



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE BIOLOGIA DEL MEDIO AMBIENTE

**DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE
LA RELACIÓN PADRE - POLLUELO DE *Sula sula* EN PUNTA PITT - ISLA
SAN CRISTÓBAL**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Biólogo del Medio
Ambiente**

Autