crías. Davis (1982) describe a las guarderías de los pingüinos de Adelie (*Pygoscelys adeliae*) como una agregación de polluelos en la colonia; sugiere que las guarderías sirven como una alternativa de defensa contra la depredación cuando hay muy pocos adultos para evitarla y que también sirven como agrupación termorreguladora en climas desfavorables (excesivo frío o calor) (Flint 1984).

Para este trabajo se considera guardería a la agrupación de polluelos, cuyo tamaño puede ser muy variado, teniendo como mínimo dos individuos. En estas agrupaciones se pueden encontrar adultos, algunos de los cuales probablemente sean padres de uno de los

polluelos que se encuentran en la guardería. La edad de los polluelos dentro de esta agrupación puede variar desde dos o tres días de nacidos hasta poco tiempo antes de que abandonen la isla (4.5 semanas o más).

El conjunto de todos los individuos de la especie estudiada que anidan en Isla Rasa es considerado como colonia; a su vez, esta colonia está dividida en varias partes separadas unas de otras por un espacio físico dentro de la isla, estas agrupaciones de aves anidantes son llamadas subcolonias. Estas subcolonias pueden variar en tamaño desde algunos cientos de individuos hasta decenas de miles.

A lo largo de este trabajo se utilizó el término "polluelos en etapa de prevuelo" para referirse a las crías que se encuentran en una etapa de desarrollo en la cual han perdido la mayor parte del plumón y tienen un plumaje casi completo. Durante esta etapa los polluelos tienen gran movilidad y se desplazan grandes distancias dentro de la isla, principalmente en dirección al mar; en este período muchas crías ya son capaces de realizar vuelos sobre distancias cortas; en esta etapa los polluelos también reciben el nombre de "volantones" ("fledgings" en inglés).

La etapa posterior a la antes descrita es cuando las crías ya tienen el plumaje completo y son capaces de volar; es el período durante el cual abandonan la isla, junto con sus padres, y comienzan la migración.

## II. ANTECEDENTES

### II.1.- Ubicación taxonómica, características morfológicas del grupo y de la especie.

El Orden Charadriiformes comprende 13 familias (Haley 1984) y está dividida en cuatro subórdenes: Charadrii, Scolopaci, Lari y Alcae (American Ornithologist Union (A.O.U) 1983; Haley 1984).

Dentro del suborden Lari se encuentra la familia Laridae, que está dividida en cuatro subfamilias: Stercorariinae, Larinae, Sterninae y Rynchopinae (A.O.U 1983; Haley 1984). No hay un acuerdo general en cuanto a ciertos géneros, por ejemplo los reconocidos previamente como Leucophaeus, Xema y Gabianus, mismos que en la actualidad son considerados dentro del género Larus (Moynihan 1959; Harrison 1983). De manera similar ocurre en las golondrinas marinas donde los géneros Gelochelidon, Hydroprogne y Thalasseus han sido colocados dentro del género Sterna (Moynihan 1959; Harrison 1983; Schaffner 1982).

Las golondrinas marinas están colocadas dentro de la subfamilia Sterninae, que tiene nueve géneros y aproximadamente 42 especies (Harrison 1984). Las aves de esta subfamilia en general tienen el plumaje color blanco y gris, con negro en la cabeza; algunas, como la golondrina marina oscura o charrán oscuro (Sterna fuscata), presentan la parte dorsal oscura. Algunas especies muestran variación estacional en su plumaje; generalmente pierden parte de la cresta negra que presentan en la época reproductiva.

El tamaño en esta subfamilia varía desde 48 a 59 cm de longitud total en la golondrina marina caspia (Sterna caspia) hasta 20 a 28 cm en la golondrina marina mínima (S. antillarum). Las aves que pertenecen a esta subfamilia no presentan dimorfismo sexual y tienen la cola en forma de horquilla (Harrison 1983; Harrison 1984; Peterson y Chalif 1973; National Geographic Society (N.G.S) 1983). La mayoría de las especies alcanzan la madurez sexual en el segundo o tercer año, las aves inmaduras generalmente pasan períodos de uno o dos años en áreas no reproductivas (Harrison 1983).

La golondrina marina elegante (*Sterna elegans*) (cuadro II.1) tiene una longitud total promedio de 40 a 43 cm y un promedio de extensión alar de 86 cm (N.G.S. 1983; Harrison 1983). Los colores del pico presentan un rango que va desde naranja rojizo hasta amarillo, pasando por amarillo-naranja (Peterson y Chalif 1973; N.G.S. 1983; Harrison 1984). Small (1951) menciona que el pico de esta especie es proporcionalmente más delgado y largo comparado con los de la golondrina marina caspia y la golondrina marina real. El color de las patas varía desde negro brillante hasta naranja rojizo y con combinaciones de estos colores (obs. pers.).

Cuadro II.1: Clasificación de la golondrina marina elegante (A.O.U. 1983).

Orden: Charadriiformes

Suborden: Lari

Familia: Laridae

Subfamilia: Sterninae

Género: *Sterna*

Especie: *elegans* (Gambel, 1849)

El adulto, en la época reproductiva, presenta una cresta negra en la parte superior de la cabeza, que se extiende alrededor de los ojos hasta la punta de la cabeza (N.G.S. 1983). La parte dorsal del cuerpo y las alas tienen una coloración gris azulosa pálida con las plumas primarias externas de color gris oscuro o negro; la parte ventral del cuerpo y las alas son de color blanco, en ocasiones con una ligera coloración rosada (Harrison 1983). La cola tiene forma de horquilla muy pronunciada con el plumaje blanco (Peterson y Chalif 1973; Harrison 1983). Durante la época no reproductiva el adulto presenta una ligera variación en la coloración de las plumas primarias externas, que pasan a un color gris; la cola toma un color grisáceo y se pierde la coloración de la parte frontal de la cresta, la cual queda blanca con manchones negros (Harrison 1983; N.G.S. 1983).

## II.2. Distribución.

### A) *Reseña histórica.*

La golondrina marina elegante fue descrita por primera vez en 1848 por Gambel a partir de un ejemplar colectado cerca de Mazatlán (Schaffner 1982). A continuación se presenta una relación cronológica de los registros que hay para esta especie.

Brewster (1902) menciona que esta especie frecuenta ambas costas del Golfo de California y sugiere que probablemente anida en esas mismas zonas, tomando como base el registro de un huevo colectado en Guaymas, Sonora, aunque no especifica la zona de colecta; también apunta que la distribución de esta ave en la costa americana del Océano Pacífico tiene un rango conocido hasta el sur de Chile.

Ridway (1919) apunta que la distribución de esta especie va desde Bahía de San Francisco, en California, hasta Bahía Coquimbo, en Viña del Mar, Chile y refiere como zonas de anidación Guaymas, Sonora e Isla Isabel, Nayarit, ambas en México. Bent (1921) reporta como sitios de anidación Isla San Pedro Mártir, Isla Cerralvo y las cercanías de Guaymas. Isla Rasa es reportada por Maillard (1923) como zona de anidación, junto con Isla San Jorge, en el Golfo de California.

Bancroft (1927) hace una breve descripción de la dinámica de la colonia en Isla Rasa y apunta que en la región central del Golfo de California sólo anidan golondrinas marinas elegantes y reales; según este autor, la golondrina marina elegante también fue observada por Van Rossen en Bahía Petrel y en Bahía de Agua Dulce, en Isla Tiburón.

El primer reporte de una concentración de individuos de la golondrina marina elegante en California fue dado por Schneider (1927). Por su parte, Small (1951) tiene un registro similar de esta especie en el sur de California en 1950. Gallup y Bailey (1960) reportan que en la primavera de 1959 anidó un grupo de golondrinas marinas elegantes y reales en una salina de la Bahía de San Diego en California. Estos autores mencionan que no hay registros anteriores de sitios de anidación para ninguna de las dos especies en California;

apuntan que es evidente que estas especies han colonizado el área de San Diego desde las colonias reproductoras en el centro de Baja California, como es el caso de la colonia de la Laguna Ojo de Liebre (Scammons).

Banks (1963) hace referencia a una colección de huevos de golondrina marina elegante colectados en la Isla Cerralvo en 1910 como evidencia de la existencia de una colonia en esta isla. Hace notar que los gatos ferales patrullan regularmente las costas de la isla y que estos probablemente contribuyeron a la desaparición de la colonia.

### *B) Distribución actual*

Según la A.O.U. (1983) la golondrina marina elegante se reproduce a lo largo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde la Bahía de San Diego, en el sur de California, hasta la Laguna Ojo de Liebre y la Isla San Roque en la parte central de Baja California; dentro del Golfo de California anida en Isla San Jorge, Isla Trinidad e Isla Rasa; también mencionan que anida a lo largo de las costas de Sonora y Sinaloa hasta Isla Isabel, en Nayarit.

Harrison (1984) menciona como la colonia más grande de esta especie a la que se encuentra en Isla Rasa y que también anida en la Laguna Ojo de Liebre así como en otras localidades cerca de las costas de Sonora y Sinaloa, pero no especifica cuales.

La única colonia conocida actualmente en el Golfo de California es la que se encuentra en Isla Rasa (Kirven 1969; Schaffner 1982), donde anida mezclado con la golondrina marina real (*Sterna maxima*) y la gaviota ploma (*Larus heermanni*) (Velarde 1989). La otra colonia de anidación conocida es la que se encuentra en la Bahía de San Diego en California, donde anida con la golondrina marina caspia (Kirven 1969; Schaffner 1982). En 1987 esta especie anidó en Bolsa Chica, California, junto con la golondrina marina mínima, el rayador (*Rynchops niger*) y la golondrina marina de Forster (*S. forsteri*) (Palacios com. pers.)

En cuanto al tamaño poblacional actual, en Isla Rasa no se ha hecho ninguna estimación cuantitativa anterior a la que se presenta en este trabajo. Se han realizado varias estimaciones cualitativas (cálculos del número total sin realizar ningún conteo); según un cálculo de Walker (1965), para 1965 anidaron en Isla Rasa aproximadamente cien mil parejas de golondrina marina elegante, aunque menciona que veinte años antes el número de nidos era aproximadamente de 700 mil. Harrison (1984) reporta que en Isla Rasa anidan aproximadamente 12 mil parejas de esta especie mezcladas con la golondrina marina real.

Los últimos registros que se tienen del tamaño poblacional de la golondrina marina elegante en Isla Rasa se basan en estimaciones cualitativas y son de 25 mil individuos (Anderson, Beebe y Velarde 1985) y de 42 mil (Bourillón *et al.* 1988).

La colonia que se localiza en la Bahía de San Diego, California, tenía 74 nidos en 1965 y 77 en 1966 (Kirven 1969). En 1979 se estimó que la población anidante era de 450 nidos (Schaffner 1982). La estimación del total de parejas anidantes hecha por Schaffner (1982) fue de 607 para 1980 y de 861 para 1981. En Bolsa Chica, Cal. se calcularon aproximadamente 34 nidos de esta especie, aunque por lo menos 20 de estos nidos fueron destruidos por dos individuos de *Larus occidentalis* (Palacios *com.pers.*).

La golondrina marina elegante migra hacia el norte después de la época de reproducción y se puede encontrar hasta las bahías de Monterey y San Francisco, en California. El rango de distribución durante el invierno se extiende por la mayor parte de la costa americana del Océano Pacífico hasta Valparaíso, en Chile (Bent 1921; Kirven 1969). En algunas áreas, como en las costas de Ecuador y Chile, algunos individuos que todavía no alcanzan la edad reproductiva permanecen todo el año (Harrison 1984). En 1967 se anillaron 378 polluelos de la golondrina marina elegante en Isla Rasa y siete meses después dos de éstas aves fueron recobradas en Esmaraldas, Ecuador (Kirven 1969).

La A.O.U. (1983) reporta como áreas de distribución de individuos que todavía no alcanzan la edad reproductora a las costas del Pacífico (durante el verano), desde el centro de California hasta Costa Rica. Según la A.O.U., fuera de la época reproductiva, esta especie se distribuye a lo largo de la costa oriental del Océano Pacífico, desde Guatemala hasta el sur de Ecuador y centro de Chile.

### II.3.- Relación de la especie con el área.

No se tienen datos precisos acerca del tiempo que esta especie lleva anidando en Isla Rasa, aunque Vidal (1967) menciona que, según sus estudios de los perfiles edafológicos de la isla, la presencia de las aves se remonta aproximadamente al final del Pleistoceno o principios del reciente (hace menos de diez mil años), aunque aclara que son necesarios estudios más detallados. El primer reporte específico de Isla Rasa como zona de anidación de la golondrina marina elegante fue dado por Maillard en 1923.

Los huevos de aves marinas han sido colectados para alimento en las colonias reproductoras de la Región de las Grandes Islas desde la llegada del hombre a la zona.

Estas colectas causaron, durante los años cincuentas, una disminución de la población de la golondrina marina elegante, entre otras especies (Walker 1965; Bahre 1983; Anderson, Beebe y Velarde 1985).

En 1964, Isla Rasa fue declarada, por decreto presidencial, "Zona de reserva y refugio de aves migratorias y de la fauna silvestre" (D.O.F. 30/05/1964). Poco después de que se dió protección a esta isla, las poblaciones de la golondrina marina elegante y la gaviota ploma comenzaron a recobrase, aunque aún existe la amenaza de perturbación humana (Anderson y Keith 1980). De 1971 a 1975 hubo algunas temporadas reproductivas con excelente productividad, aunque éstas se combinaron con años de poca productividad debida a causas naturales (Anderson, Mendoza y Keith 1976).

A pesar de esto, actualmente la perturbación humana directa o indirecta (que en la mayoría de los casos pasa inadvertida o es causada por ignorancia, y que incluye visitas de pescadores, grupos de "turismo ecologico", etc.) ha causado baja productividad en varias especies de aves marinas, incluyendo a la golondrina marina elegante (Anderson, Mendoza y Keith 1976; Anderson y Keith 1980; Bahre 1983; Jehl 1984; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990).

A partir de 1985 se iniciaron los estudios para determinar la dieta de esta especie (Tordesillas y Velarde 1987; Velarde y Arriola 1989; Tordesillas 1992), así como para conocer aspectos básicos de su biología reproductiva y ecología (Tobón y Velarde 1987; este trabajo), lo cual incluye anillado de polluelos. En 1989 da inicio un estudio de la gaviota ploma y la golondrina marina elegante como agentes de muestreo de las poblaciones de peces de importancia comercial (Velarde 1990).

### **II.4.- Historia natural.**

#### *A) Biología reproductiva de la subfamilia Sterninae.*

Las especies de esta subfamilia están adaptadas a muchos hábitat marinos y se encuentran a lo largo de las costas continentales, en islas oceánicas o mar adentro en todas latitudes (Harrison 1984).

La mayoría de las especies de esta subfamilia se reproducen en colonias, muchas de las cuales están situadas en lugares planos, arenosos o rocosos cerca del mar, donde las temperaturas ambientales son altas (Harrison 1984). Estos sitios ofrecen varias ventajas para las aves; la mayor parte de las especies anidan en islas donde los depredadores terrestres no existen o son muy escasos (Harrison 1984; Buckley y Buckley 1972a); por otro lado, al anidar en colonias, el riesgo para los individuos y sus crías se reduce si hay un gran número de presas potenciales (Hamilton 1971; Furness y Monahan 1987). Los depredadores son principalmente gaviotas, fragatas, ratas, gatos, perros y humanos (Ashmole 1963a; Buckley y Buckley 1972a; Anderson y Keith 1980; Harrison 1984; Burger y Gochfeld 1990; Nisbet 1990; Nettleship 1991).

En algunas colonias de la golondrina marina San Vicente (*Sterna sandvicensis*) los individuos anidan en un sólo grupo grande o en varios grupos pequeños o subcolonias; estas subcolonias pueden ser una adaptación contra depredadores terrestres, aunque otros factores como la perturbación humana o el clima pueden contribuir a su formación (Smith 1975). Comparaciones de varias especies de este género sugieren que muchas de las diferencias en sus hábitos de anidación pueden ser atribuidos, directa o indirectamente, a diferencias en los métodos para evitar la depredación (Cullen 1960; Burger 1984), aunque otros factores pueden intervenir, como la competencia interespecífica por los sitios de anidación (Maxwell y Smith 1983; Hounde 1983). La presencia de la colonia también sirve como un aviso de la existencia de un hábitat adecuado, una característica importante para las aves jóvenes que anidan por primera vez (Ashmole 1963a; Harrison 1984).

Las especies de la subfamilia Sterninae son generalmente pelágicas y tienen diferentes hábitos alimenticios, donde el pescado es el componente principal; dentro de su dieta también se puede encontrar el calamar (en las especies pelágicas), cangrejos, camarones, estomatópodos e insectos (Harrison 1984).

Muchas aves de este género se alimentan en grupos y se atraen visualmente unos a otros cuando están alimentándose, por lo que la colonia puede servir como "centro de información" ya que las aves se pueden utilizar unas a otras para localizar a sus presas en el área (Ward y Zahavi 1973; Erwin 1978; Harrison 1984; pero ver también Anderson et al. 1981; Bayer 1982; Wittenberger y Hunt 1985; Furness y Monahan 1987).

Otro aspecto importante relacionado con el alimento es la experiencia para obtenerlo, que depende de la edad del individuo y que hace que las aves jóvenes tengan menor éxito reproductivo que las más viejas o las que comienzan a anidar a mayor edad (Hunt 1980; Ryder 1980; Furness y Monahan 1987; Burger 1988; Nelson 1988).

Muchas especies realizan largas migraciones, como la golondrina marina ártica (*S. paradisaea*) que anida en el Ártico y pasa la primavera en el sur del Antártico, realizando un recorrido anual de aproximadamente 35 mil km (Harrison 1983; Harrison 1984).

La adherencia de grupo (tendencia del individuo a anidar en años sucesivos entre los mismos vecinos con los que está familiarizado socialmente) y la tenacidad de sitio de anidación (tendencia a anidar en años sucesivos en o cerca de los sitios con los que el individuo está familiarizado físicamente) son características de muchas especies de la subfamilia; la tenacidad de sitio se incrementa con la edad del ave y es alta en hábitat estables; para especies que anidan en lugares inestables (áreas que cambian su conformación o disponibilidad año con año) la tenacidad de sitio se reduce pero la adherencia de grupo aumenta, lo que les permite colonizar áreas nuevas (McNicholl 1975; Burger 1984; Harrison 1984).

La formación de pareja se lleva a cabo generalmente en la colonia (Cullen 1960) y los nidos se ubican en varios tipos de sustratos: desde horquillas en las ramas de los árboles, sin la formación de un nido propiamente dicho, en la golondrina marina blanca (*Gygis alba*), pasando por dunas de arena y rocas con un nido rudimentario en la mayoría de las especies, hasta nidos más elaborados sobre vegetación acuática en *Chlidonias sp.* (Harrison 1983; Harrison 1984; A.O.U. 1983). Algunas características de estos sitios, como son una buena exposición al sol y una buena visibilidad, entre otros, parecen ser requisitos importantes para el establecimiento del nido (Buckley y Buckley 1972a; McIntyre 1983; Gochfeld 1983).

Las aves de este género ponen por lo general entre uno y cuatro huevos (Ashmole 1963a; Kirven 1969; Buckley y Buckley 1972a; Schaffner 1982; Harrison 1984). Las aves que anidan más hacia los polos (cerca de las zonas frías) tienen nidadas mayores que las que anidan en los trópicos, que por lo general ponen un solo huevo (Harrison 1984; pero ver también Ashmole 1963b). Estas observaciones concuerdan con la teoría de que el tamaño de nidada tiende a incrementarse con la latitud, al mismo tiempo que las condiciones ambientales son menos estables (Cody 1966).

El tamaño de nidada de un huevo es seleccionado en colonias típicamente grandes y densas, que anidan en islas y que potencialmente pueden causar escasez del suministro de alimentos en aguas adyacentes, por lo que se hace difícil para estas aves criar nidadas grandes (Ashmole 1963b).

Los dos miembros de la pareja cuidan del huevo, que es críptico y puede pasar inadvertido ante los depredadores. El período de incubación varía de 12 días en la golondrina marina negra (*Chlidonias niger*) a 36 en la golondrina marina blanca (*Gygis alba*), con un promedio de tres semanas para la mayoría de las especies (Harrison 1984). El crecimiento del polluelo depende de la frecuencia de alimentación, la cual a su vez depende de las condiciones de alimentación locales, de la experiencia de los padres para encontrar alimento, de la calidad del mismo, de la distancia que tienen que recorrer para conseguirlo y del clima (Ashmole 1963b; Hulsman y Smith 1988; Safina y Burger 1988). Por esto la variación del tiempo de prevuelo (fledging) es grande entre las especies de esta familia.

En la golondrina marina oscura (*Sterna fuscata*) el período de desarrollo del polluelo es largo, pero el ritmo de crecimiento es flexible: la cría puede sobrevivir períodos largos con muy poco alimento pero su crecimiento es relativamente rápido cuando recibe más alimento (Ashmole, 1963a).

Existe un período de tiempo durante el cual los jóvenes dependen de y son alimentados por sus padres, aún cuando ya se encuentran muy lejos de la colonia reproductora (Buckley y Buckley 1972a). Ashmole y Tovar (1968) indican que, debido a los métodos especializados de alimentación, las crías requieren mucho tiempo para desarrollarse y hacerse independientes de sus padres.

La golondrina marina elegante arriba a los sitios de anidación a principios de abril (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984; obs. pers.). El ciclo reproductivo comienza inmediatamente después del equinoccio de primavera, que es considerado el período donde las condiciones climáticas son óptimas para las especies que anidan en climas templados (Miller 1960).

La formación de la pareja y el cortejo en esta especie por lo general ocurren fuera de la zona de anidación (Kirven 1969; Schaffner 1982). Se han observado congregaciones de aves, formadas aproximadamente dos semanas antes de la puesta, que copulan y cortejan fuera de la zona de anidación (Evans y Willis 1968 en: Kirven 1969; Schaffner 1982).

Según Kirven (1969), la concentración de individuos de la golondrina marina elegante en áreas no reproductivas puede prepararlos para explotar, de forma oportunista, sitios favorables para la anidación en compañía de otras especies de la familia Laridae, sin la perturbación posterior por parte de éstas o la exposición prolongada, antes de anidar, a interacciones territoriales interespecíficas.

En Isla Rasa esta especie anida mezclada con la golondrina marina real y con la gaviota ploma (Vidal 1967; Tobón y Velarde 1987; Velarde 1989). En la colonia de San Diego, en California, aunque el comienzo de la puesta en cada subcolonia fue diferente, en la mayoría de los casos se produjo pocos días después del inicio de la puesta de la golondrina marina cáspica en las mismas localidades, lo que sugiere que la golondrina marina elegante es atraída por las concentraciones de la otra especie (Kirven 1969).

La golondrina marina elegante anida en terrenos planos en islas, con excepción de la colonia de San Diego, en California, donde anidan en los diques que separan los tanques de evaporación de una salina (Kirven 1969; Schaffner 1982). La simplicidad en el nido de esta especie probablemente refleja su dependencia de la sincronización para anidar, lo que reduce tiempo y energía en su elaboración. Esto es claramente ventajoso para especies que dependen de su habilidad para ganar espacios en las colonias de aves más grandes y agresivas, que representan una amenaza constante de conflictos territoriales y depredación

de huevos; ante esta situación una buena sincronía reduce el tiempo total que los adultos y los huevos están expuestos e influye para que mayor cantidad de adultos se agrupen para defenderse de los depredadores (Kirven 1969).

La densidad de nidificación de la golondrina marina elegante es de aproximadamente diez nidos por metro cuadrado (Schaffner 1982; obs. pers.); este espaciamiento al parecer no resulta de ningún tipo de comportamiento territorial ya que esta especie no es agresiva con sus conespecíficos (Schaffner 1982).

Esta especie pone por lo general un huevo, ocasionalmente dos (Kirven 1969; Schaffner 1982; Harrison 1984); el promedio del tamaño de nidada para la colonia de San Diego en 1966 fue de 1.4 huevos, con un rango de uno a dos huevos (Kirven 1969); para 1980 y 1981 fue de 1.02 huevos por nido con el mismo rango (Schaffner 1982).

La producción de huevos es rápida en la golondrina marina elegante: en 1966, en la colonia de San Diego, el 85.7% del total fueron puestos a los 14 días del inicio de puesta (Kirven 1966). El período de incubación es relativamente largo (23 a 27 días en promedio) comparado con el tamaño del huevo (37 a 55.5 mm), lo que sugiere un estado más avanzado de desarrollo cuando el polluelo eclosiona; esto es reforzado por el hecho de que las crías de esta especie son capaces de caminar desde los dos días de nacidos (Kirven 1969; Schaffner 1982).

El crecimiento de la cría es rápido, desde 28.5 g un día después de que nace hasta 206 g (80.2% del peso del adulto) en sólo 20 días (Kirven 1969). Son ambulatorios desde los tres o cuatro días de nacidos; edad a la que son capaces de viajar grandes distancias desde sus nidos, escoltados por sus padres (Kirven 1969; Schaffner 1982).

Los polluelos de la golondrina marina elegante comienzan a volar aproximadamente entre los 30 y 35 días de nacidos, aunque es posible que sean capaces de volar antes (Kirven 1969; Schaffner 1982). Para la colonia de San Diego el éxito en la producción de polluelos hasta la etapa de prevuelo (fledging success) (pollos volando/huevos puestos) fue de 69.3%, con una variación de 43.8 a 100% en las subcolonias en 1966 (Kirven 1969); para 1980 fue de 77.9% (Schaffner 1982). En 1966 el rango de crías que volaron fue estimado de 0.79 polluelos por pareja reproductora (Kirven 1969); para 1980 fue de 0.97 y para 1981 de 0.96 (Schaffner 1982).

La mortalidad de los polluelos en la colonia de San Diego en 1966 fue baja (9%). La mayoría murió en los dos primeros días de nacidos (Kirven 1969). Para 1980 la mortalidad fue del 2.8% y para 1981 del 2.5% (Schaffner 1982). En la colonia de Isla Rasa no se han realizado estimaciones de la mortalidad de las crías.

B) *Guarderías en otras especies y en Sterna elegans.*

El término guardería (creché) se aplica en general a la agregación de polluelos durante el tiempo que éstos permanecen en la zona reproductiva (Flint 1984). Estas agrupaciones se observan en varias especies de aves, incluyendo algunas de pingüinos, patos, varias de golondrinas marinas, flamencos y otras aves acuáticas (ver Davis 1982 para una lista detallada de especies de pingüinos; ver Flint 1984 para una lista detallada general). Las conductas que se observan en éstas agrupaciones varían según la especie (Smith 1975; Flint 1984) pero todas involucran algún tipo de comportamiento gregario en polluelos no emparentados de especies de aves coloniales (Flint 1984).

Para el pingüino de Adelle, una guardería se define como una agregación de polluelos en un área geográfica restringida de una colonia (Davis 1982). Este autor demostró que la formación de las guarderías está asociada con el número de adultos presentes en la colonia. Una disminución en el número relativo de adultos se correlaciona con la formación de guarderías; por el contrario, cuando la cantidad de adultos es relativamente grande, las guarderías no se forman (Davis 1982; Yeates 1975).

En el pato común, una guardería se define como un grupo con cierto número de hembras adultas y crías, de las cuales dos o más no están relacionadas parentalmente (Murno 1975). Las guarderías resultan del encuentro entre dos o más "familias" inmediatamente después de la salida del nido y durante el período de cuidado del pollo (aproxiamadamente diez semanas). Se encontró que la organización de estos grupos está basada en los rangos jerárquicos de las hembras involucradas (Murno y Bédard 1977b). De acuerdo con Gorman y Milne (1972) las guarderías en el pato común constituyen un ejemplo de un sistema de cooperación en el cual el cuidado del polluelo es relegado a las hembras recién arribadas a la colonia para dejar libres a las que arribaron primero para moverse hacia los sitios de alimentación.

En el gran flamenco (Phoenicopterus ruber) que anida en una colonia de Kenia, los polluelos, 10 a 12 días después de eclosionar, dejan el nido y se reúnen con otros formando grandes grupos. Los adultos que permanecen con los polluelos actúan como "niñeras"; a diferencia de otros adultos de la colonia, que vuelan cuando alguien se acerca, éstos nadan con los polluelos y cuando el peligro ha pasado "llaman" a las crías y regresan a los sitios de anidación. Es evidente que el hábito de dejar grandes grupos de polluelos al cuidado de pocos adultos da la posibilidad de que otros se alimenten por períodos más largos (Brown 1958).

En el pingüino rey (*Aptenodytes patagonica*) (Stonehouse 1960), el pelicano blanco (*Pelecanus erythrorhynchos*) (Schaller 1964) y el gran pelicano blanco (*P. onocrotalus*) (Brown y Urban 1969) las guarderías tienen la función de protección contra depredadores o de termoregulación (Murno y Bédard 1977b).

Las guarderías parecen beneficiar a las crías; disminuyen la efectividad de la depredación al reducir el perímetro de exposición a los depredadores y/o disminuyen el riesgo para cada individuo (Hamilton 1971) y aceleran la detección de los depredadores. La tasa de depredación en el pato común actúa como un factor próximo para la formación de estas agrupaciones: las guarderías muy densas se pueden formar con una frecuencia hasta 20 veces mayor cuando hay depredación que cuando ésta no se presenta. Murno y Bédard (1977a) observaron que las guarderías grandes sufrieron más ataques que las chicas, pero tuvieron mucho mayor sobrevivencia de crías, al menos cuando eran atacadas por un sólo depredador.

Una posible ventaja de las guarderías en la golondrina marina oscura es que éstas sirven como agrupaciones antidepredador al aumentar las posibilidades de escape de los individuos (Flint 1984). Las guarderías con polluelos de dos a cuatro semanas se formaron en respuesta a la depredación de la gran fragata (*Fregata minor*); los polluelos dejaron de formar guarderías en cuanto pasaron la edad de vulnerabilidad a la depredación de las fragatas (cinco semanas) (Flint 1984).

Según Schaffner (1982) hay poca evidencia de depredación natural significativa en polluelos del género *Sterna*, por lo que la principal función de las guarderías puede no ser la de formaciones antidepredador. Indudablemente estas agrupaciones hacen a las crías más vulnerables a depredadores terrestres que puedan entrar en la colonia debido a que los polluelos son muy conspicuos cuando están agrupados. Las guarderías proveen una forma conveniente de cuidado de los polluelos que permite a los padres buscar alimento y localizar a su cría con mayor facilidad.

En términos generales, la formación de guarderías puede ser una estrategia altamente eficiente para proteger a los polluelos contra la depredación, al mismo tiempo que minimiza el tiempo que los padres utilizan para cuidar a su cría de los depredadores, lo que les permite tener más tiempo para buscar alimento necesario para sus crías (Buckley y Buckley 1972a).

Se puede asumir que un clima desfavorable puede precipitar la formación de las guarderías. Las agrupaciones compactas, con una gran cantidad de contacto entre pollos (el cual reduce las superficies de convección individuales a una sola superficie colectiva), pueden reducir la pérdida de calor y por lo tanto tener un papel de termoregulación en climas fríos (Davis 1982). Aunque un clima desventajoso puede resultar en la formación de las guarderías, no todas las conductas que se presentan en las guarderías son el resultado del clima desfavorable.

La formación de guarderías en la golondrina marina oscura, cuando los polluelos ya no tienen problemas de depredación (cinco semanas), puede ser explicada por la necesidad de las crías de responder al incremento de temperaturas ambientales moviéndose en grupo hacia áreas sombreadas para evitar sobrecalentamiento (Flint 1984).

Aunque muchas especies de golondrinas marinas mantienen territorios después de que nace el polluelo, en especies como la real, la oscura y la elegante las crías se reúnen después de algunos días de nacidos en grupos llamados "crechés" o guarderías. En la golondrina marina oscura, los polluelos con una edad de dos a cuatro semanas permanecen en el nido por la noche, pero pueden moverse hacia la vegetación o reunirse en guarderías de 20 a 200 polluelos durante las horas del día, alrededor de rocas o vegetación (Flint 1984).

Según Buckley y Buckley (1970), en su estudio de la golondrina marina real, algunas de las posibles ventajas adaptativas de las guarderías son: 1) hace posible que la tendencia del polluelo a alejarse del nido se cumpla; 2) aumenta la velocidad con la que un padre localiza a su cría; 3) aumenta el tiempo para buscar alimento; 4) una guardería alarmada se compacta y se mueve rápidamente, lo que hace de ella un blanco que los adultos pueden guiar con mayor facilidad lejos de los depredadores; y 5) da ventaja a cada uno de los miembros de la guardería por encontrarse en un grupo compacto y que se mueve rápidamente cuando enfrentan algún depredador.

En la golondrina marina real puede haber dos tipos de guarderías, la "relajada" o poco densa y la "alarmada" o muy densa (Buckley y Buckley 1972a). Una guardería "relajada" esta formada por polluelos que han salido de su nido en forma permanente, los adultos y las crías están más o menos separados unos de otros; el grado de dispersión depende del tamaño de la isla, cercanía al agua y el tamaño del área donde se encuentran. En una guardería "alarmada" los adultos vuelan, los polluelos se juntan hasta estar en contacto unos con otros en grupos muy compactos, que se mueven como una unidad alejándose de la causa del disturbio. Si un intruso humano persigue a una guardería, ésta permanece unida hasta que el intruso le da alcance; entonces, repentinamente, se dispersan en todas direcciones al mismo tiempo, para volver a reunirse a poca distancia; esta es una estrategia muy efectiva contra los depredadores terrestres (Buckley y Buckley 1972a).

Al parecer los adultos no guían a la guardería en la golondrina marina real, más bien parece que la siguen, especialmente si tienen que alimentar a su cría; en tal caso los adultos vuelan alrededor de la guardería llamando con fuerza; algunas veces aterrizan y siguen llamando hasta que los polluelos son localizados, identificados y alimentados (Buckley y Buckley 1972a; 1972b).

Dentro de las guarderías de la golondrina marina real, un polluelo es diferenciado de otros por sus vocalizaciones; el padre identifica a su cría y ésta identifica y responde al padre. La cría en la guardería es atraída primero por las vocalizaciones de su padre, por lo que se acerca al sonido; el padre puede reconocer entonces al polluelo por su vocalización

y después visualmente antes de alimentarlo. Este es un triple mecanismo que asegura que cada pareja alimente sólo a su propio polluelo usando la gran variación de voz y color del plumaje de las crías, que es una característica de esta especie (Buckley y Buckley 1970; 1972a; 1972b).

La variación en el plumaje de la golondrina marina real refuerza las diferencias en las vocalizaciones para el reconocimiento individual, aún durante el cuidado paterno después de que los polluelos comienzan a volar. Este prolongado período para aprender las voces de sus padres puede preparar a la golondrina marina real para identificar a su pareja dentro de la colonia y su experiencia como miembro de la guardería puede estimularla a anidar a las densidades excepcionales, características de esta especie (Buckley y Buckley 1970).

Las guarderías pueden funcionar como un sistema de retroalimentación positiva, ya que constituyen una forma de entrenamiento y un mecanismo de reforzamiento de las tendencias gregarias que son valiosas para alimentarse en grupo, para seleccionar pareja y para establecerse en la colonia (Schaffner 1982).

La formación de guarderías parece ser obligada en la golondrina marina real y se presenta en otras especies del género *Sterna*, como la golondrina marina caspia y la golondrina marina San Vicente, donde podría ser facultativo (Smith 1975; Flint 1984; Buckley y Buckley 1972a). Este comportamiento ha sido observado en la golondrina marina elegante, aunque no se ha reportado si es facultativo u obligado (Willis en: Buckley y Buckley 1972a).

En una colonia donde anidan la golondrina marina real y la golondrina marina San Vicente, las crías de ambas especies forman una guardería común en donde, debido a que los polluelos exhiben coloración similar, es difícil reconocer a las crías de cada especie (Buckley y Buckley 1972a). Esto también se observa en Isla Rasa, donde los polluelos de la golondrina marina real y elegante forman guarderías comunes donde es difícil reconocer a los individuos de cada especie (obs. pers.)

La tendencia de los polluelos de la golondrina marina elegante de dejar el nido en cuanto es posible y de congregarse en guarderías escoltados por adultos, puede ser una respuesta a anidar en asociación con especies más grandes y más agresivas (Kirven 1969). Esta situación ha sido observada en todas las colonias de esta especie (Bancroft 1927; Walker 1965; Kirven 1969; Evans 1973; Schaffner 1982). La ventaja obvia del abandono del nido es evitar una exposición prolongada a las interacciones interespecíficas y a la depredación de los polluelos; la incidencia aparentemente baja de depredación terrestre sugiere que no hay desventaja en la formación de las guarderías (Kirven 1969).

En Isla Rasa la presencia de miles de aves incubando en algunas subcolonias y la ocurrencia de las guarderías con polluelos de aproximadamente la misma edad (de una a tres semanas) indican una sincronía en la puesta de grandes segmentos de la población (Kirven 1969; Schaffner 1982).

C) *Cleptoparasitismo y depredación en otras especies y en Sterna elegans.*

*El cleptoparasitismo es una forma parasítica de alimentación -robar el alimento de otras aves- y se observa en varias familias de aves marinas (Fregatidae, Stercorariidae, Laridae) cuyos miembros son generalmente excelentes voladores que con frecuencia tienen adaptaciones estructurales y conductuales a su forma de alimentación (Buckley y Buckley 1980). Muchas de las especies que practican el cleptoparasitismo también son depredadores de huevos o polluelos, incluyendo conespecíficos e incluso de aves adultas más pequeñas (Buckley y Buckley 1980).*

Este comportamiento se presenta en grandes colonias mixtas de aves marinas (Furness y Monahan 1987); el cleptoparasitismo entre las aves en general parece estar asociado con la disponibilidad de hospederos potenciales que se alimentan de peces grandes y atractivos, aunado a períodos de falta de alimento (Brockman y Barnard 1979). En un examen del patrón de cleptoparasitismo en la comunidad de aves marinas de la Corriente de Humbolt, se encontró que los parásitos tienden a robar a especies de aves que toman su alimento a mayor profundidad, apoyando la hipótesis de que los parásitos atacan a aves con más capacidad de acceso a las presas que ellos (Duffy 1980).

Muchas variables parecen afectar la frecuencia y éxito del cleptoparasitismo: 1) el número de víctimas potenciales y parásitos en la colonia; 2) el tamaño relativo del parásito con relación a su víctima; 3) la interferencia de conespecíficos; 4) el número de individuos que persiguen a la víctima y la duración de la persecución; 5) la reacción de la víctima ante el pirata; 6) el método usado por el pirata para robar el alimento; 7) el tamaño del alimento; y 8) las condiciones climáticas (Hulsman 1976, 1984); a continuación se darán ejemplos de algunas de estas variables.

Se ha encontrado que el éxito en el robo del alimento en la escúa (Catharacta maccormicki) depende, en general, de la velocidad con que la víctima reacciona, del peso (entre más pesada la víctima es más factible robarle el alimento) y la cantidad de individuos que participan tratando de robar (el éxito es proporcional con el número) (Nelson 1980).

La gaviota reidora (*Larus atricilla*), que parasita a las golondrinas marinas, tiene más éxito al robar si se reúne en grupos grandes de gaviotas que en grupos pequeños, ya que si una de ellas se une al grupo después de que otra comenzó la persecución, tiene más posibilidades de éxito que si empieza por su cuenta (Nelson 1980). Conforme el tamaño de grupo aumenta, la probabilidad de éxito de alguna gaviota en particular baja progresivamente, aunque la probabilidad de éxito del grupo se incrementa; esto sugiere que puede ser menor el gasto de energía al unirse a grupos pequeños que al actuar solo (Hatch 1970).

La relación entre el resultado del intento de robo y el método de robo usado varía con la forma de la presa; el éxito de robo también es afectado por la habilidad de la víctima, sus métodos de evasión y la velocidad con que reacciona ante las gaviotas (Hulsman 1984). Dunn (1973) encontró que el éxito de robo de la golondrina marina rosada (*Sterna dougallii*) disminuye con el incremento de la longitud del pescado; sugiere que las golondrinas marinas que transportan peces grandes están más atentos al intento de robo y están mejor preparados para evadir a los parásitos. Aparentemente la gaviota plateada (*Larus novaehollandiae*) responde a ciertas características relacionadas con el tamaño del pescado cuando tratan de robarlo a una golondrina marina; la forma del pez es importante ya que afecta su tamaño aparente y la gaviota puede seleccionar a la víctima con base en las dimensiones del pescado que transporta (Hulsman 1984).

Un pescado pequeño es más fácil de transportar, atrae con menor frecuencia a los parásitos y es tragado con mayor rapidez por el polluelo, pero una golondrina marina que alimenta a su cría con estos peces tiene que hacer más viajes para proveerlo con la misma cantidad de alimento, por lo que el tamaño intermedio de presa podría maximizar la razón de eficiencia (cantidad de alimento/costo paterno) (Hopkins y Wiley 1972). La mejor estrategia de la golondrina marina es hacer la menor cantidad posible de viajes para capturar alimento, reduciendo así la cantidad de tiempo y energía gastada en ir y venir a la colonia; para conseguir esto debe capturar presas que den la mayor energía posible a su cría, pero si esta presa puede ser robada más fácilmente que las de tamaño menor, entonces la golondrina marina debe aprender, por medio de ensayo y error, cual presa es la más adecuada para ella y para su polluelo cuando la presión de robo de alimento es alta (Hulsman 1984).

En el noreste de Escocia la gaviota encapuchada europea (*Larus ridibundus*) roba comida de la golondrina marina San Vicente (*Sterna sandvicensis*) que anida junto con ella. Aunque el robo no afecta a la golondrina marina durante la incubación y los primeros días de vida del polluelo, puede reducir el incremento de peso de los polluelos y tal vez su sobrevivencia (Fuchs 1977; Nelson 1980). El robo de alimento por parte de la gaviota reidora probablemente tiene poco efecto en la colonia de la golondrina marina debido al bajo número de gaviotas; pero cuando las condiciones de forrajeo son malas, la pérdida de una sola alimentación puede ser crítica para la cría de la víctima (Hatch 1970; Fuchs 1977).

Las gaviotas plateadas trataron de robar en la guarderías de golondrinas marinas con más frecuencia durante las mareas altas, lo cual se puede atribuir a la concentración de polluelos causada por el aumento de la marea (Hulsman 1976). Estas gaviotas son un serio problema para las golondrinas marinas durante la época reproductiva; la proporción de peces robados fue de 9.1% en las guarderías, 6.5% en vuelo a la colonia y 12.5% en las zonas de forrajeo (Hulsman 1976).

Algunas golondrinas marinas son tanto parásitos como víctimas; algunas golondrinas marinas rosadas, que actúan solas, patrullan sobre varias especies de golondrinas marinas que llegan a la colonia y entonces se arrojan por sorpresa sobre la víctima (en la misma forma en que lo hacen para pescar) y tratan de arrebatarle el pescado del pico (Nelson 1980). Este comportamiento se ha observado en la colonia de la golondrina marina elegante en Isla Rasa, aunque no ha sido cuantificado (obs. pers.). Según las observaciones hechas en One Tree Island, las golondrinas marinas generalmente fueron poco exitosas cuando trataron de robar a miembros de su propia especie (Hulsman 1976).

Muchos cleptoparásitos son también depredadores; las escúas, que son cleptoparásitos, también son buenas depredadoras: atacan algunas aves adultas, incluyendo otras escúas, frailecillos y polluelos de algunas gaviotas. Las fragatas son también depredadoras importantes en algunas colonias de aves marinas, depredan crías de golondrina marina oscura, pardelas, bobos, etc., la fragata magnífica (*Fregata magnificens*) en particular toma huevos y polluelos; las gaviotas también son depredadoras de frailecillos, golondrinas marinas, pardelas, petreles e incluso de otras gaviotas (Nelson 1980). En Isla Rasa se ha observado que la gaviota ploma depreda los huevos y los polluelos de las golondrina marinas elegante y real, aunque esto no ha sido cuantificado (Kirven 1969; obs. pers.).

En el caso de depredadores que pueden tomar sólo una presa a la vez, el riesgo para los individuos o sus crías de ser víctimas de un ataque se reduce si están presentes gran número de presas potenciales (Hamilton 1971; Furness y Monahan 1987). El riesgo para las crías también se reduce si la anidación es sincrónica. Una desventaja de anidar en colonias es que éstas son muy conspicuas y fáciles de localizar para los depredadores (Furness y Monahan 1987).

El aislamiento en que se encuentran las salinas donde se localiza la colonia de golondrina marina elegante en la bahía de San Diego, en California, hace que los depredadores terrestres estén casi totalmente ausentes; la golondrina marina caspia, que anida en el mismo sitio, es más agresiva y le da protección adicional de los depredadores, especialmente los aéreos (Schaffner 1982). En Isla Rasa, además de su inaccesibilidad, las golondrinas marinas elegante y real están rodeadas de la gaviota ploma, que puede alejar a depredadores importantes como la gaviota de patas amarillas (*Larus livens*) (Velarde com. pers.), pero la única protección que tiene la golondrina marina elegante contra la gaviota ploma, que le roba el alimento y depreda sus huevos y crías, es la anidación sincrónica y la

gran densidad de anidación (Schaffner 1982). El comportamiento de guarderías posiblemente dé alguna ventaja adicional contra los depredadores para polluelos cuyos padres se encuentran ausentes (Schaffner 1982).

Las aves alejan a sus depredadores aún cuando éstos no los están atacando. Las aves marinas que anidan en colonias pueden tener mayor capacidad para defender sus huevos y crías contra los depredadores por medio de una defensa de grupo (communal mobbing) (Furness y Monahan 1987). Este comportamiento ha sido definido como "una demostración hecha por el ave contra el depredador supuesto o potencial que pertenece a otra especie más grande y/o poderosa, es iniciado por algún miembro de la especie amenazada y no es una reacción a un ataque contra el individuo, pareja, nido, huevo o polluelo" (Hartley 1950 en: Altmann 1956).

Como muchas otras golondrinas marinas, la de Forster es muy agresiva con los depredadores potenciales de huevos, polluelos y/o adultos. Este comportamiento sugiere que la depredación en esta especie puede ser poco común y hay pocos registros de esto en la literatura (McNicholl 1982). La depredación de huevos de golondrina marina elegante por parte de la gaviota reidora y la gaviota encapuchada europea en la colonia de San Diego es baja y no se observó depredación sobre los polluelos (Schaffner 1982).

La colonia de la golondrina marina común en Monomoy, Massachusetts, estuvo sujeta a depredación por el búho cornudo (Bubo virginianus). Esta especie también sufrió gran pérdida de huevos por otras causas, incluyendo la ruptura y desaparición de los huevos, fallas al eclosionar, ataque de hormigas y depredación por parte de la garza nocturna (Nycticorax nycticorax) (Nisbet y Welton 1984). La depredación sobre la colonia de la golondrina marina de California (Sterna antillarum brawni) probablemente se debió a la garza azul (Egretta caerulea) y a dos especies de hormigas que penetraban en el huevo cuando los polluelos estaban rompiendo el cascarón y lo picaban hasta causarle la muerte (Palacios 1989).

En la golondrina marina San Vicente, que se caracteriza por su alto nivel de agresividad hacia los polluelos ajenos, la mortalidad de éstos fue causada en más de un 90% por los ataques de adultos de la misma especie (Gauzer 1981). La tendencia de las aves adultas a dejar lo más pronto posible la colonia cuando la situación es claramente desfavorable (conflictos constantes entre sus miembros) representa el principal factor de mortalidad de los polluelos (Gauzer 1981).

### III. AREA DE ESTUDIO

#### III.1. Localización.

Isla Rasa está localizada en la llamada Región de las Grandes Islas o Cinturón Insular, en la parte norte del Golfo de California, México (figura III.1). Se encuentra entre tres islas, seis kilómetros al noroeste de Salsipuedes, ocho kilómetros al sureste de Partida y 26 kilómetros al sur de Angel de la Guarda (Gastil *et al.* 1983); está a 60 kilómetros al sureste del poblado de Bahía de los Angeles, en la Península de Baja California, que es el puerto más cercano a la isla (Bourillón *et al.* 1988).

#### III.2. Aspectos geológicos del área.

El Golfo de California esta localizado en la región noroeste de México, entre los 18 y los 35 grados latitud norte. Es una cuenca marina alargada con una orientación noroeste-sureste, limitada por las costas de Sonora, Sinaloa, Nayarit y por la Península de Baja California; dentro del Golfo se encuentran aproximadamente 100 islas y otros tantos islotes (Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina 1987).

La región del Golfo de California es geológicamente reciente, se estima que tiene una edad aproximada de 4.5 millones de años. Si se considera la intensa actividad sísmica del Golfo, se puede asumir que su origen se debió a una serie de eventos geológicos que han ocurrido desde el Mesozoico Superior, hace 130 millones de años (Gastil *et al.* 1983).

El Golfo está dividido en cinco provincias que presentan características meteorológicas y fisiográficas distintas, las cuales coinciden con áreas de caracteres geológicos bien definidos (Bourillón *et al.* 1988). La Región de las Grandes Islas se encuentra dentro de la provincia del Golfo de California.

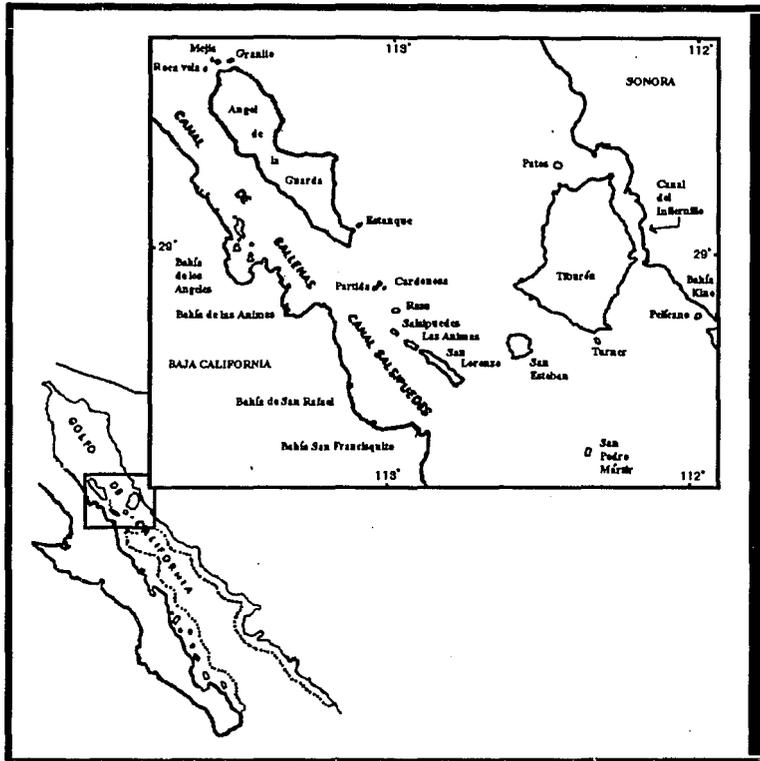


Figura III.1: Ubicación de Isla Rasa dentro de la Región de las Grandes Islas, en el Golfo de California (modificado de Case & Cody 1983).

Isla Rasa se originó probablemente debido a una erupción volcánica y la consecuente acumulación y deposición de materiales rocosos emitidos por la erupción (Gastil *et al.* 1983). La edad probable de esta isla data del Reciente (11 mil años o menos) y la roca principal que la constituye es basalto de la misma época (Gastil *et al.* 1983). La isla tiene un mayor contenido de Silíce que las islas vecinas; está constituida además por basalto y obsidiana (Phillips en: Vidal 1967). En la posterior transformación de la isla intervinieron,

además de la erosión y fenómenos tectónicos ligeros, la avifauna, ya que las deyecciones de las aves marinas actuaron sobre la roca basal y originaron el guano que se ha depositado en la isla (Vidal 1967).

### III.3. Clima.

El Golfo de California se ubica dentro de la región subtropical, por lo que presenta una marcada fluctuación de las condiciones climáticas durante el año, así como del día a la noche. Durante el invierno y parte de la primavera los vientos predominantes en el Golfo provienen del noroeste, estos vientos ocasionan fuertes descensos de la temperatura en la porción norte del Golfo. El resto del año los vientos predominantes son los del sureste, también llamados alfcios, los cuales son cálido-húmedos.

La distribución de masas de agua y de tierra dentro del Golfo originan que su parte norte, dentro de la cual se encuentra la Región de las Grandes Islas, presente temperaturas más extremas que las de la parte sur. La temperatura media anual en las costas del Golfo de California es de 24 grados centígrados (Bourillón *et al.* 1988).

En la región del Golfo hay una estación seca y otra lluviosa, la primera se prolonga desde octubre hasta finales de junio; las lluvias comienzan a finales de junio y continúan durante el verano hasta septiembre, aunque pueden no presentarse todos los años (Bourillón *et al.* 1988). La precipitación es mayor de agosto a octubre y pueden presentarse lluvias ligeras entre diciembre y marzo; la precipitación anual en la región tiene un rango de alrededor de 150 mm o menos, con una gran fluctuación interanual. Precipitaciones localizadas de un huracán o tormenta pueden, en ocasiones, acumular más de 150 mm en 24 horas, sin más lluvias por varios años (Maluf 1983).

La escasa precipitación en el Golfo se debe en buena parte a la localización geográfica y a la presencia de cordilleras con cimas de más de tres mil metros de altura a lo largo de la península, que lo aíslan y limitan. La humedad proveniente del Océano Pacífico es retenida por las laderas occidentales de las sierras de la península; esta barrera, junto con las extensas zonas áridas que rodean al Golfo, contribuyen a la producción de un clima más continental que oceánico (Maluf 1983).

Las condiciones climáticas y las corrientes marinas dan lugar a un fenómeno conocido como "surgencias", que son corrientes de aguas frías que provienen de profundas fosas marinas y que acarrear a la superficie gran cantidad de nutrientes, lo que da lugar a una gran productividad y hace que el Golfo de California, especialmente la Región de las Grandes Islas, sea un ecosistema altamente productivo (Maluf 1983; Bourillón *et al.* 1988).

Isla Rasa tiene un clima seco y caluroso; en la época reproductiva de las aves (de marzo a julio) generalmente no se presentan lluvias, salvo raras excepciones cuando caen lloviznas muy ligeras; también se presenta niebla con cierta frecuencia durante esta temporada, la cual en ocasiones es muy espesa (obs. pers.).

#### III.4. Descripción del área.

Isla Rasa tiene una longitud de 1 200 m de largo en su eje este-oeste y 804 m de ancho (figura III.2); tiene una superficie total de 0.6 km cuadrados (Gastil *et al.* 1983; Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina 1987). Sus costas están formadas por playas rocosas y acantilados; de éstos, los más altos se encuentran en la parte este y sur de la isla (Bourillón *et al.* 1988). Al noroeste hay tres lagunas formadas por el aporte de agua marina; la mayor de éstas tiene un canal que la comunica directamente con el mar. Durante la pleamar el agua llena la laguna (con las mareas más altas hay lugares con hasta dos metros de profundidad) y luego, con la bajamar, se vacía totalmente. Las otras dos lagunas son menos variables y por lo general persisten a través de las fluctuaciones de mareas (Vidal 1967).

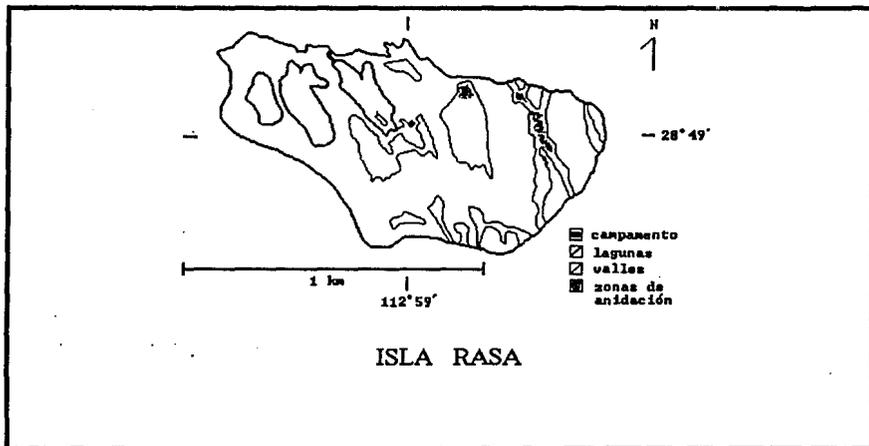


Figura III.2.- Isla Rasa; se muestran los valles y las zonas de anidación que usó la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.

Existen porciones de terreno en forma de valles que están cubiertos de guano, cuya extensión varía de los que tienen unos cuantos metros cuadrados hasta aquellos de cerca de dos hectáreas (Vidal 1967). En los dos valles más grandes, situados en la parte noreste de la isla, es donde en los últimos años se han ubicado las colonias de la golondrina marina elegante (figuras III.3 y III.4).

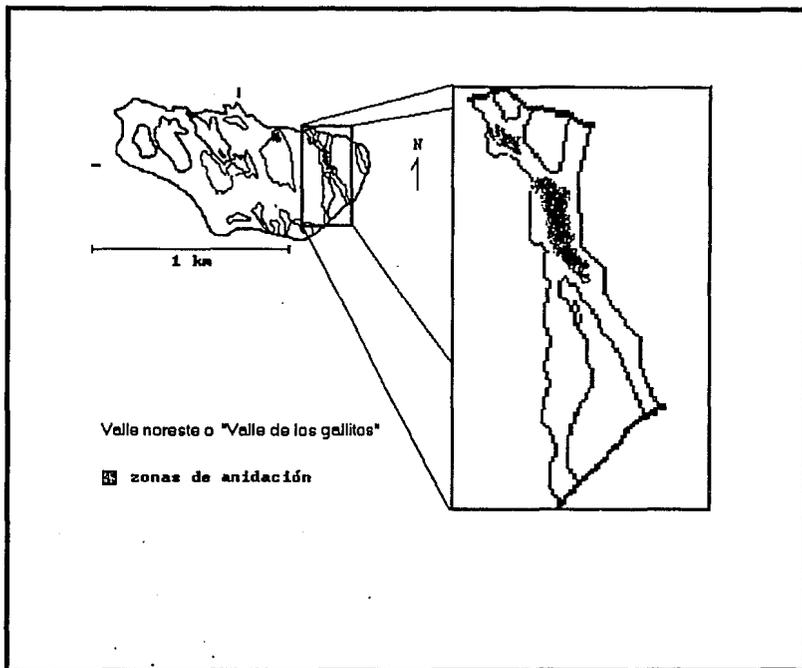


Figura III.3.- Valle noreste de Isla Rasa ("Valle de los gallitos"); se muestran los valles y las zonas de anidación que usó la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.

No hay grandes elevaciones de terreno, aunque éste es muy irregular y abrupto; en los alrededores de los valles y las lagunas se elevan colinas y pequeños cerros, el más alto de ellos con una elevación de 30 msnm (Vidal 1967; Velarde 1989). El suelo esta constituido, además de rocas, de guano, el cual cubre gran parte de la isla, en especial los valles. No se puede encontrar agua dulce en la superficie de la isla.

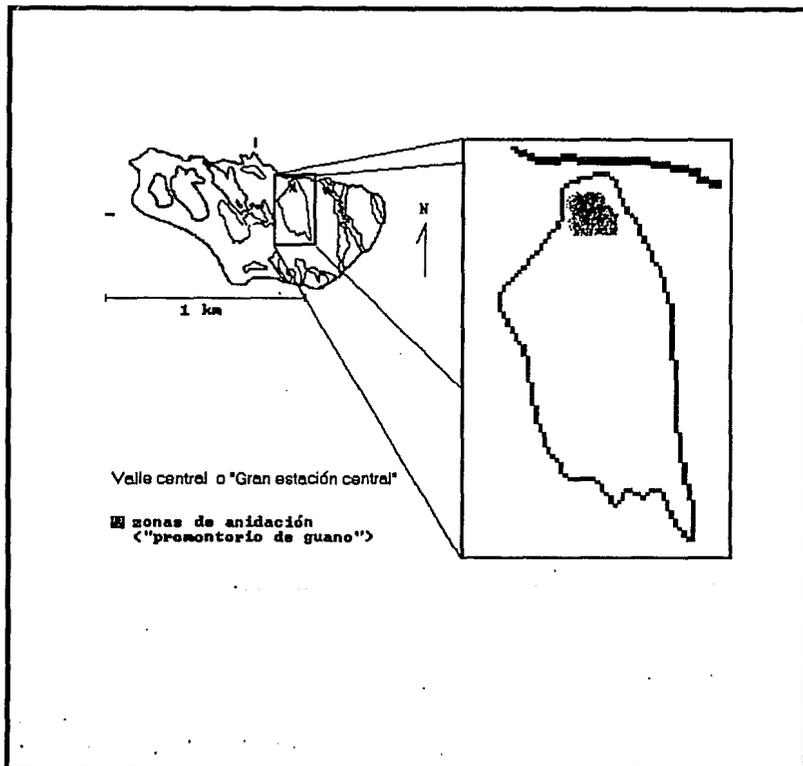


Figura III.4.- Valle central de Isla Rasa ("Gran Estación Central"). Se muestran los valles y las zonas de anidación que usó la golondrina marina elegante para anidar en 1986 y 1987.

### III.5. Flora y fauna de la Isla.

La isla esta desprovista en gran parte de vegetación; en las colinas y en los cerros hay manchones de choyas (Opuntia cholla y O. bigelovii), pocos cardones (Pachocereus pringleyi) (algunos de los cuales alcanzan tres metros de altura aproximadamente), pitahayas agrias (Macharocereus gumosus) y chamizos (Atriplex barclayana). En las orillas de las lagunas se encuentran asociaciones de halófitas (Sessuvium verrucosum, Abronia maritima, Heliotropium curassavicum y Salicornia pacifica) (Vidal 1967; Cody *et al.* 1983; Bourillón *et al.* 1988; Velarde 1989).

Otras especies reportadas son líquenes (Placodium spp), otras halófitas (Suaeda spp) y el "garambullo" (Lophocereus schottii) (Vidal 1967; Velarde 1989). Case *et al.* (1983) reportan especies de plantas para esta isla que representan a las familias: Cactaceae, Aizoaceae, Batidae, Chenopodiaceae, Convolvulaceae, Fouquieriaceae (no vista recientemente), Solanaceae y Gramineae.

En la isla hay invertebrados terrestres como son arañas de la familia Clumbionidae; también se han encontrado arañas de la familia Dytinidae, estas últimas en costras endurecidas de guano donde construyen sus guaridas (Vidal 1967); también se encuentran garrapatas (Ornitodoros thalaje), derméstidos (Dermestes vulpinus) y hormigas (Vidal 1967). Hay en la isla insectos diversos como "jejenes" (Culicoides sp.), moscas (Orden Diptera) y unos dípteros (Paraleucopis mexicana) (Smith 1981), cuyo nombre común es el de "bobitos" (Vidal 1967). También visitan la isla las libélulas (Orden Odonata), que probablemente provienen de la península (Bourillón *et al.* 1988).

En la isla sólo se pueden encontrar dos especies de reptiles: el "geco" (Phyllodactylus tinklei) que es endémico de la isla y una lagartija introducida (Uta stansburiana) (Vidal 1967; Case 1983).

En los años en que se realizaba la explotación del guano fueron introducidos dos roedores, la rata noruega (Rattus norvegicus) y el ratón europeo (Mus musculus) (Bourillón *et al.* 1988; Velarde 1989). Según investigaciones recientes, estos roedores parecen perturbar o afectar de forma importante a las golondrinas marinas o a las gaviotas que ahí anidan (Vadillo com. pers.) aunque se necesitan realizar más estudios al respecto. En la actualidad no se encuentra el pato nocturno de Craveri (Synthliboramphus craveri) que anidaba a fines del siglo pasado en esta isla y que probablemente fue eliminado por la

depredación de sus huevos por parte de estos roedores (Bourillón *et al.* 1988; Velarde en prensa). Otro mamífero que ocasionalmente visita la isla es el murcielago pescador (Myotis vivesi) que habita en Isla Partida, cercana a Isla Rasa.

En lo que respecta a las aves anidantes, la más importante en cuanto a su número es la gaviota parda o gaviota ploma (Larus heermanni), con aproximadamente 300 000 individuos, lo cual representa el 95% de la población mundial (Velarde 1989); la siguiente especie de importancia en cuanto a su número es la golondrina marina elegante (Sterna elegans) (el número de aves anidantes se discutirá m'as adelante), seguido por el gallito de mar real (Sterna maxima) con un número aproximado de 17 000 individuos (Velarde com. pers.; obs. pers.).

Otras especies que anidan en la isla son el gavilán pescador (Pandion haliaetus) y el cuervo (Corvus corax). Ocasionalmente anida la gaviota de patas amarillas (Larus livens) y probablemente el ostrero (Haematopus palliatus). En 1988 se observó a una pareja de la garza rojiza (Egretta rufescens) anidar y poner tres huevos, los cuales se perdieron debido a perturbación humana (obs. pers.); también anidó en la isla en 1989, en este último año sus huevos fueron depredados por ratas (Velarde com. pers.).

Entre las aves que se pueden observar en la isla, pero que no anidan en ella está el pelícano pardo (Pelecanus occidentalis), el cormorán de buche azul (Phalacrocorax penicillatus), gran cantidad de gaviotas de patas amarillas no anidantes, la fragata o tijereta (Fregata magnificens), algunas especies de garzas, como la morena (Ardea herodias), la común (Casmerodius albus), la garza roja o melenuda (Egretta rufescens), la garza nocturna (Nycticorax nycticorax), algunas aves playeras y otras especies de aves marinas. También visitan la isla, aunque con mucho menos frecuencia, aves terrestres como el martín pescador (Ceryle alcyon) y algunos colibríes (fam. Trochilidae) entre otros (ver Velarde 1989, pag. 25 para una lista detallada).

### III.6. Presencia del hombre en la isla.

Muy probablemente los primeros visitantes humanos a esta isla fueron los indios seris, que hasta hace pocos años eran un grupo nómada de recolectores, cazadores y pescadores; su territorio comprendía un área aproximada de 3 200 km cuadrados a lo largo de la costa de Sonora y las islas de Tiburón y San Esteban. Documentos coloniales españoles y la tradición oral serí indican que viajaban por el Golfo de California en sus balsas de carrizo (Bourillón *et al.* 1988); después de ellos no se conoce otra intervención del hombre hasta que éste utilizó como fertilizante el guano producido por las aves marinas.

La explotación del guano comenzó aproximadamente en 1850; se sabe que en los dos primeros años se extrajeron 10 mil toneladas, la mayor parte del cual fue enviado a puertos europeos. En 1880 la compañía "Mexican Guano Company of San Francisco" realizaba la extracción del guano en las islas Rasa y San Pedro Mártir, el cual embarcaba a San Francisco y Europa; para ello usaba dos vapores, varios barcos de vela y 350 hombres; ésta explotación conluyó casi por completo al inicio de este siglo. Debido a esta actividad se perturbó la vegetación y se despejaron zonas rocosas en los valles para facilitar la recolección del guano, modificando la topografía. (Bourillón et al. 1988).

Otra actividad que perturbó a la isla y que llegó incluso a poner en peligro de extinción tanto a la gaviota ploma como a la golondrina marina elegante fué la recolección de sus huevos (Walker 1965). Los efectos de la sobreexplotación de huevos ha llevado a la extinción a algunas especies y puesto en peligro de desaparecer a otras (Cott 1954; Nettleship 1991). Muchos factores que afectan de forma adversa a una población son causa inevitable de la civilización y pueden ser susceptibles de control (Cott 1954).

Se sabe que desde la década de 1940 o incluso antes, algunos botes que zarpaban del poblado de Santa Rosalía llegaban a Isla Rasa a recoger huevos. En esta época anidaban más de un millón de aves y se extraían, en ese entonces, unos 50 mil huevos por temporada (Walker 1965). Al pasar el tiempo ésta comercialización se incrementó rápidamente, aumentando el número de botes que recogían huevos; algunos venían desde San Felipe en el norte de la península y otros incluso desde La Paz, en Baja California Sur.

Los recolectores comenzaban su trabajo en la orilla de la colonia y llevaban un recipiente de agua de mar; recogían los huevos de los nidos y los sumergían en el agua, los que flotaban ya estaban parcialmente incubados, por lo que no servían para consumo y eran desechados; los que se hundían (aproximadamente uno de cada cuatro) eran empacados para su posterior transportación. Las recolecciones en los días siguientes se realizaban sin la prueba del agua salada, ya que los huevos encontrados habían sido puestos recientemente y no estaban incubados. Hubo algunos años en los que los recolectores llegaron a sacar de la isla hasta medio millón de huevos en una sola temporada (Walker 1965). Estos huevos eran vendidos principalmente en los mercados de Santa Rosalía y San Felipe, en Baja California y en Hermosillo, Sonora (Bahre 1983).

Esta sobreexplotación causó, en la década de los cincuentas, una importante disminución en la población de aves. Gracias al esfuerzo de varias organizaciones y personas, tanto en México como en el extranjero, entre las que se encuentra la entonces Dirección General de Fauna Silvestre (S.A.R.H.), a cargo de Rodolfo Hernandez Corzo, el Dr Bernardo Villa del Instituto de Biología de la U.N.A.M., el Dr Enrique Beltrán, Lewis Walker y George Lindsay, de la California Academy of Sciences, el gobierno mexicano declaró en 1964 a Isla Rasa como "Santuario de Aves Marinas Migratorias" (D.O.F. 30/05/1964).

Desde entonces se ha protegido y estudiado a las aves anidantes (Lindsay en Walker 1965; Anderson, Beebe y Velarde 1985; Bourillón *et al.* 1988). A partir de entonces se han realizado labores de protección e investigación, primero por parte de biólogos de la Dirección General de Fauna Silvestre y el Dr. Bernardo Villa y sus estudiantes (Anderson, Beebe y Velarde 1985). En los últimos 14 años, Enriqueta Velarde, junto con investigadores y estudiantes del Instituto de Biología y la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M., se han encargado de realizar labores de investigación y de controlar la actividad turística durante la época de anidación. El presente trabajo se desprende de dicha actividad de investigación y protección.

## IV. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo es obtener información acerca de la biología reproductiva de la golondrina marina elegante en Isla Rasa.

Los objetivos específicos de este trabajo fueron los siguientes:

- Elaborar un calendario de las actividades generales de la reproducción en esta especie en la isla; determinar la fecha de formación y la duración de las guarderías dentro de la colonia reproductora.
- Describir las principales conductas que tienen influencia en la sobrevivencia de las crías y que se presentan en las guarderías: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión; también se consideró el robo de alimento o cleptoparasitismo por parte de la gaviota ploma.
- Analizar si existen relaciones entre la fecha, la hora y la temperatura ambiental y cada una de las conductas descritas, incluyendo la actividad general (frecuencia de todas las conductas registradas).
- Analizar la relación de las conductas registradas con el tamaño de la guardería y la edad promedio de los polluelos.
- Estimar el número de aves anidantes en la colonia por conteo directo de nidos, muestreo aleatorio simple y conteo por medio de fotografía aérea.
- Estimar la sobrevivencia de los polluelos hasta antes de que éstos abandonan la isla.

## V. METODOS Y MATERIAL

### V.1.- Observaciones.

Se realizaron observaciones en las subcolonias y en las guarderías formadas durante los ciclos reproductivos de 1986 y 1987. En el primer año las observaciones se realizaron durante las horas de luz (0600-1900 hrs) y se dividieron en períodos de observación de hasta cuatro horas, cinco días a la semana, del ocho de abril al 26 de junio. En el segundo año se observaron cinco días a la semana del primero de abril al 30 de junio, de 0600 a 1100 y de 1600 a 1900 hrs.

Las observaciones se realizaron en las diferentes subcolonias, desde distintos puntos cercanos a los sitios donde se encontraban las guarderías (5-10 m aproximadamente); para llegar a estos puntos se realizó el acercamiento de forma lenta y pausada, de tal manera que no se perturbara a las aves.

También se realizaron observaciones desde un escondite, el cual se colocó días antes de que se estableciera la colonia, en un sitio cercano al lugar de posible asentamiento (el valle donde se estableció el año anterior). El escondite no perturbaba a las aves y permitía que se les pudiera observar mejor, ya que éstas se acercaban mucho e incluso utilizaban su sombra para cubrirse del sol. Las dimensiones del escondite fueron de 160 x 160 cm de base con una altura de 190 cm; estaba construido con tela de nylon y armazón de aluminio y fibra de vidrio; tenía forma de domo con una ventana de 60 x 60 cm en cada lado cubierta con tela de mosquitero (apéndice 1). Por estas ventanas se obtuvo una visibilidad cercana a los 360 grados. El color del escondite fue beige pálido, que asemejaba el color del sustrato donde se colocó, para causar la menor perturbación posible. El escondite no se utilizó en 1986 ya que el lugar donde se colocó no coincidió con la localización de las subcolonias.

Para las observaciones se utilizaron binoculares de 8 x 30 con un ángulo de visión de 7.5 grados. Para medir los períodos de observación se utilizó un reloj-cronómetro (60 min,  $\pm$  0.01 seg). Se tomó la temperatura ambiental (termómetro: max. 50, min. -40,  $\pm$  2 grados centígrados, a una altura aproximada de 1 m del suelo en el área de observación) cada hora durante los períodos de observación para relacionarla con las observaciones conductuales. Las anotaciones de las frecuencias de las conductas observadas y de los parámetros

ambientales (hora y temperatura) se anotaron en cédulas de registro y cuadernos de campo. La hoja de registro que se utilizó para las frecuencias fue del tipo de propósitos múltiples (Hinde 1973), es decir, que no solamente registra las conductas, sino también otros parámetros como el tamaño de grupo, la temperatura, etc (apéndice 2).

## V.2.- Método para cada uno de los objetivos.

V.2.a.- Para elaborar el calendario de las actividades generales de la reproducción y determinar el tiempo de formación de las guarderías, se realizaron observaciones generales desde nuestra llegada a la isla hasta el establecimiento de la colonia y la formación de las guarderías, tanto en 1986 como en 1987, tomando los siguientes datos:

- Día de asentamiento de los primeros nidos, para conocer la fecha de inicio de la formación de la colonia (se consideró asentamiento del nido cuando se puso el huevo, ya que esta especie no forma un nido antes de la puesta; para este estudio se consideraron "primeros nidos" aquellos que fueron los primeros en establecerse en forma permanente en la isla).
- Crecimiento de la colonia (instauración de nidos nuevos), para conocer el fin del crecimiento de la colonia.
- Primeros nacimientos registrados, para conocer el tiempo de incubación en la isla y calcular la edad de las crías.
- Primeros polluelos fuera de las zonas de anidación, para saber cuanto tiempo duran los pollos en el nido.
- Primeras guarderías establecidas, para calcular su duración y el tiempo que tardan en formarse después de que se inició la colonia.

Durante los primeros cinco días de las dos temporadas se realizaron recorridos por la isla para detectar los sitios de establecimiento de la colonia; dichos sitios se encontraron debido a que en esas áreas se concentraban algunos individuos, mientras que la mayoría permanecía en las playas o en las lagunas que se encuentran en la isla. Después se realizaron observaciones diarias en estos sitios para conocer el día en que se asentaron los primeros nidos.

Después de formada la colonia se realizaron visitas periódicas a cada una de las subcolonias para detectar cuando éstas dejaban de crecer. Simultáneamente se realizaban

observaciones para registrar los primeros nacimientos ocurridos (se realizaron observaciones de barrido durante las visitas a las subcolonias para detectar si había polluelos en los nidos). Se registró la fecha de salida de las áreas de anidación las primeras crías así como las primeras guarderías que se formaron.

V.2.b.- Para describir las conductas de los miembros de las guarderías se hicieron observaciones en éstas agrupaciones en las diferentes subcolonias. Las interacciones registradas fueron: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión, así como robo de alimento o cleptoparasitismo, para este último se tomó en cuenta el cleptoparasitismo interespecífico de la gaviota ploma hacia la golondrina marina elegante. Se escogieron estas conductas debido a que son las que se presentan con mayor frecuencia dentro de la guardería y a que es posible distinguirlas y describirlas con facilidad.

Se realizaron descripciones generales de las conductas antes mencionadas para poder identificarlas en posteriores observaciones; se tomaron en cuenta las posturas y los movimientos más evidentes en cada conducta, sin una descripción detallada de los mismos, sólo con el fin de diferenciarlas unas de otras. Una vez hechas las descripciones, se registraron las frecuencias de ocurrencia de cada una de ellas hasta antes de que los polluelos comenzaran a volar. Para 1986 se realizaron observaciones durante 16 días entre el cuatro y el 25 de junio, para 1987 el total de días observados en guarderías fue de 16 entre el 30 de mayo y el 21 de junio (cuadro V.1); estos registros se utilizaron para analizar la relación de las conductas con los otros parámetros medidos.

El método de registro utilizado fue el de ad libitum para la descripción de las conductas y el de todas las ocurrencias de ciertas conductas para el registro de las frecuencias (Altmann 1974; Lenher 1979), modificado de tal forma que se registraron las frecuencias (número de ocurrencias) de las interacciones arriba mencionadas durante un período determinado de tiempo (una hora); se consideró este método adecuado ya que las conductas se podían diferenciar bien unas de otras y eran relativamente fáciles de observar; la frecuencia con que éstas ocurrían daba tiempo suficiente para un registro adecuado sin pérdida de información.

Además de las interacciones registradas entre los miembros de las guarderías se anotaron: fecha, hora de inicio y de finalización de las observaciones, temperatura al principio y al final de las observaciones, tamaño de grupo, así como una estimación de la edad promedio de los integrantes del grupo. La edad del polluelo fue calculada con base en su tamaño, en el desarrollo de su plumaje y en el tiempo transcurrido desde el inicio de los primeros nacimientos.

Cuadro V.1.- Fechas y horas en las que se observaron las guarderías en 1986 y 1987 para obtener las frecuencias de ocurrencia de las conductas registradas.

	fechas (dd.mm)	horarios (hhmm)	períodos (horas)	horas observadas	promedio diario
1986	04.06-26.06	0600-1900	≥ 4	58	3.63
1987	30.05-21.06	0700-1100 1600-1900	≥ 4	48	3

V.2.c.- Se analizaron las relaciones entre la fecha, la hora y la temperatura ambiental y cada una de las conductas observadas en las guarderías, para identificar de que forma se relacionan.

Con base en los registros obtenidos de la frecuencia de alimentación del polluelo, autoacalamiento, agresión y cleptoparasitismo, así como la frecuencia de todas las conductas registradas (actividad general) se realizaron análisis de correlación ( $r$  de Pearson) para determinar si los parámetros ambientales medidos afectan la frecuencia de ocurrencia de las conductas dentro de las guarderías.

Para realizar estos análisis se tomaron en cuenta las frecuencias de ocurrencia de cada conducta; para la alimentación del polluelo y el cleptoparasitismo se consideraron las frecuencias de los intentos, sin considerar si fueron exitosos o no.

V.2.d.- Se analizaron las relaciones entre las conductas descritas con el tamaño de la guardería y la edad promedio de los polluelos.

A partir de los registros de las frecuencias de las conductas observadas se contruyeron tablas de contingencia para el tamaño de guardería y la edad para analizar de que forma afectan éstos parámetros la frecuencia de ocurrencia de las conductas. Se realizó una prueba de Chi-cuadrada de independencia entre estos dos parámetros y cada una de las conductas observadas.

V.2.e.- Se estimó el número total de aves anidantes de la colonia por conteo directo de nidos, muestreo aleatorio simple y conteo por medio de fotografía aérea.

En 1986 se realizó el conteo directo del total de las aves en las subcolonias. También se contó el número de aves en cinco cuadrantes de 10 x 10 m tomados a azar de la zona de anidación (de los 21 que se calculó ocuparon ambas subcolonias), para posteriormente realizar una estimación de la densidad absoluta con la técnica de muestreo aleatorio simple (Caughley 1977; Cochran 1980).

Para 1987 se marcaron con piedras pintadas de amarillo cuadrantes de 10 x 10 m a lo largo y ancho del valle noreste donde se estableció la subcolonia más grande (ver figura III.3) (se escogió esta zona porque las aves la ocuparon el año anterior y se supuso que harían lo mismo el año siguiente); de esta manera se pudo registrar en forma más precisa el crecimiento de la zona de anidación (aumento en el número de nidos en el área), su ubicación dentro del valle, el número total de aves, así como las principales medidas de la zona.

Para estimar la densidad absoluta se tomaron al azar tres cuadrantes de los 19 que ocuparon las aves en las tres subcolonias, se contó el número de nidos en cada uno de ellos y se calculó el total con la técnica de muestreo aleatorio simple.

Este mismo año se tomaron fotografías aéreas de las zonas de nidificación en la colonia; éstas fueron obtenidas desde una avioneta que sobrevolaba la isla a baja altura (400 m aproximadamente). En ampliaciones de dichas fotografías se marcó una cuadrícula con base en los cuadrantes marcados en el terreno (10 x 10m), que podían ser observados desde el aire y se llevó a cabo el conteo de los individuos en todas las zonas de anidación de la isla. También se tomaron cuatro cuadrantes al azar del conteo fotográfico para estimar la densidad absoluta con el muestro aleatorio simple y se realizaron comparaciones de los resultados.

V.2.f.- Para obtener una estimación de la sobrevivencia de crías hasta antes que comenzaran a volar se calculó el número total de polluelos nacidos, que se obtuvo a partir del total de aves anidantes (número de parejas anidantes  $\approx$  número de polluelos nacidos); esta cifra se cotejó con el total de crías sobrevivientes al final de la temporada, las cuales fueron contadas individualmente realizando recorridos en las áreas donde éstos se encontraban al final de la temporada (para evitar contar dos veces al mismo polluelo se realizaba, durante cada visita a la colonia, un conteo de barrido de la zona donde se encontraban las crías y se evitaba volver a contar a los polluelos que se desplazaban en el mismo sentido del barrido). De estas dos cifras se obtuvo una estimación del porcentaje de polluelos sobrevivientes con relación al número de crías nacidas ese año.

## **VI. RESULTADOS**

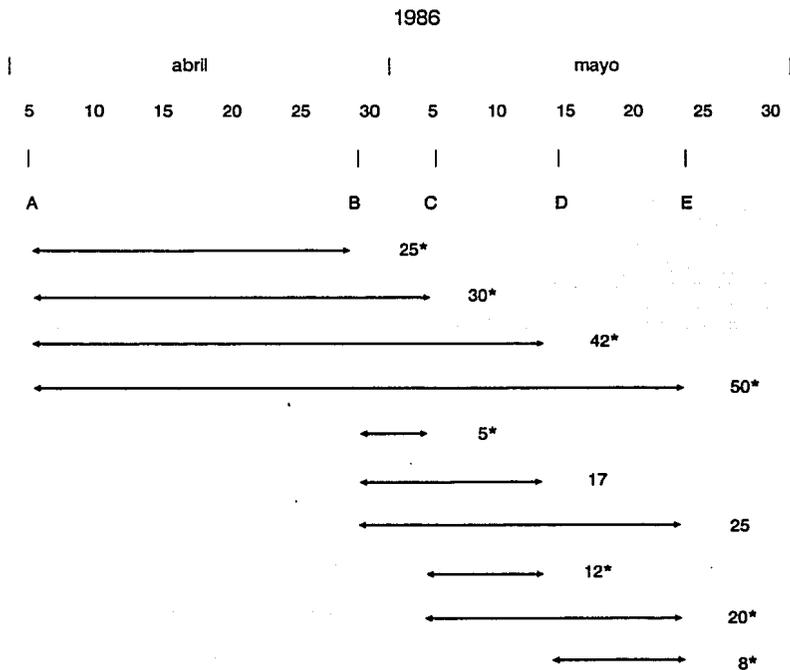
### **VI.1. Calendario de las actividades generales de la reproducción.**

Se elaboró un calendario de las actividades generales de la reproducción de ésta especie en la isla; se determinó la fecha de establecimiento y duración de las guarderías dentro de la colonia reproductora.

En 1986 la colonia estuvo dividida en dos subcolonias que se ubicaron en la parte central del "Valle de los Gallitos" (valle noreste de la isla, ver figuras III.2 y III.3). En 1987 la colonia se dividió en tres subcolonias, la mayor de ellas se ubicó en la parte central del "Valle de los Gallitos" y las dos pequeñas en la parte norte del Valle Central, en el llamado "Promontorio de Guano"(ver figuras III.2 y III.4).

Los cuadros VI.1 y VI.2 muestran las fechas más relevantes en la formación y desarrollo de la colonia reproductora. Para 1986 no fue posible obtener las fechas precisas del establecimiento de los primeros nidos definitivos ni de los primeros nacimientos, por lo que se realizaron estimaciones con base en los días transcurridos entre cada uno de los eventos registrados en los dos años. En 1987 se pudieron obtener las fechas precisas de los parámetros medidos. Se dan las fechas del establecimiento de los primeros nidos, del fin del crecimiento de la colonia, de los primeros nacimientos, de los primeros polluelos fuera del área de anidación y de las primeras guarderías.

**Cuadro VI.1: Fechas de formación y desarrollo de la colonia reproductora en 1986, así como los días transcurridos entre cada uno de los eventos (números a la derecha de las líneas horizontales).**



A: primeros nidos (04.04\*)

B: fin del crecimiento de la colonia (29.04)

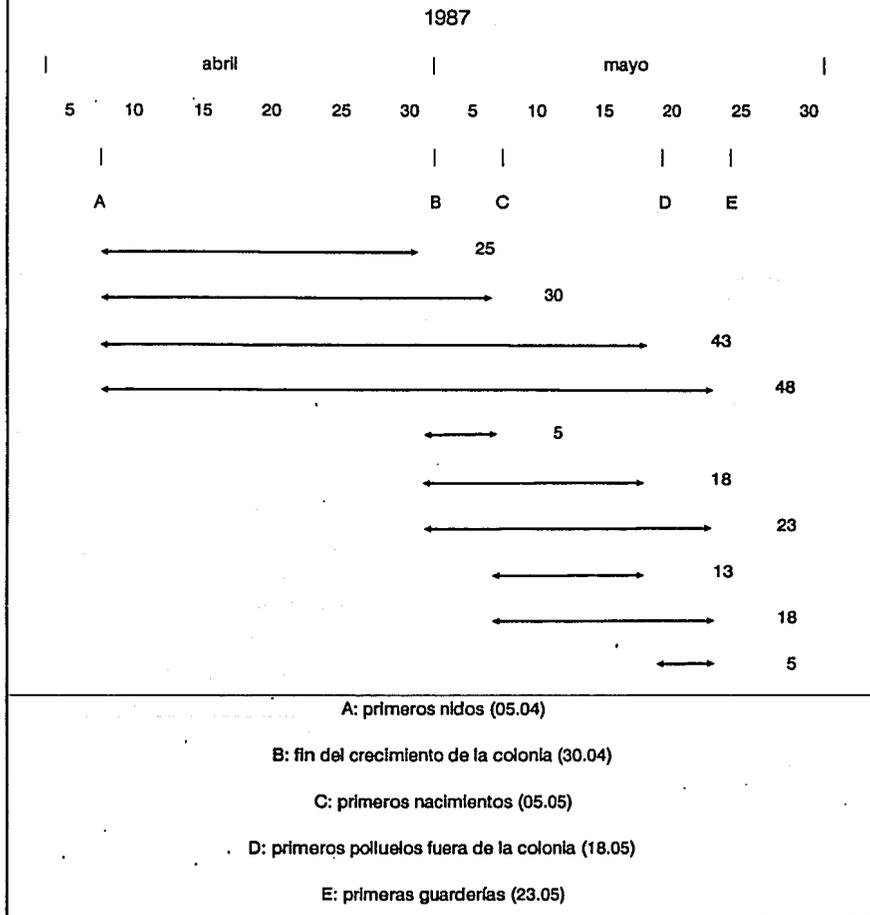
C: primeros nacimientos (04.05\*)

D: primeros polluelos fuera de la colonia (16.05)

E: primeras guarderías (24.05)

\*:fechas y días estimados con base en las observaciones de la colonia.

**Cuadro VI.2: Fechas de formación y desarrollo de la colonia reproductora en 1987, así como los días transcurridos entre cada uno de los eventos (números a la derecha de las líneas horizontales).**



Las guarderías están formadas principalmente por polluelos; el tamaño de estas agrupaciones puede ser muy variado, con un mínimo de dos individuos; en ocasiones se pueden encontrar uno o varios adultos que permanecen por períodos cortos de tiempo (por lo general sólo algunos minutos). No hay un área determinada en la que se ubiquen las guarderías; por lo general éstas se localizan en zonas cercanas a las subcolonias en lugares donde no hay nidos de gaviota ploma.

La edad de los polluelos dentro de estas agrupaciones es muy variado. Después de que comienzan los nacimientos en las subcolonias, los polluelos comienzan a abandonar su nido y se integran a las guarderías a una edad aproximada de una semana. Cuando ya ocurrieron la mayoría de los nacimientos y la subcolonia comienza a desintegrarse, los polluelos que acaban de eclosionar abandonan sus nidos y se integran a las guarderías a los dos o tres días de nacidos.

## VI.2. Descripción de las conductas dentro de las guarderías.

Se describieron las conductas que se presentan en las guarderías: alimentación del polluelo, autoacicalamiento y agresión; también se consideró el robo de alimento o cleptoparasitismo por parte de la gaviota ploma.

- **Alimentación del polluelo:** En esta conducta hay una interacción entre uno de los miembros de la pareja y su cría; el padre, con un pescado en el pico, sobrevuela la colonia y la zona de las guarderías emitiendo vocalizaciones hasta que localiza a su polluelo; este contesta a las vocalizaciones y por lo general sale de la guardería. Después de que el padre ha localizado a su cría baja a tierra, en ocasiones luego de varios intentos, y de inmediato le da el alimento; el padre siempre da el pescado a su cría de tal forma que ésta lo trague empezando por la cabeza.

El polluelo aumenta la velocidad con que traga el alimento conforme crece y adquiere experiencia, esto es importante ya que, entre otras posibles implicaciones, el polluelo que trague más rápido dará menor oportunidad a que las gaviotas plomas que están en los alrededores le roben el alimento. Una vez que el adulto dió el pez a su cría, trata de protegerlo de las gaviotas; se coloca frente al polluelo, muy cerca de él, mantiene las alas bajas, semiabiertas y levanta la cabeza auyentando a las aves que se acercan, ya sea por tierra o por aire. Después de que la cría tragó el pescado, su padre permanece junto a él por un tiempo variable, que va desde unos pocos segundos hasta algunos minutos, y luego se aleja volando; cuando se va, el polluelo por lo general se reincorpora a la guardería (figura VI.1).

- **Autoacicalamiento:** Este comportamiento se realiza en forma individual; sólo se registró esta conducta en las crías dentro de la guardería. Los polluelos se limpian con el pico las plumas del cuello, parte ventral, alas y cola. Se acicalan a intervalos irregulares, algunas veces por sólo un instante y otras por varios minutos; en ocasiones realizan este comportamiento por varios minutos y lo interrumpen constantemente sin realizar otra actividad; la cría puede autoacicalarse tanto cuando está parada como echada. En ninguna de las dos temporadas se observó que un individuo acicalara a otro (figura VI.2).



Figura VI.1: Alimentación del polluelo. Fotografía que muestra el momento en que uno de los padres da el pescado a su polluelo mientras el otro padre vigila. Notese la posición de las alas del padre que da el alimento y la posición del polluelo (foto del autor).



Figura VI.2: Autoacalamlento. En la fotografía se puede observar a un polluelo de aproximadamente cuatro semanas (a punto de comenzar a volar) limpiándose las plumas de una de sus alas (foto del autor).

- **Agresión:** Esta es una interacción entre dos individuos, que pueden ser polluelos o adultos; sólo se registraron aquellas donde interviniera al menos un polluelo y que se realizaba dentro de la guardería y sus cercanías. Se presenta generalmente cuando uno de los actores se acerca demasiado a otro (cuatro o cinco cm aproximadamente o cuando hay contacto físico), el individuo que recibe la agresión es generalmente el que se acerca al otro, aunque en ocasiones algún individuo se acerca y agrede a otro. La agresión consiste en que el emisor estira el cuello bajándolo un poco junto con la parte delantera del cuerpo, algunas veces bajando ligeramente las alas y abriendo el pico ampliamente (figura VI.3); en ocasiones emite vocalizaciones mientras apunta el pico ligeramente hacia arriba. El individuo puede realizar la agresión ya sea si está parado o echado, dirigiendo siempre el pico hacia el receptor; este por lo general simplemente se aleja.

La intensidad del ataque generalmente es baja, en ocasiones algún individuo llega a picar varias veces a otro, pero sin causar ningún daño aparente. El emisor puede ser un polluelo o un adulto y el receptor en la mayoría de los casos es un polluelo, aunque algunas veces es un adulto cuando el emisor es una cría de más de tres semanas de edad aproximadamente.

- **Robo de alimento o cleptoparasitismo:** En esta conducta se registró la interacción entre una o varias gaviotas plomas y un adulto de la golondrina marina elegante y/o su cría. Cerca de la guardería se registró siempre la presencia de una o varias gaviotas; cuando un adulto de golondrina marina se acercaba para tratar de alimentar a su polluelo, era atacado por una o varias gaviotas (tanto en vuelo como cuando se posaba en tierra) que trataban de arrebatarse el pescado que transportaba en el pico. Si el acecho era en vuelo, la golondrina marina trataba de esquivar los ataques por medio de maniobras y se alejaba del lugar, si era en tierra trataba de levantar el vuelo lo antes posible. En ocasiones las gaviotas trataban de robar el pescado cuando el adulto ya se lo había dado a su cría; en este caso el padre trataba de defenderla (como ya se describió en alimentación del polluelo) mientras que ésta trataba de tragarse el alimento (figura VI.4).



Figura VI.3: Agresión. Se puede observar como un adulto de golondrina marina elegante picotea a un polluelo en el momento que éste está a su alcance (foto del autor).



Figura VI.4: Robo de alimento o cleptoparasitismo. Se puede observar como un grupo de gaviotas roba el pescado a un adulto de golondrina marina elegante que se encuentra derribada dentro de una zona de anidación (foto del autor).

### **VI.3. Relación entre fecha, hora y temperatura ambiental y conductas observadas.**

Se analizaron las relaciones entre la fecha, la hora y la temperatura ambiental y cada una de las conductas observadas.

Los resultados de los análisis de correlación de la alimentación del polluelo, el autoacalamiento, la agresión, el robo de alimento o cleptoparasitismo y la actividad general (frecuencia de todas las conductas registradas) con la fecha, la hora y la temperatura ambiental para 1986 se muestran en el cuadro VI.3.

Las gráficas de la figura VI.5 muestran que, de acuerdo con estos análisis, hay una tendencia a la disminución de la agresividad conforme pasan los días (figura VI.5a), aunque esta tendencia no es muy marcada. Con respecto a la temperatura (figura VI.5c) se puede observar que alrededor de los 24 grados centígrados hay un aumento de las conductas de autoacalamiento, agresión y actividad general, por arriba de la cual van disminuyendo su frecuencia. Antes de este aumento se observa una disminución muy marcada en las mismas conductas.

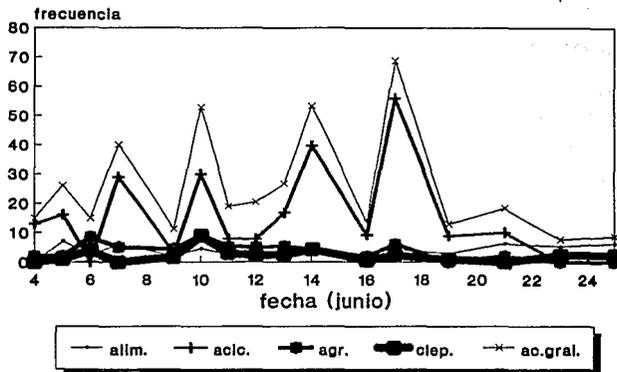
Se pueden observar ciertas tendencias en algunos comportamientos, aunque estos no están correlacionados con los parámetros ambientales; la figura VI.5b muestra que el autoacalamiento presenta un aumento durante las primeras horas (0600 a 0800 hrs) y al final del día (1600 a 1800 hrs). Esta tendencia también se observa en la actividad general y en la agresión, aunque en esta última es menos marcado. En esta misma gráfica el cleptoparasitismo presenta una baja frecuencia al principio del día, aumenta al mediodía (1200 a 1400 hrs) y baja hacia el final del día.

Cuadro VI.3: Resultados del análisis de correlación de conductas observadas vs parámetros ambientales en 1986 (NS: no significativo, nivel de significancia = 0.05).

conducta	fecha		hora		temperatura	
	r	(p)	r	(p)	r	(p)
alimentación del polluelo	0.3389	(NS)	-0.2292	(NS)	-0.0751	(NS)
	n = 16		n = 13		n = 35	
autoacicalamiento	-0.1858	(NS)	-0.3507	(NS)	-0.4734	(0.004)
	n = 16		n = 13		n = 35	
agresión	-0.5426	(0.029)	0.2443	(NS)	-0.3758	(0.026)
	n = 16		n = 13		n = 35	
cleptoparasitismo	-0.0676	(NS)	0.2054	(NS)	-0.0598	(NS)
	n = 16		n = 13		n = 35	
actividad general	-0.1563	(NS)	-0.2618	(NS)	-0.4593	(0.006)
	n = 16		n = 13		n = 35	

### FECHA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1986

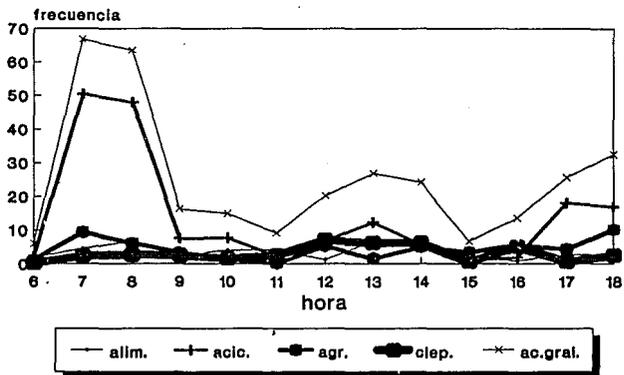
frecuencias promedio de cada conducta



(a)

### HORA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1986

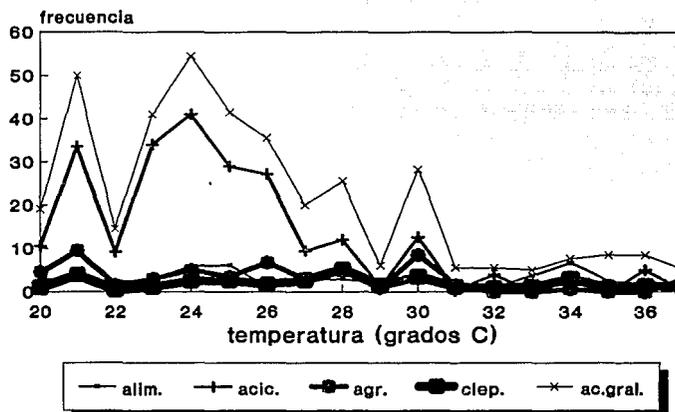
frecuencias promedio de cada conducta



(b)

Figura VI.5: Parámetros ambientales vs las conductas observadas en 1986; a: fecha, b: hora, c: temperatura ambiental.

**TEMPERATURA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1986**  
frecuencias promedio de cada conducta



(c)

Figura VI.5: continuación.

Para 1987 los resultados obtenidos del análisis muestran una correlación de la fecha con la alimentación del polluelo, el autoacalamiento, el cleptoparasitismo y la actividad general; también existe correlación de la hora con la agresión y el cleptoparasitismo; por último, existe correlación entre la temperatura ambiental y el autoacalamiento (cuadro VI.4).

Cuadro VI.4: Resultados del análisis de correlación de conductas observadas vs parámetros ambientales en 1987 (NS: no significativo, nivel de significancia = 0.05).

conducta	fecha	hora	temperatura
	r (p)	r (p)	r (p)
alimentación del polluelo	-0.5767 (0.019) n = 16	0.8069 (NS) n = 13	-0.3738 (NS) n = 35
autoacalamiento	0.7455 (0.009) n = 16	-0.2619 (NS) n = 13	-0.5855 (0.011) n = 35
agresión	0.0447 (NS) n = 16	0.8734 (0.023) n = 13	0.3256 (NS) n = 35
cleptoparasitismo	-0.5085 (0.044) n = 16	0.9091 (0.012) n = 13	-0.4658 (NS) n = 35
actividad general	0.5481 (0.028) n = 16	0.4789 (NS) n = 13	-0.4015 (NS) n = 35

La figura VI.6a muestra una disminución en la frecuencia de la alimentación durante los primeros días de observación, después hay un ligero aumento (días 7 a 9) para posteriormente disminuir al final de la temporada. El autoacalamiento tiene un aumento durante la mayor parte de la temporada y un descenso al final de la misma. En el cleptoparasitismo hay una baja incidencia al principio de la temporada y sigue disminuyendo

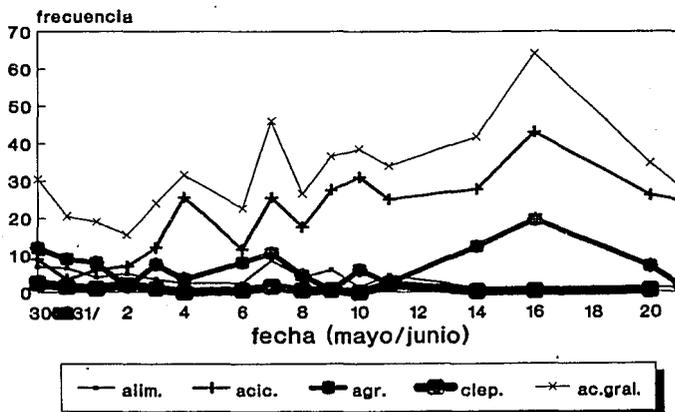
conforme avanza la temporada. La actividad general se comporta de manera similar al autoacicalamiento.

En la figura VI.6b se observa que la agresión es baja durante la mañana (0700 a 0900 hrs) mientras que por la tarde muestra un aumento alrededor de las 1700 hrs y una disminución al final del día (1800 hrs). El cleptoparasitismo muestra una ligera disminución durante la mañana, la cual se hace más marcada en la tarde. A pesar de que no hay una correlación entre la alimentación del polluelo y la hora del día, durante la mañana presenta una mayor frecuencia que durante la tarde. La actividad general muestra un aumento conforme van pasando las horas, aunque al final del día hay una disminución de las frecuencias; sin embargo, éstas tendencias no son significativas ya que no existe una correlación entre estos parámetros.

En la figura VI.6c se observa que la conducta de autoacicalamiento, la única que se correlacionó con la temperatura ambiental, muestra una tendencia a aumentar conforme aumenta la temperatura, aunque disminuye cuando la temperatura es de 33 grados o más.

La temperatura ambiental y la agresión, que no están correlacionadas, muestran un aumento alrededor de los 30 grados, aunque al aumentar ésta la frecuencia baja.

#### FECHA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1987 frecuencias promedio de cada conducta

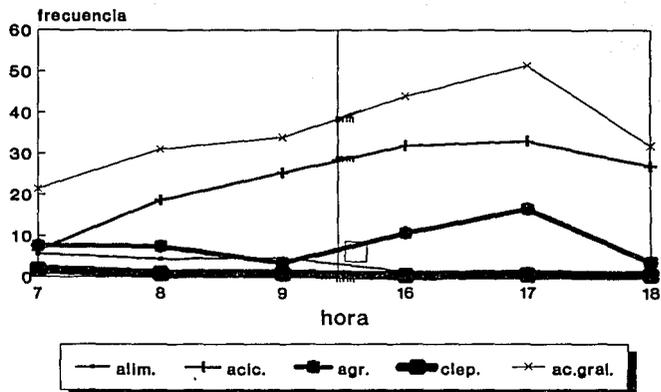


(a)

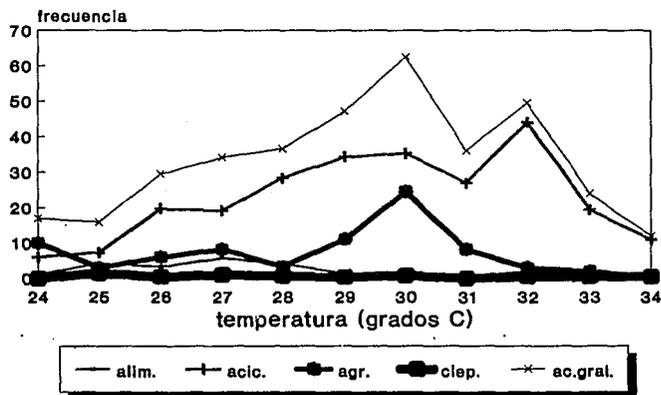
Figura VI.6: Parámetros ambientales vs las conductas observadas en 1987; a: fecha, b: hora, c: temperatura ambiental.

### HORA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1987

frecuencias promedio de cada conducta



(b) **TEMPERATURA VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1987**  
frecuencias promedio de cada conducta



(c)

Figura VI.6: continuación.

#### VI.4. Relación entre tamaño de la guardería y edad y las conductas observadas.

Se analizaron las relaciones de las conductas registradas con el tamaño de la guardería y la edad promedio de los polluelos.

Se realizó una prueba Chi-cuadrada de independencia para 1986 a partir de las tablas de contingencia para tamaño de guardería y edad (cuadros VI.5 y VI.6) y se observó que la edad y las conductas observadas son independientes (Chi-cuadrada = 9.8521, g.l. = 16, p = 0.8742). Para el tamaño de grupo se observó que las muestras no son independientes (Chi-cuadrada = 169.058, g. l. = 44, p =  $1.1102 \times 10^{-16}$ ); los coeficientes de asociación para esta última prueba dieron los siguientes resultados; coeficiente de contingencia = 0.3110, coeficiente V de Cramer = 0.1636.

Cuadro VI.5: Tabla de contingencia de edad vs conductas observadas en 1986						
conductas	aliment.	acical.	agres.	robo	act.gral.	total
edad						
1.5	4	15	2	1	21	43
2	4	11	2	1	17	35
2.5	3	14	6	4	27	54
3	5	27	5	4	39	80
3.5	5	30	3	1	39	78
total	21	97	18	11	143	290

A pesar de que las muestras de edad y conductas son independientes en 1986, al observar la figura VI.7a se detecta un aumento de la frecuencia del autoacicalamiento y la actividad general conforme aumenta la edad (2.5 a 3.5 semanas).

La frecuencia de autoacicalamiento tiene un aumento hasta que el tamaño de grupo alcanza los diez individuos, después las frecuencias van disminuyendo paulatinamente; la

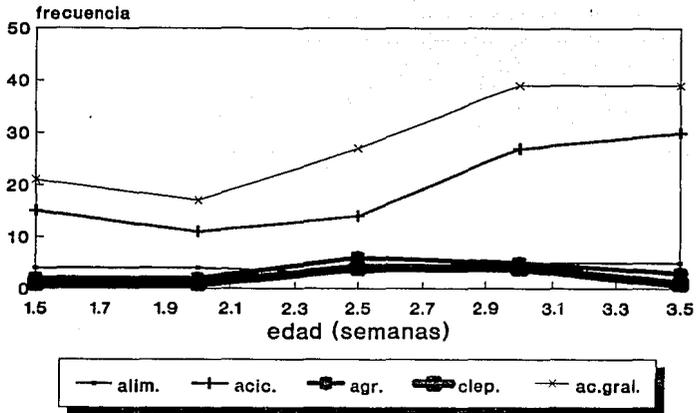
actividad general muestra este mismo patrón. La frecuencia de agresión permanece constante cuando hay tamaños de grupo menores a 12-16 individuos, pero aumenta ligeramente cuando estos son mayores.

Cuadro VI.6: Tabla de contingencia de tamaño de grupo vs conductas observadas en 1986.

conductas tam. gpo.	aliment.	acical.	agres.	robo	act.gral	total
1	4	10	5	5	23	47
2	10	5	2	5	24	46
3	2	33	9	4	48	96
4	6	17	20	14	57	114
5	8	31	9	9	51	108
6	10	27	13	9	59	118
7	4	42	5	2	54	107
9	4	65	8	4	80	161
10	5	102	10	3	120	240
12	6	67	19	8	100	200
13	14	63	10	4	90	181
16	4	42	30	4	80	160
tot.	77	504	140	71	786	1 578

### EDAD VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1986

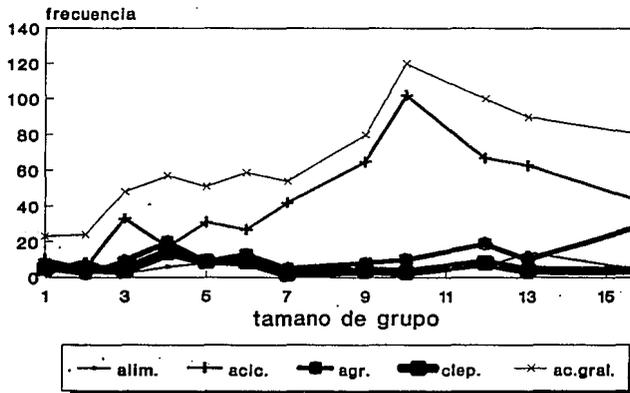
frecuencias promedio de cada conducta



(a)

### TAMANO DE GRUPO VS CONDUCTAS 1986

frecuencias promedio de cada conducta



(b)

Figura Vi.7: Edad y tamaño de grupo vs las conductas observadas en 1986; a: edad b: tamaño de grupo

La prueba de Chi-cuadrada de independencia para la tabla de contingencia de edad contra las conductas observadas en 1987 indica que las muestras no son independientes (Chi-cuadrada = 41.684, g.l. = 24  $p = 0.014$ ; coef. contingencia = 0.247, coef. V de Cramer = 0.127). El análisis de el tamaño de grupo y las conductas indica que las muestras tampoco son independientes (Chi-cuadrada = 189.697, g.l. = 92,  $p = 9.30 \times 10^{-9}$ ; coef. contingencia = 0.323, coef. V de Cramer = 0.170).

Cuadro VI.7: Tabla de contingencia de edad vs conductas observadas en 1987.						
conductas	aliment.	acical.	agres.	robo	act.gral.	total
edad						
1.5	7	9	12	2	30	60
2	5	13	7	1	26	52
2.5	2	7	1	1	9	20
3	7	93	30	2	132	264
3.5	2	36	14	1	52	105
4	1	30	12	1	42	86
4.5	1	24	2	1	28	56
total	25	212	78	9	319	643

En la figura. VI.8a se grafica la edad contra las conductas en 1987 y se observa un incremento en las frecuencias de autoacicalamiento, agresión y actividad general cuando la edad promedio de los polluelos en las guarderías es de tres semanas; después de este tiempo las frecuencias comienzan a disminuir

Hay un aumento en las frecuencias de autoacicalamiento, agresión y actividad general conforme el tamaño de grupo se aproxima a 22 individuos, después del cual comienza a disminuir ligeramente.

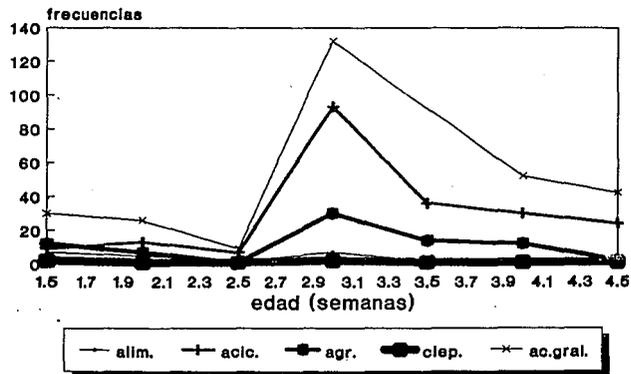
Cuadro VI.8: Tabla de contingencia de tamaño de grupo vs conductas observadas en 1987.

conductas tamaño de gpo	aliment.	acical.	agres.	robo	act.gral.	total
2	1	8	10	1	19	39
4	8	8	11	2	30	59
5	6	5	8	2	20	41
6	5	7	1	2	15	30
7	1	9	3	1	12	26
8	5	20	8	2	34	69
9	1	13	5	1	19	39
10	3	17	7	1	20	48
11	17	28	19	3	67	134
12	6	22	3	1	31	63
13	3	28	4	2	36	73
14	3	26	7	1	36	73
15	1	10	14	1	24	50
16	1	42	13	1	55	112
17	2	36	19	1	57	115
18	2	50	35	1	86	174
19	4	22	1	2	29	58

Cuadro VI.8: continuación						
conductas	allment.	acical.	agres.	robo	act. gral.	total
tamaño de grupo						
20	1	28	2	1	30	62
21	1	27	10	1	37	76
22	3	64	4	1	71	143
23	2	24	1	1	28	56
24	1	15	4	1	19	40
29	1	13	1	1	15	31
47	1	9	1	1	9	21
total	79	531	191	32	799	1 632

### EDAD VS CONDUCTAS OBSERVADAS 1987

frecuencias promedio de cada conducta

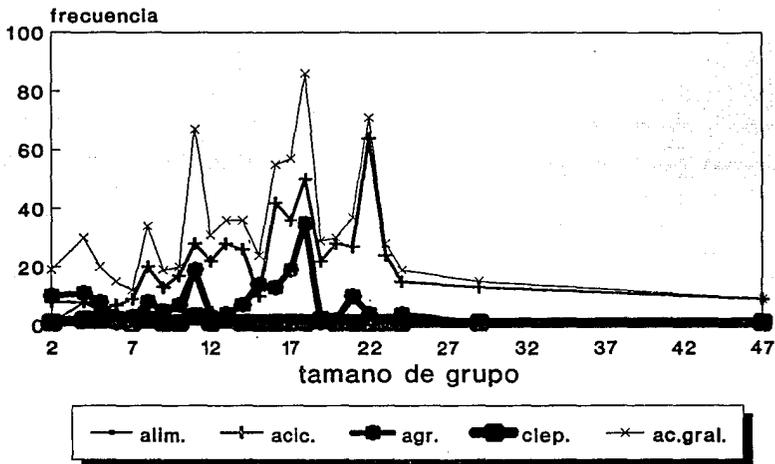


(a)

Figura VI.8: Edad y tamaño de grupo vs las conductas observadas en 1987; a: edad b: tamaño de grupo.

### TAMANO DE GRUPO VS CONDUCTAS 1987

frecuencias promedio de cada conducta



(b)

Figura VI.8: continuación.

### VI.5. Estimación del número de aves anidantes.

Se estimó el número de aves anidantes por las técnicas de conteo directo de nidos, muestro aleatorio simple y por medio de fotografía aérea.

En 1986 se formaron dos subcolonias de *Sterna elegans* en el valle noreste (figura VI.9). En 1987 se formó una subcolonia en el mismo valle y otras dos en el valle central (figuras VI.10 y VI.11).

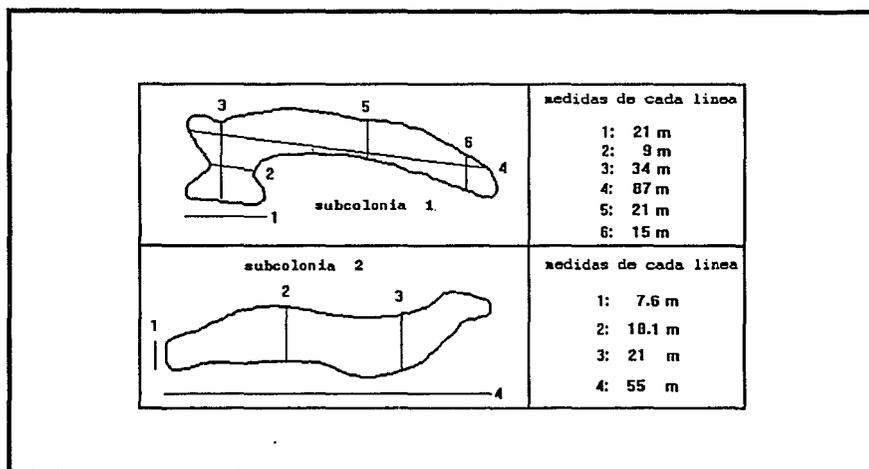


Figura VI.9: Subcolonias de anidación de *Sterna elegans* en 1986.

Según los datos obtenidos en el campo, para 1986 la estimación por conteo directo fue, para la subcolonia uno, de 23 328 nidos y para la subcolonia dos de 1 249, lo que hace un total de 24 577 nidos o 49 154 individuos. La estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo aleatorio simple (Caughley 1977; Cochran 1980) a partir del número de nidos en cinco cuadrantes de 10 x 10 m (de los 21 que se calculó utilizaron ambas subcolonias, basados en el área total que ocuparon) fue de 24 460.8 nidos ( $ES \hat{y} = 364.954$ ) (cuadro VI.9) o 48 921.6 individuos.

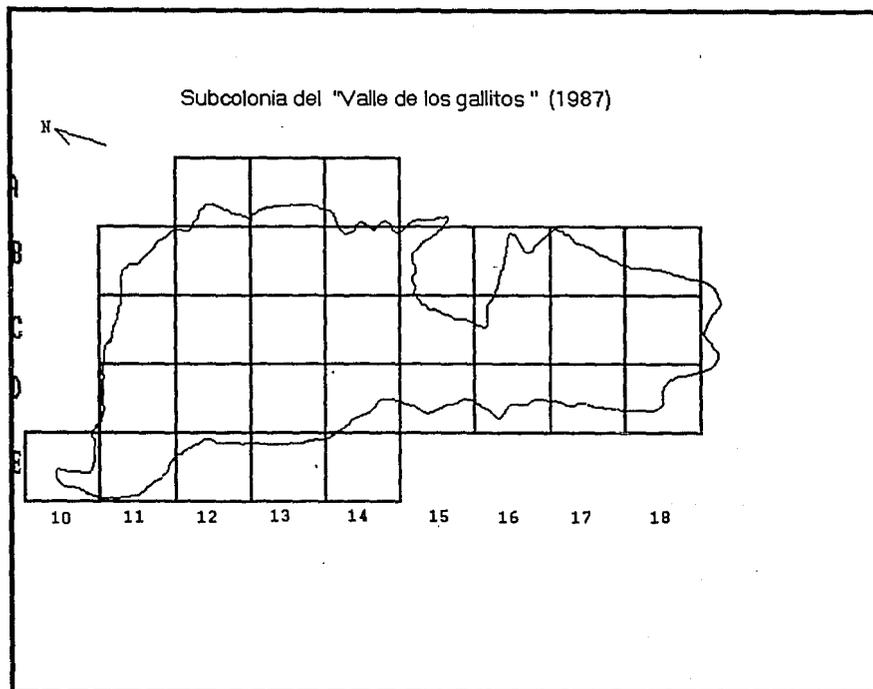


Figura VI.10: Subcolonia de anidación de *Sterna elegans* número 1 en 1987. Los cuadros representan a los cuadrantes de 10 x 10 m marcados sobre el terreno ese año.

Para 1987 la estimación por conteo directo en la subcolonia uno fue de 18 480 nidos, para la subcolonia dos de 1 200 y para la subcolonia tres de 5 000, lo que da un total para toda la colonia de 24 680 nidos o 49 360 individuos. La estimación de la densidad absoluta a partir de la cantidad de nidos en tres de los 19 cuadrantes que ocuparon las aves en las tres subcolonias para este año fue de 21 109 nidos ( $ES \hat{y} = 692.528$ ) (cuadro VI.9) o 42 218 individuos.

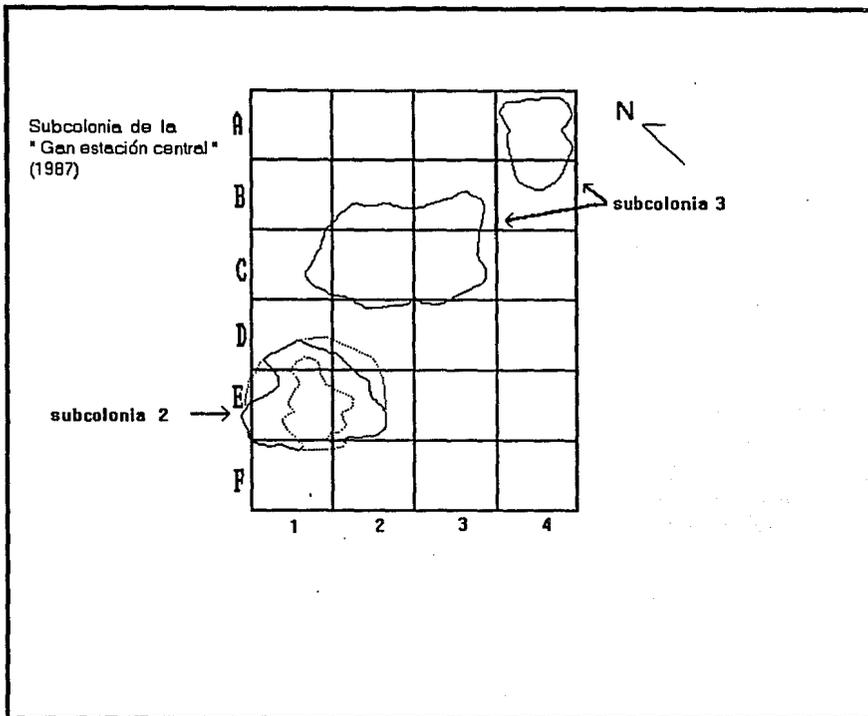


Figura VI.11: Subcolonias de anidación de *Sterna elegans* números 2 y 3 en 1987. Las siluetas se construyeron a partir de las imágenes de la fotografía aérea; los cuadros representan cuadrantes de 10 x 10 m calculados a partir de referencias en el terreno.

A partir del conteo directo se puede calcular la densidad de nidificación en un cuadrante de 10 x 10 m. Para 1986 el total de nidos fue de 24 577 ocupando un área de aproximadamente 21 cuadrantes de 10 x 10 m, lo que da una densidad promedio de 1 170.33 nidos por 10 m cuadrados. Para 1987 el total de nidos fue de 24 680 en un área aproximada de 19 cuadrantes lo que da una densidad promedio de 1 298.95 nidos en 10 m cuadrados.

La densidad de nidificación calculada por el método de muestreo aleatorio simple nos da un promedio de 1 164.8 nidos en 10 m cuadrados (d.e. 44.52,  $n=5$ ) en 1986 y de 1 111 nidos en 10 m cuadrados (d.e. 36.45,  $n=3$ ) en 1987.

Cuadro VI.9: Estimación de la densidad absoluta por medio del muestro aleatorio simple para los datos obtenidos en 1986 y 1987.

año	N	n	$\bar{y}$	$S^2\bar{y}$	$ES\bar{y}$	$\Psi = N\bar{y}$	$S^2\Psi$	$ES\Psi$
1986	21	5	1 164.8	1 981.8	44.51	2 4460.8	13 319.2	364.9
1987	19	3	1 111.0	1 328.5	36.44	21 109.0	479594.5	692.5

$N$ : número total de unidades en la muestra (cuadrantes)

$n$ : número de unidades muestreadas

$\bar{y}$ : media del número de animales por unidad muestreada

$S^2\bar{y}$ : varianza de la media del número de animales por unidad de muestra

$ES\bar{y}$ : error estandar de la media

$\Psi = N\bar{y}$ : número total estimado de animales

$S^2\Psi$ : varianza del número total estimado

$ES\Psi$ : error estandar del número total estimado

El conteo a partir de la fotografía aérea (figuras VI.12 y VI.13) realizado en 1987 arrojó los siguientes resultados: el conteo total de nidos fue de 16 507 para la subcolonia uno, 955 en la subcolonia dos y 4 575 en la subcolonia tres, lo que nos da un total en la colonia de 22 037 nidos o 44 074 individuos. La estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo aleatorio simple para los datos obtenidos del conteo aéreo fue de 18 833 nidos ( $ES\hat{=} = 1 234.2$ ) (cuadro VI.10) o 37 666 individuos.



Figura VI.12: Fotografía aérea de la subcolonia 1 en 1987. En la parte derecha e izquierda de la imagen se pueden apreciar las zonas rocosas que delimitan al valle. En el interior de la zona marcada se observan una serie de puntos que representan individuos de golondrina marina elegante en la zona de anidación; (foto Fulvio Eccardi).

El cálculo de la densidad de nidos en diez metros cuadrados para los datos obtenidos de la fotografía aérea arrojó los siguientes resultados: el total de nidos contados a partir del conteo directo fue de 22 037 nidos que ocuparon un área aproximada de 19 cuadrantes de 10 x 10 metros, lo que da una densidad promedio de 1 159.84 nidos en diez metros cuadrados. La densidad de nidificación calculada por el método de muestreo aleatorio simple nos da un promedio de 991.2 nidos en diez metros cuadrados (d.e. = 64.99, n=5).



Figura VI.13: Fotografía aérea de las subcolonias 2 y 3 en 1987. Se puede observar en la parte inferior una pared de piedra que forma un ángulo de aproximadamente 90 grados; arriba de esta estructura se encuentra el "promontorio de guano", donde se estableció la subcolonia dos; un poco más arriba y a la derecha se observa la subcolonia tres. (foto Fulvio Eccardi).

En el cuadro VI.11 se muestra un resumen de los resultados obtenidos para cada año con los distintos métodos utilizados; se puede observar que las estimaciones más bajas fueron las que se obtuvieron de la fotografía aérea.

Cuadro VI.10: Estimación de la densidad absoluta por medio del muestreo aleatorio simple sobre los datos obtenidos del conteo aéreo en 1987 (ver leyenda cuadro VI.5).

año	N	n	$\bar{y}$	$S^2\bar{y}$	$ES\bar{y}$	$\Psi = N\bar{y}$	$S^2\Psi$	$ES\Psi$
1987	19	5	991.2	4 224.1	64.99	18 833	1 524886	1 234.2

Cuadro VI.11: Resumen de los resultados obtenidos en 1986 y 1987 con los distintos métodos utilizados para estimar el número de aves anidantes en la isla.

	1986	1987	foto aérea (1987)
conteo directo			
número de nidos	24 577	24 680	22 037
número de individuos	49 154	49 360	44 074
muestreo aleat. simple			
número de nidos	24 460.8	21 109	18 833
número de individuos	48 921.8	42 218	37 666
densidad promedio (nidos en 10 m <sup>2</sup> ) de conteo directo	1 170.33	1 298.95	1 159.84
de muestr. aleat. simple	1 164.80	1 111.00	991.20

## VI.6. Estimación de la sobrevivencia de polluelos.

Se estimó la sobrevivencia de los polluelos hasta antes de que éstos abandonaran la isla.

El conteo directo de polluelos antes de que abandonaran la isla (etapa prevuelo) fue, para 1986, de 249 individuos. Si se comparan estos datos con el número total de nidos obtenido del conteo directo para este año (24 577), se encuentra que el número de polluelos sobrevivientes al final de la temporada equivale al 1.01% del total de nidos. Para 1987 se registraron 2 580 polluelos al final de la temporada, lo que equivale al 10.45% del total de nidos registrados por conteo directo ese año (24 680).

Para corroborar los resultados obtenidos con el conteo directo, se realizó una estimación de los polluelos muertos para 1986. Se colectaron los restos de los mismos en las zonas de anidación antes de que se iniciara la siguiente temporada reproductiva. Se contaron 4 268 individuos, lo cual indica que hubo una mortalidad del 17.36% de los polluelos antes de que abandonaran las zonas de anidación. Esta colecta no se realizó para la siguiente temporada ya que los restos de polluelos para ese año fueron muy pocos y muy dispersos. Estos datos concuerdan con los obtenidos por medio del conteo directo al final de la temporada.

## VII. DISCUSION

Se puede observar que el inicio de la puesta de huevos (primeros nidos) fue muy consistente en los dos años, con sólo un día de diferencia con respecto a la fecha; es decir, la puesta de los primeros huevos se realizó con un día de diferencia de un año al otro. Esto indica un ciclo interanual muy preciso respecto al clima y estacionalidad, algo típico de zonas templadas y frías (Ashmole 1963b). Este tipo de sincronía es bien conocido en especies coloniales de climas templados y se cree que permite criar al polluelo durante períodos críticos cuando el alimento y las condiciones ambientales son óptimas (Kirven 1969).

Una vez que se establecen los territorios, la colonia crece en la periferia; el tiempo transcurrido desde que se establecieron los primeros nidos hasta que la colonia dejó de crecer fue de 25 días en ambos ciclos mientras que la salida de los primeros polluelos de las zonas de anidación después del establecimiento de los primeros nidos fue de 42 días en 1986 y 43 en 1987. Las primeras guaderías se formaron antes en 1987 (48 días) que en 1986 (50); esto indica que a pesar de que las crías tardaron más tiempo en abandonar los sitios de anidación en 1987, formaron las primeras guarderías con mayor rapidéz (cinco días) que el año anterior (ocho).

Los datos anteriores muestran que esta colonia tiene gran sincronía de anidación en la formación de los primeros nidos, aunque la puesta se continúa por 25 días, lo cual se debe al gran número de aves anidantes y a la reposición de parejas que perdieron su huevo al principio de la temporada. Parece que no hay relación entre el grado de sincronía y el tamaño de los grupos anidantes (subcolonias) (Schaffner 1982).

La naturaleza gregaria de la golondrina marina elegante es evidente por sus hábitos coloniales y por el hecho de que se encuentra en asociación con más de una especie de la familia Laridae (Kirven 1969; Schaffner 1982).

La golondrina marina elegante comienza a anidar en grandes cantidades, desplazando a las gaviotas plomas; una asincronía en la anidación no haría posible esto (Schaffner 1982). La simplicidad en el nido de esta especie probablemente refleja la dependencia de la sincronía de anidación, reduciendo tiempo y energía en dicha actividad (Kirven 1969). La presencia de miles de aves incubando y la ocurrencia de guarderías con muchos polluelos de la misma clase de edad (una a tres semanas) también indica la puesta sincrónica de grandes segmentos de la población (Kirven 1969).

Según Kirven (1969), la tendencia de los polluelos a abandonar el nido a los pocos días y de agruparse en guarderías puede presentarse como una respuesta de anidar en asociación con otras especies más grandes y agresivas. La ventaja obvia del abandono rápido de los sitios de anidación es evitar una prolongada exposición a interacciones intraespecíficas y depredación potencial; la baja incidencia de depredadores terrestres sugiere que no hay desventaja en la formación de las guarderías, que son tan conspicuas y que podrían atraerlos.

En Isla Rasa se observaron algunos polluelos, sobre todo al final de la temporada, que abandonaron las zonas de anidación tan sólo dos o tres días después de nacidos; esta salida a edades menores que los polluelos que lo hicieron al principio de la temporada probablemente se debió a que las subcolonias estaban desintegrándose, por lo que resultaba más riesgoso quedarse en zonas de anidación con pocos individuos y quedar expuestos a la depredación.

Por las observaciones realizadas en este trabajo se puede afirmar que la formación de guarderías es obligada en la golondrina marina elegante, ya que a pesar de las diferencias en las condiciones generales entre ambas temporadas y en el tiempo de formación de las guarderías, éstas se formaron en los dos años de observaciones, en las temporadas reproductivas de 1988 a 1990 y en 1992 (obs. pers.). La formación de guarderías es obligada en la golondrina marina real y se presenta en otras especies de este género (Smith 1975; Buckley y Buckley 1972a y 1972b; Flint 1984).

Las conductas descritas se observaron dentro de las guarderías que se formaron en las diferentes subcolonias en los períodos reproductivos de 1986 y 1987. Es en estos grupos donde se reúnen la mayor parte de los polluelos que nacen en la colonia y donde pasan gran parte de su tiempo antes de volar, por lo que se considera que la actividad que se realiza dentro de estas agrupaciones influye en su sobrevivencia (Schaffner 1982; McIntyre 1983). Se seleccionaron estas conductas debido a que se presentan con mayor frecuencia y a que es posible distinguirlas y describirlas. Además de la depredación de polluelos por parte de la gaviota ploma y de la gaviota de patas amarillas, que se registró en muy contadas ocasiones

durante este estudio, no se observó ninguna otra conducta dentro de la guardería que se presentara con mucha frecuencia o que fuera fácil de distinguir o describir.

No se han realizado descripciones conductuales de este tipo anteriormente, sólo se han descrito conductas en adultos a nivel de familia (Tinbergen 1959 y otros) y algunas del género (Moynihan 1959).

Según Buckley y Buckley (1970) en su estudio de la golondrina marina real, algunas ventajas adaptativas de la formación de guarderías son: 1) capitaliza la tendencia de los polluelos a alejarse del nido; 2) aumenta la velocidad con que los padres localizan a su cría por lo que 3) aumenta el tiempo que los padres pueden utilizar para buscar alimento; 4) una guardería alarmada se compacta y mueve rápidamente, lo que le permite alejarse con mayor facilidad de los depredadores; 5) da ventaja a cada uno de los miembros de la guardería al encontrarse en grupos y moverse con rapidez, lo que reduce las posibilidades de ser depredados.

A continuación se discuten estos puntos con respecto a la colonia de la golondrina marina elegante en Isla Rasa durante las temporadas reproductivas de 1986 y 1987.

1) Se observó que cuando nacieron los primeros polluelos tardaban en general más tiempo en salir del nido y en unirse a las guarderías que las crías que nacieron al final (los primeros polluelos que nacieron en 1986 tardaban hasta siete días en unirse a las guarderías mientras que algunos de los polluelos que nacieron al final de la temporada, tanto en 1986 como en 1987 tardaron sólo dos días en unirse a las guarderías). De esto se puede concluir que además de la presión de abandonar el nido cuando las áreas de anidación se estaban desintegrando, los polluelos tenían la facilidad de ingresar a una guardería ya formada, cosa que no sucedía al principio de la temporada.

Es importante hacer notar que las guarderías tardaron más tiempo en formarse en 1986 debido probablemente a que hubo una alta mortalidad de crías durante la temporada (ver resultados) y había pocos polluelos y muy dispersos; en 1987 hubo menor mortalidad y las guarderías se formaron con mayor rapidez.

2) Se observó que los padres, cuando regresaban de buscar alimento, la mayoría de las veces (no se cuantificó) se dirigían directamente a las guarderías y comenzaban a llamar a su polluelo hasta que lo localizaban, cosa que en muchas ocasiones sucedía con mucha rapidez, mientras que en 1986, cuando todavía no se formaban estas agrupaciones, se observaban varios adultos deambulando por la colonia buscando a sus crías y tardaban más tiempo en localizarlas.

3) Se observó que los padres pasaban más tiempo con sus crías cuando éstas no estaban en guarderías (1986) mientras que los padres que tenían a sus polluelos en guarderías

muchas veces los dejaban poco tiempo después de que los alimentaban, aunque esto no fue cuantificado.

4) Accidentalmente se perturbó a una parte de la subcolonia en 1986 al caminar por sus alrededores y se observó que todas las crías, que antes de la perturbación estaban dispersas por toda el área en diferentes guarderías (aproximadamente seis) se reunieron en una sola muy grande y compacta (más de 200 polluelos y muchos adultos) en el centro de la zona, lo que confirma que una guardería alarmada en efecto se compacta y se mueve con mucha rapidez. En 1987 también se observó este fenómeno cuando se capturó a las crías para anillarlas; se formaban varios grupos de polluelos que se movían con gran velocidad (había que correr para poder alcanzarlos y redirigirlos al corral donde se encerraban).

5) Se ha discutido ampliamente y existen teorías respecto a la reducción de la probabilidad de ser depredado cuando se está dentro de un grupo (Hamilton 1971 y otros). En las guarderías de Isla Rasa la depredación fue prácticamente nula, con excepción de la que en ocasiones realizan las gaviotas de patas amarillas (*Larus livens*) (Velarde com. pers.) (durante las dos temporadas reproductivas sólo se pudo observar en muy pocas ocasiones que alguna gaviota ploma depredara algún polluelo y eso solamente ocurrió en las zonas de anidación, durante las mismas fechas en que había robo de huevos; nunca se observó depredación por parte de la gaviota de patas amarillas).

Incluso las guarderías generalmente se encuentran rodeadas por varios adultos de gaviota ploma; algunas de estas aves se posaban en medio de la guardería sin que esto afectara en forma significativa la composición del grupo o el comportamiento de los polluelos, ya que estas aves en general sólo trataban de robar el alimento cuando algún padre llegaba a tratar de alimentar a su cría.

Los análisis de correlación que se realizaron entre los parámetros medidos y las conductas observadas en las guarderías muestran algunas tendencias que se discutirán a continuación.

En 1986 la agresión mantuvo una frecuencia baja durante toda la temporada, esto probablemente se debió a que se formaron pocas guarderías este año por lo que no hubo grandes concentraciones de polluelos, lo que provocó que los contactos agresivos fueran menos frecuentes.

El autoacalamiento, la agresión y la actividad general alcanzan su máxima frecuencia alrededor de los 24 grados centígrados, para después comenzar a disminuir conforme aumenta la temperatura. Esto parece indicar que hay una temperatura alrededor de la cual se presenta el máximo de actividad dentro de la guardería; también se observa que la actividad disminuye drásticamente de los 31 grados en adelante.

Se pueden observar otras tendencias no significativas pero que pueden resultar interesantes con respecto a la hora del día. El autoacalamiento presenta dos picos de

máxima actividad, que coinciden con el inicio y la terminación de la actividad diurna; esto sugiere que el autoacalamiento pudiera cumplir la función de limpieza y eliminación de parásitos después del descanso nocturno y al final de la actividad diaria.

Esta misma tendencia se encuentra en la actividad general; se observa que el robo presenta su mayor frecuencia a la mitad del día; durante este mismo período también se presenta la mayor frecuencia de alimentación al polluelo, aunque no hay una tendencia bien definida. Es de esperarse que los intentos de robo de alimento se incrementen cuando hay mayor frecuencia de intentos de alimentación.

En 1987 hay un aumento en la frecuencia de alimentación a la mitad de la temporada; esto puede ser provocado por una mayor demanda de alimento por parte de los polluelos, que ya están más desarrollados. Otro factor puede ser la disponibilidad de alimento en esos días, aunque esto no fue posible medirlo.

El autoacalamiento y la actividad general muestran un aumento en su frecuencia conforme pasan los días, lo cual indica que se desarrolla mayor actividad en la guardería conforme transcurre la temporada. La frecuencia comienza a disminuir cuando las guarderías comienzan a desintegrarse y los polluelos más grandes comienzan a abandonar la isla. El cleptoparasitismo fue bajo en 1987, mostrando su mayor frecuencia en los primeros días que se formaron las guarderías y disminuyendo conforme avanzó la temporada. Esta tendencia podría ser explicada en parte debido a que la cantidad de alimento en la zona era suficiente, por lo que las gaviotas probablemente gastaban menos energía en conseguir su propio alimento que en robarlo.

La agresión es baja durante la mayor parte del día y aumenta en la tarde. Se observó que en las últimas horas del día las guarderías se hacían más compactas, lo que pudo provocar el aumento de la agresión entre sus miembros. El cleptoparasitismo muestra su mayor frecuencia al comenzar el día y posteriormente comienza a declinar, esto podría estar relacionado con las frecuencias de intento de alimentación del polluelo, aunque éstas no fueron significativas.

El autoacalamiento aumenta conforme aumenta la temperatura y después de los 34 grados comienza a declinar; esto se debe en parte a que los polluelos probablemente ocupan su tiempo realizando actividades de termoregulación.

Los dos años muestran grandes diferencias en cuanto a las relaciones que resultaron significativas; las únicas relaciones significativas que se dieron en ambos años fueron las de la temperatura y el autoacalamiento, el resto son diferentes de un año al otro. Estas diferencias se deben probablemente a que durante 1986 hubo falta de alimento, lo que provocó una gran mortalidad de polluelos y ocasionó que las guarderías no se formaran en las mismas condiciones que en 1987.

Cuando se relaciona la mortalidad de polluelos en ambos ciclos reproductivos con las conductas registradas se observa que las diferencias más importantes se dan en las frecuencias de alimentación y el cleptoparasitismo. En 1986 las frecuencias de alimentación fueron bajas con respecto al robo de alimento mientras que en 1987 sucedió lo contrario, por lo que se concluye que éstas dos conductas observadas en las guarderías pueden repercutir en la sobrevivencia de las crías.

Tordesillas (1992) menciona que la dieta de *Sterna elegans* en Isla Rasa durante los ciclos reproductivos de 1985 y 1986 estuvo constituida en un 50% de pelágicos menores de gran importancia comercial, dentro de los cuales los dos tipos principales fueron la anchoveta noroesteña (*Engraulis mordax*) y la sardina monterrey (*Sardinops sagax*).

Al final de la temporada reproductiva de 1986 la importancia de la familia Engraulidae (anchoveta) en la dieta de ésta especie disminuyó drásticamente, sin que exista una explicación de las causas; de manera coincidente, en este año se registró una gran mortalidad de polluelos (Tordesillas 1992).

Las condiciones de pesca que se encontraron en la pesquería de la sardina (aunque dentro de esta pesquería también se capturan otras especies como la anchoveta) pueden servir como un indicador de la abundancia de alimento en el área (ver Furnes 1982; Schaffner 1986). Según Estrada *et al.* (1986), para 1986 la captura total en los puertos de Guaymas y Yavaros (los dos puertos que reciben la mayor proporción de esta pesquería en el Golfo de California) fueron, en el mes de abril, de 27 765 toneladas métricas (TM); para el mes de mayo de 26 284.3 TM y para junio de 14 759.2 TM. Para 1987 (Estrada *et al.* 1987) la captura total en el mes de abril fue de 29 460 TM, para mayo de 40 632 TM y para junio de 37 567.5 TM. Al comparar las cifras de estos dos años se observa que la captura total en 1986 fue mucho menor que en 1987; esto corroboraría en cierta medida la afirmación de que hubo menor disponibilidad de alimento en 1986 que en 1987, siendo una de las posibles causas de la mayor mortalidad de polluelos durante el primer año.

Estos datos pueden indicar que hay una interrelación entre la mortalidad (o la sobrevivencia) y la formación de las guarderías. Cuando hay mucha mortalidad de crías, la formación de estos grupos disminuye, como en efecto ocurrió durante 1986. Esta disminución puede ser consecuencia de la reducción en la probabilidad de encuentros debido a la poca cantidad de polluelos que existe, lo que evita que se reúnan y puedan formar guarderías.

Los resultados que arrojaron los análisis de las tablas de contingencia de edad y tamaño de grupo contra las diferentes conductas observadas se discutirán en los párrafos siguientes.

En 1986 la edad y las conductas son independientes, a pesar de lo cual se puede observar que la frecuencia de autoacalamiento aumenta conforme aumenta la edad, lo cual sugiere que los polluelos practican más esta actividad conforme van creciendo.

El tamaño de grupo y las conductas registradas no son independientes. La frecuencia de autoacicalamiento muestra un incremento hasta que el tamaño de grupo llega a los diez individuos, cuando se rebasa esta cifra, la frecuencia disminuye paulatinamente. Este hecho indica que esta actividad probablemente esté influenciada por el número de individuos en el grupo y que muestre un umbral por arriba del cual el tamaño del grupo tiene una influencia ligeramente negativa.

La frecuencia de agresión permanece más o menos constante mientras el tamaño de grupo es pequeño, pero aumenta cuando es de 12 o más individuos. Esto se explica al considerar que entre mayor es la cantidad de polluelos en la guardería mayor es la posibilidad de encuentros entre sus miembros y de que se presenten actos agresivos.

Se puede observar para 1987 que, en general, la frecuencia de las conductas aumenta conforme aumenta la edad y el tamaño de grupo. Es de esperarse que los polluelos aumenten su actividad conforme van creciendo y desarrollando sus habilidades. El aumento del número de individuos en las guarderías trae como consecuencia un aumento en la actividad general de estos grupos.

El autoacicalamiento, al igual que la actividad total, muestra una tendencia a aumentar conforme aumenta la edad en ambas temporadas. Mientras que en 1986 la agresión se mantiene constante y sólo aumenta ligeramente cuando el tamaño de grupo es grande, en 1987 este comportamiento muestra un incremento desde tamaños de grupo relativamente pequeños, para después mostrar una disminución cuando el tamaño del grupo rebasa los 22 individuos.

En 1987 las frecuencias de agresión y actividad total muestran un comportamiento que no se presenta en la temporada de 1986; lo mismo sucede para la actividad general y el tamaño de grupo.

Para realizar la estimación del número de aves anidantes se utilizaron tres métodos distintos. En 1986 sólo se pudieron realizar el conteo directo y el muestreo aleatorio simple. Los resultados obtenidos por estos dos métodos son muy similares, con una diferencia de tan sólo 233 individuos, por lo que se puede tener confianza de la exactitud de los resultados.

Al comparar las cifras obtenidas para 1987 se puede deducir que hubo una posible sobreestimación con el conteo directo sobre el terreno y que la estimación por medio del muestreo aleatorio simple estuvo muy cercana al conteo directo de la fotografía aérea.

Si se comparan los resultados de ambas temporadas se puede observar que en 1986 el número de aves anidantes fue ligeramente mayor que en 1987, lo que nos indica que independientemente del éxito reproductivo que puedan tener en determinadas temporadas, el número de aves anidantes permanece relativamente constante. Es necesario realizar más

estudios al respecto, ya que a largo plazo puede haber alguna tendencia, ya sea a aumentar o disminuir el número de aves anidantes.

El conteo directo se efectuó después de que las aves abandonaron la colonia; este método es sencillo pero laborioso, ya que, a pesar de que los nidos se pueden distinguir con facilidad en el terreno, el problema en este caso es la gran cantidad de nidos que hay, lo que puede ocasionar errores de conteo, ya sea por contar varias veces los mismos nidos o por omitir contar; estos errores se pueden disminuir realizando conteos cuidadosos, marcando cuadrantes en el terreno y realizando varios conteos. Este método resulta fácil de aplicar para esta colonia; sin embargo, puede no ser muy eficaz para colonias donde los nidos no se pueden distinguir claramente.

El método de muestreo aleatorio simple representa mucho menos trabajo que el anterior, ya que sólo se necesita contar unos pocos nidos después de marcar cuadrantes en el terreno y escoger algunos al azar, para luego realizar algunos cálculos sencillos y obtener una estimación del total de la población. La desventaja de este método es que es necesario realizar un calculo exacto del área que ocupa la colonia o del número exacto de cuadrantes que la componen; también puede existir el problema de que algunos cuadrantes tengan una densidad de nidos significativamente menor o mayor que los demás, lo que introduciría un sesgo al cálculo.

En esta especie la densidad de anidación es muy constante en toda la colonia por lo que este problema no se presenta, con excepción de aquellos cuadrantes que no estén totalmente ocupados o que tengan objetos que eviten el establecimiento de nidos, como podría ser el caso de rocas o arbustos (en la zona donde estas aves anidan regularmente sólo se encuentran algunos pocos arbustos y rocas pequeñas).

El método de conteo por medio de fotografía aérea es probablemente el más efectivo de los tres, ya que se tiene una imagen de la colonia en la que se pueden distinguir claramente (dependiendo de la calidad de la fotografía) todos los nidos establecidos en la colonia. Una vez que se obtuvo la fotografía, se efectua el conteo para posteriormente obtener el total de nidos en la colonia; también se puede obtener una estimación si se realiza un muestreo aleatorio simple de los cuadrantes marcados en la imagen.

La desventaja de este método es que no siempre es posible obtener la fotografía y cuando se consigue no siempre es posible que tenga la suficiente calidad para que sea posible distinguir los nidos en forma individual. Un riesgo que se corre con esta técnica es que si la avioneta sobrevuela la colonia a muy baja altura, existe la posibilidad de ahuyentar a las aves anidantes e incluso provocar la deserción masiva de toda la colonia, por lo que cuando se use este método se debe proceder con mucha cautela y contar con el equipo y la experiencia necesaria para tener la mejor imagen posible.

La forma de obtener los mejores resultados es aplicar más de una de estas técnicas a la misma población; de esta forma se puede tener una mejor estimación del tamaño real de la población sin tener que preocuparse por sub o sobreestimaciones. Una gran ventaja que se obtiene cuando se comparan los resultados de estas técnicas es que se puede deducir si en algunas de ellas se está cometiendo algún error y proceder a su corrección, cosa que no es posible saber cuando solamente se aplica un método.

La densidad de nidificación obtenida en los dos años es semejante a la obtenida por Schaffner (1982) en la colonia de San Diego, California, que fue de diez nidos por metro cuadrado.

Los resultados de la estimación de la sobrevivencia de polluelo muestran que para 1986 el conteo fue de 249 individuos, lo que representa el 1.01% de sobrevivientes con relación al número de nidos establecidos en la temporada. Para 1987 se contaron 2 580 individuos, el 10.45% de sobrevivientes en relación a los nidos establecidos en esta temporada. Se consideró que cada nido tuvo un sólo huevo, ya que a diferencia de Schaffner (1982 y 1986) que encontró algunos nidos con dos huevos, en Isla Rasa, durante las dos temporadas reproductivas, sólo se pudo observar un nido en donde se encontraban dos polluelos y no se vió un sólo nido con dos huevos.

No fue posible obtener una estimación más precisa de la mortalidad debido a la dificultad que representa el gran número de aves anidantes en la isla. Los polluelos, una vez que abandonan la guardería, se dispersan en todas direcciones y se dirigen hacia la costa, de donde abandonan la isla junto con sus padres; debido a esto su localización y cuantificación se hace sumamente difícil por lo que estos resultados se deben tomar con la debida consideración. A pesar de esto, la gran diferencia que hay de una temporada a otra en cuanto al número de polluelos sobrevivientes hace evidente que la sobrevivencia fue mucho menor en 1986.

Si se toman en cuenta los únicos indicadores disponibles de la abundancia de alimento en el área, como son los reportes de la captura total de la flota sardinera de Guaymas y Yavaros en las mismas fechas que las temporadas reproductivas de 1986 (Estrada *et al.* 1986) y 1987 (Estrada *et al.* 1987) y el estudio realizado en 1986 por Tordesillas (1992), se puede concluir que la gran mortalidad observada en 1986 se puede deber, al menos en parte, a la escasez de alimento en la zona.

Es muy probable que los datos de sobrevivencia de polluelos estén subestimados debido a la dificultad de poder contar a todos los polluelos en la isla. Esto se puede reforzar por el hecho de que en 1986 se contaron 249 polluelos sobrevivientes al final de la temporada y los cadáveres colectados en las zonas de anidación para ese mismo año fueron 4 268, lo que da un total de tan sólo 4 517, que comparado con el número de nido establecidos en esa temporada (24 577) demuestra claramente que, independientemente de cualquier situación, no fueron contadas todas las crías de ese año, ya fueran vivas o muertas.

Schaffner (1986) encontró que esta especie es altamente dependiente de la abundancia de alimento en la etapa de crianza de los polluelos, al menos hasta que éstos comienzan a volar; también encontró que su reproducción varía en forma muy similar a la abundancia del alimento. Por todo lo anterior se puede considerar a esta ave como un indicador de la abundancia del alimento en el área. Por otro lado, algunos estudios sugieren que puede existir cierta competencia entre ésta ave y las pesquerías comerciales (Schaffner, 1986; ver también Furnes, 1982; Furnes y Monahan, 1987 para aves marinas en general), aunque es necesario realizar más estudios al respecto.

Para que en un futuro el hombre pueda utilizar a esta ave como indicador de cambios ambientales (ver Maxell y Smith, 1983) y de la abundancia de algunos peces de importancia comercial, tales como la sardina y la anchoveta (que forma parte importante de la dieta de esta especie de ave (Tordesillas 1992)), así como para poder protegerla y conservarla, es necesario tener un conocimiento profundo acerca de su biología, lo mismo que de su dinámica poblacional y otros aspectos ecológicos como el forrajeo y la alimentación.

## VIII. CONCLUSIONES

- La colonia reproductiva de Isla Rasa tiene una gran sincronía en el inicio de la puesta de huevos y un ciclo interanual muy preciso.
- La formación de guarderías parece ser obligada en esta especie; las agrupaciones se establecieron aproximadamente cinco días después que salieron los polluelos de las zonas de anidación y permanecieron formadas hasta que las crías abandonaron la isla.
- Las guarderías facilitan y hacen más rápida la salida de los polluelos de las zonas de anidación, sobre todo al final de la temporada, lo que hace de la formación de guarderías una estrategia adecuada para especies coloniales.
- Las guarderías facilitan a los adultos la localización de su cría y les da más tiempo para buscar alimento.
- Las guarderías tienen gran capacidad de movimiento, lo que les permite evitar a los depredadores potenciales, aunque no existen datos suficientes para afirmar que esto ocurra en Isla Rasa.
- Se encontró que la alimentación del polluelo y el robo de alimento o cleptoparasitismo pueden influir en la sobrevivencia de las crías.
- Los parámetros ambientales registrados influyen significativamente en la frecuencia de las conductas que se observaron en la guarderías de esta especie.
- La frecuencia de las conductas registradas en las guarderías aumenta conforme aumenta la edad de sus miembros y el tamaño del grupo.
- El número de aves anidantes permanece relativamente constante de un año a otro, aunque es necesario realizar más estudios al respecto para corroborar esta tendencia.

- La densidad de anidación fue similar en ambas temporadas y coincide con la densidad observada en la colonia de San Diego, California.
- La mortalidad de crías fue mayor en 1986 que en la siguiente temporada; una de las causas más probables fue la falta de alimento en el área.
- Es necesario realizar estudios sobre el crecimiento de la colonia reproductora a mediano y largo plazo para saber si la población está creciendo o permanece estable; también es necesario elaborar un calendario reproductivo completo de esta especie en la isla. Se necesitan realizar investigaciones en las guarderías, entre otras cosas, con respecto al número de alimentaciones diarias que recibe un polluelo, la identificación individual de crías para poder realizar un seguimiento de su desarrollo dentro de estas agrupaciones y la frecuencia de éxitos y fracasos en la alimentación del polluelo y el cleptoparasitismo en relación con la abundancia de alimento y la sobrevivencia de las crías.

## IX. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido el esfuerzo de muchos años en los que han colaborado gran cantidad de personas, de las formas más diversas; a todas ellas quiero agradecer su valioso apoyo y colaboración.

A la doctora Enriqueta Velarde por el apoyo para la realización del trabajo de campo en Isla Rasa y gran parte del trabajo de gabinete en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A mis compañeros y amigos, con quienes disfrute aún más mis estancias en la isla y el trabajo que ahí realizamos: Marisol Tordesillas, Lourdes González, Fulvio Eccardi, Sachiko Chiriguchi, Gabriela Lozano, Lorena Vadillo y a los "loberos", vecinos de la Isla Angel de la Guarda, en especial a Alfredo Zavala y Maricarmen García por su invaluable amistad.

A los pescadores de la región, en especial a las tripulaciones de los barcos "Don José", "Baja Explorador", "Felipe Angeles", "Santa Mónica", "Poseidon" y "José Andrés", que siempre apoyaron a los "nativos" de Isla Rasa con víveres, pescado fresco, cervezas y "sodas" frías; pero sobre todo, por su siempre sincera amistad y desinteresada hospitalidad; gracias a ellos pude conocer mejor la vida en y con el mar.

A Jesus Cárdenas, el "Chuy" por su ayuda en la isla y sus enseñanzas sobre el mar y sus islas. De la misma forma deseo agradecer la ayuda y amistad de los pobladores de Bahía de Los Angeles, en especial a Toño Resendiz y Abraham Vazquez.

A Francisco Flores, Fernando González y sus familias por su desinteresada ayuda y amistad durante nuestras estancias en Mazatlán.

A Bernie Tershy y Down Bresee por su gran amistad y por los atinados comentarios sobre el trabajo escrito; gracias a ellos descubrí otra de las tantas facetas que tiene el Golfo de California.

A la Secretaría de Marina, Armada de México, en particular a VI zona naval de Guaymas, Sonora y a la XVIII zona naval de Mazatlán, Sinaloa, por su apoyo en la protección y vigilancia de la isla y por su invaluable ayuda para el aprovisionamiento de agua fresca y víveres.

A Fulvio Eccardi por sus valiosas enseñanzas en el difícil arte de la fotografía y por facilitarme las fotografías aéreas de las zonas de anidación.

A Jorge Olguin, del Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas de la U.N.A.M. por su asesoría en estadística durante los análisis preliminares de los datos y a Jesus Serrano, de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. por su ayuda para los análisis estadísticos finales de este trabajo.

A los sinodales: Enriqueta Velarde, Kathleen Babb, Irene Pisanty, Fanny Rebón y Noemí Chavez por sus valiosos comentarios y sugerencias durante la revisión de este documento.

A mi hermano Rubén Tobón por su asesoría y por facilitarme el equipo para la edición e impresión final de este trabajo.

A Suraya Borrego por su ayuda en parte de los engorrosos trámites burocráticos, pero sobre todo por su gran cariño, amistad y paciencia, así como por el apoyo incondicional que me brindó en la parte final de la elaboración de este trabajo.

A todos los "isleños" y demás "fauna de acompañamiento" que han hecho más gratos todos estos años de trabajo en el Golfo de California, en especial, a riesgo de omitir algún nombre, a Lius Bourillón, Antonio Cantú, Pablo Cervantes, Fulvio Eccardi, Enrique Lira, María Elena Martínez, Jesus Ramírez, Enriqueta Velarde y Alfredo Zavala.

A todos mis amigos y compañeros de la Facultad de Ciencias de la U.N.A.M. durante mis años de "estudiante"; con ellos aprendí el verdadero significado de las palabras compañerismo y amistad (y también diversión).

Finalmente deseo expresar mi más sincero agradecimiento y cariño a mis padres y hermanos por su amor, paciencia y ayuda durante todos estos años... y más.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- A. O. U. 1983. Checklist of North American Birds. Sexta edición. American Ornithologist Union. Kansas. 877 pp.
- Altmann, S. 1956. Avian mobbing behavior and predator recognition. The Condor. 58 (4): 241-253.
- Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. Behaviour 49 (34): 227-266.
- Anderson, D., J. Mendoza y J. Keith. 1976. Seabirds in the Gulf of California: a vulnerable, international resource. Natural Resources Journal. 16: 483-505.
- Anderson, D. y J. Keith. 1980. The human influence on seabird nesting succes: conservation implications. Biological Conservation. 18: 65-80.
- Anderson, D., S. Beebe y E. Velarde. 1985. Conservación de las islas en un mar en el desierto. Anteproyecto y planes para la administración y conservación del Mar de Cortés y sus islas. Editado por U. C. Davis Publications, SD (200) 1/85. 16 pp.
- Anderson, M., F. Gotmark y C. Wicklund. 1981. Food information in the black-headed gull Larus ridibundus. Behav. Ecol. Sociobiol. 9: 199-202.
- Ashmole, N. 1963a. The biology of the wideawake or sooty tern (Sterna fuscata) on Ascencion Island. The Ibis. 103b (3): 297-364.
- Ashmole, N. 1963b. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. The Ibis. 103b (3): 458-473.
- Ashmole, N. y H. Tovar. 1968. Prolonged parental care in royal terns and other birds. The Auk. 85: 90-100.

- Bahre, C. 1983. Human impact: the Midriff Islands, en Case, T. y M. Cody (eds). Islands biogeography of the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Bancroft, G. 1927. Notes on the breeding coastal and insular birds of central Lower California. The Condor. 29 (1): 188-195.
- Banks, R. 1963. Birds of Cerralvo Island. The Condor. 65: 300-312.
- Bayer, R. 1982. How important are birds colonies as information centers?. The Auk. 99: 31-40.
- Bent, A. 1921. Life history of North American gulls and terns. Bull. U. S. Nat. Mus. 113: 211-221.
- Bolaños, F. 1990. El impacto biológico: Problema ambiental contemporáneo. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 476 pp.
- Bourillón, L., A. Cantú, F. Eccardi, E. Lira, J. Ramírez, E. Velarde y A. Zavala .1988. Islas del Golfo de California. Secretaría de Gobernación - Universidad Nacional Autónoma de México. México. 292 pp.
- Brewster, W. 1902. Birds of the Cape Region of Lower California. Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. 41 (1): 1- 241.
- Brockman, H. y C. Barnard. 1979. Kleptoparasitism in birds. Anim. Behav. 27: 487-517.
- Brown, L. 1958. The breeding of the greater flamingo Phoenicopterus ruber at Lake Elmenteita, Kenya colony. The Ibis. 100: 389-420.
- Brown, L. y E. Urban. 1969. The breeding biology of the great white pelican Pelecanus onocrotalus roseus at Lake Shala, Ethiopia. The Ibis. 111: 199-237.
- Buckley, P. y F. Buckley. 1970. Color variation in the soft parts and down of royal tern chicks. The Auk. 87: 1-13.
- Buckley, F. y P. Buckley. 1972a. The breeding ecology of royal tern Sterna (Thalasseus) maxima maxima. The Ibis. 114 (2): 344-359.
- Buckley, P. y F. Buckley. 1972b. Individual egg and chick recognition by adult royal tern (Sterna maxima m.). Animal Behaviour. 20: 457-462.

- Buckley, F. y P. Buckley. 1980. Habitat selection and marine birds, en Burger, J., B. Olla y H. Winn (eds). Behavior of marine animals, vol. 4: marine birds. Plenum Press. New York. 515 pp.
- Burger, J. 1984. Colony stability in least terns. The Condor. 86: 61-67.
- Burger, J. 1988. Effects of age on foraging in birds. Proc. Int. Ornithol. Congr. 19: 1127-1140.
- Burger, J. y M. Gochfeld. 1990. Human disturbance and predation, en Seabirds on islands: threats, case studies and action plans. Seabirds specialist group's pre-conference workshop. ICBP World Conference-Seabird Workshop. Hamilton, Nueva Zelanda. Noviembre 1990. 6.
- Case, T. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Caughley, G. 1977. Analysis of vertebrate populations. John Wiley and Sons Ltd. New York. 234 pp.
- Cochran, W. 1980. Técnicas de muestreo. C.E.C.S.A. México. 513 pp.
- Cody, M. 1966. A general theory of clutch size. Evolution. 20: 174-184.
- Cody, M., R. Moran y H. Thompson. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Cott, H. 1954. The exploitation of wild birds for their eggs. The Ibis. 96: 129-149.
- Cullen, J. 1960. Some adaptations in the nesting behavior of terns. 12th Inter. Ornithol. Congr. 153-157.
- Davis, L. 1982. Creching behavior of adelic penguin chicks (*Pygoscelis adeliae*). New Zealand Journal of Zoology. 9: 279- 286.
- Diario Oficial de la Federación (D.O.F.). 30 de mayo de 1964. Gobierno Federal de los Estados Unidos Mexicanos.
- Duffy, D. 1980. Patterns of piracy by peruvian seabirds: a depth hypothesis. The Ibis. 122: 521-525.

- Dunn, E. 1973. Roosting behavior of roseate terns. The Auk. 90: 641-651.
- Estrada J., M. A. Cisneros, D. Santos, A. Godínez y C. Alvarado. 1986. Informe de la pesquería de la sardina, oscuros 7, 8 y 9, 1986. Boletines informativos 9, 10 y 11 CRIP. Guaymas, Sonora.
- Estrada J., M. A. Cisneros, D. Santos, A. Godínez y C. Alvarado. 1987. Informe de la pesquería de la sardina, oscuros 7, 8 y 9, 1987. Boletines informativos 21, 22 y 23 CRIP. Guaymas, Sonora.
- Erwin, R. 1978. Coloniality in tern: the role of social feeding. The Condor. 80: 211-215.
- Evans, M. 1973. The reproductive ethology of the caspian tern (Hydroprogne caspia) breeding at San Diego Bay. Tesis San Diego State University. San Diego, California. 154 pp.
- Flint, E. 1984. Energetics and social behavior of the sooty tern (Sterna fuscata) in the central Pacific. Tesis de doctorado. University of California, Los Angeles. 132-149.
- Furness, R. 1982. Competition between fisheries and seabirds communities. Adv. Mar. Biol. 20: 225-307.
- Furness, R. y P. Monaghan. 1987. Seabird ecology. Blackie and Son Ltd. 164 pp.
- Furness, R. y D. Nettleship. 1991. Introductory remarks: seabirds as monitors of changing marine environments. Inter. Congr. 20: 2239-2245.
- Fuchs, E. 1977. Kleptoparasitism of Sandwich terns Sterna sandvicensis by black-headed gull Larus ridibundus. The Ibis. 119: 183-190.
- Gallup, F. y B. Bailey. 1960. Elegant tern and royal tern nesting in California. The Condor. 62 (1): 65-66.
- Gastil, G., J. Minch y R. Phillips. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Gauzer, M. 1981. Socially conditioned mortality of nestlings in the Thalasseus sandvicensis colonies on the Krasnovodsk Bay Islands, I. General characteristics of juvenile mortality and its possible causes. Dsooloicheskii Jurnal. 60 (4): 530-539.
- Gochfeld, M. 1983. Colony site selection by least terns: physical attributes of sites. Colonial waterbirds. 6: 205- 213.

- Gorman, M. y H. Milne. 1972. Crèche behaviour in the common eider, Somateria m. mollissima. L. Ornith. Scandinavica. 3: 21-26.
- Haley, D. 1984, en Haley, D (ed). Seabird eastern north Pacific ans Arctic waters. Pacific Search Press. Washington. 214 pp.
- Hamilton, W. 1971. Geometry for the selfish herd. Journal of Theoretical Biology. 31: 295-311.
- Harrison, P. 1983. Seabirds, an identification guide. Houghton Mifflin Co. Boston. 448 pp.
- Harrison, C. 1984. Terns, family Laridae, en Haley D. (ed). Seabirds easatern north Pacific and Arctic waters. Pacific Search Press. Washington. 214 pp.
- Hatch, J. 1970. Predation and piracy by gulls at a ternery in Maine. The Auk. 87: 244-254.
- Hinde, R. 1973. On the design of check-sheets. Primates 14 (4): 393-406.
- Hopking, C. y R. Wiley. 1972. Food parasitism and competition in two terns. The Auk. 89: 583-594.
- Hounde, A. 1983. Nest density, habitat choice and predation in a common tern colony. Colonial waterbirds. 6: 178-184.
- Hulsman, K. 1976. The robbing behavior of terns and gulls. Emu. 76: 143-149.
- Hulsman, K. 1984. Selection of prey and succes of silver gulls robbing crested terns. The Condor. 86: 130-138.
- Hulsman, K. y G. Smith. 1988. Biology and growth of the black-naped tern Sterna sumatrana: an hypotesis to explain the relative growth rates of inshore, offshore and pelagic feeders. Emu. 88: 234-242.
- Hunt, G. 1980. Mate selection and mating systems in seabirds, en Burger, J., B. Olla y H. Winn (eds). Behavior of marine animals, vol. 4: marine birds. Plenum Press. New York. 515 pp.
- Jehl, J. 1984. Conservation problems of seabirds in Baja California and the Pacific northwest. ICBP Technical Publications. 2: 41-48.

- Kirven, M. 1969. The breeding ecology of caspian terns (*Hydroprogne caspia*) and elegant tern (*Thalasseus elegans*) at San Diego Bay. Tesis San Diego State College. San Diego. 114 pp.
- Lenher, P. 1979. Handbook of ethological methods. Garland STPM press. New York. 403 pp.
- Mailliard, J. 1923. Expedition of the California Academy of Sciences to the Gulf of California in 1921. The birds. Proceedings of the California Academy of Sciences. 12 (24): 443-456.
- Maluf, L. 1983, en Case T. y M. Cody (eds). Island biogeography in the Sea of Cortes. U. of California Press. Berkeley. 508 pp.
- Magnusson, W. 1980. Hatching and creche formation in *Cocodylus porosus*. Copeia. 2: 359-362.
- Maxwell, G. y G. Smith. 1983. Nest sites competition and population estimates of island nesting common tern, ring-billed gulls and herring gulls in the St. Lawrence River. The Kingbird. 19-25.
- McIntyre, J. 1983. Nurseries: a consideration of habitat requirements during the early chick-rearing period in common loons. J. Field Ornithol. 54 (3): 247-253.
- McNicholl, M. 1975. Larid site tenacy and group adherence in relation to habitat. The Auk. 92: 98-101.
- McNicholl, M. 1982. Factors affecting reproductive success of Forster's terns at Delta Marsh, Manitoba. Colonial Waterbirds. 5: 32-38.
- Miller, A. 1960. Adaptation of breeding schedule to latitude. Proc. XII Inter. Ornith. Congr. Helsinki (1958). 513- 522.
- Monaghan, P. J. Uttley y M. Burns. 1991. The influence of changes in prey availability on the breeding ecology of terns. Inter. Congr. 20: 2257-2262.
- Moynihan, M. 1959. A revision of the family Laridae (Aves). American Museum Novitates. 1928: 1-41.
- Murno, J. 1975. L'élevage des jeunes chez l'Eider commun (*Somateria mollissima*) dans l'estuaire du Saint-Laurent. Tesis de maestría. Université Laval. Québec.

- Murno, J. y J. Bédard. 1977a. Gull predation and creching behavior in the common eider. J. Anim. Ecol. 46: 799-810.
- Murno, J. y J. Bédard. 1977b. Creche formation in the common eider. The Auk. 94: 759-771.
- Muselet, D. 1982. Formation d'une crèche dans une colonie de sternes pierregarins Sterna hirundo. L'Oiseau et la Revue Française D'Ornithologie. 52: 372.
- National Geographic Society. 1983. Field guide of the birds of North America. National Geographic Society. Primera edición. Washington. 463 pp.
- Nelson, B. 1980. Seabirds, their biology and ecology. Hamlyn, Londres. 224 pp. - Nelson, J. 1988. Age and breeding in seabirds. Proc. Int. Ornithol. Congr. 19: 1081-1097.
- Nettleship, D. 1991. Seabird management and future research. Colonial Waterbirds. 14 (2): 77-83.
- Nisbet, I. y M. Welton. 1984. Seasonal variation in breeding success of common terns: consequences of predation. The Condor. 86: 53-60.
- Nisbet I. 1990. Effects of pollution on marine birds, en Seabirds on islands: threats, case studies and action plans. Seabirds specialist group's pre-conference workshop. ICBP World Conference-Seabird Workshop. Hamilton, Nueva Zelanda. Noviembre 1990. 2.
- Palacios, E. 1989. Requerimientos y hábitos reproductivos de la golondrina marina de California (Sterna antillarum brawni Mearns 1916) en la Ensenada de La Paz. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz. 72 pp.
- Peterson, R y E. Chalif. 1973. A field guide to mexican birds. Houghton Mifflin Co. Boston. 298 pp.
- Ridway, R. 1919. The birds of north and middle America. Bull. U. S. Nat. Mus. 50 (8): 472-474.
- Ryder, J. 1980. The influence of age on the breeding biology of colonial nesting seabirds, en Burger, J., B. Olla y H. Winn (eds). Behavior of marine animals, vol. 4: marine birds. Plenum Press. New York. 515 pp.
- Safina, L. y J. Burger. 1988. Prey dynamics and the breeding phenology of common tern (Sterna hirundo). The Auk. 105: 720-726.

- Schaffner, F. 1982. Aspects of the reproductive ecology of the elegant tern (*Sterna elegans*) at San Diego Bay. Tesis San Diego State University. San Diego. 182 pp.
- Schaffner, F. 1986. Trends in elegant tern and northern anchovy populations in California. The Condor. 88: 347-354.
- Schaller, G. 1964. Breeding behaviour of the white pelican at Yellowstone Lake, Wyoming. The Condor. 66: 3-23.
- Schneider, F. 1927. Invasion of southern California by elegant terns. The Condor. 29 (1): 71.
- Secretaría de Gobernación y Secretaría de Marina. 1987. Islas Mexicanas. Regimen Jurídico y Catálogo. México. 154 pp.
- Small, A. 1951. An unusual concentration of elegant terns in southern California. The Condor. 53: 154.
- Smith, A. 1975. Studies of breeding sandwich tern. Brit. Birds. 68: 142-156.
- Smith, R. 1981. The trouble with "bobos" *Paraleucopis mexicana* Steykal at Kino Bay, Sonora, México. (Diptera: Chamaemyiidae). Proc. Entomol. Soc. Wash. 83 (3): 406-412.
- Stonehouse, B. 1960. The king penguin *Aptenodytes patagonica* of South Georgia. Part 1. Breeding behavior and development. Sci. Rept. Falkland Island Depend. Surv. No. 23.
- Tinbergen, N. 1959. Comparative studies of the behaviour of gulls (Laridae): a progress report. Behaviour. 15: 1-70.
- Tobón-García, E. y E. Velarde. 1987. Some activities in the creches of the elegant tern (*Sterna elegans*) in Isla Rasa, Baja California, México. Conferencia presentada en el XIV Annual Meeting of the Pacific Seabird Group. Pacific Grove, California. Diciembre 1987.
- Tordesillas, M. 1992. Dieta del gallito de mar elegante (*Sterna elegans*) durante la temporada de reproducción de 1985 y 1986 en Isla Rasa, B.C. (Aves: Laridae). Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tordesillas, M y E. Velarde. 1987. Diet of the elegant tern (*Sterna elegans*) in Rasa Island, Baja California, México. Conferencia presentada en el XIV Annual Meeting of the Pacific Seabird Group. Pacific Grove, California. Diciembre 1987.

- Velarde, E. 1989. Conducta y ecología de la reproducción de la gaviota parda (Larus heermanni) en Isla Rasa, Baja California. Tesis de doctorado, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 129 pp.
- Velarde, E. 1990. Las aves marinas como agentes de muestreo de las poblaciones de peces de importancia comercial en la Región de las Grandes Islas del Golfo de California, México. Proyecto de investigación. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Velarde, E. en prensa. Familia Charadriidae. en G. Ceballos y D. Navarro (eds). Conservación de la fauna silvestre de México. Limusa -Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Velarde, E. y J Arriola. 1989. Interacción de la gaviota parda (Larus heermanni) y el gallito de mar elegante (Sterna elegans) con los peces pelágicos menores que constituyen su alimento, durante la temporada de reproducción en Isla Rasa, Baja California. Cartel presentado en el II Congreso de Investigadores del Mar de Cortés, A. C. Hermosillo, Sonora, 1989.
- Vidal, N. 1967. Aportación al conocimiento de la Isla Rasa, Baja California. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. 48 pp.
- Walker, L. 1965. Baja's island of birds. Pacific Discovery. 18 (3): 27-31.
- Ward, P. y A. Zahavi. 1973. The importance of certain assemblages of birds as "information centres" for food-finding. The Ibis. 115: 517-534.
- Wittemberg, J y G. Hunt. 1985. The adaptative significance of coloniality in birbs. En Farner D.,J. King y K. Parkes (eds.). Avian Biology. Academic Press. New York. 1-78.
- Yeates, G. 1975. Microclimate, climate and breeding success in Antarctic penguín; en Stonehouse B. (ed). The biology of penguíns. Macmillan. Londres. 397-409 p.

## XI. APENDICES

### XI.1. Escondite.

Fotografía que muestra el escondite utilizado para la observación de las guarderías.



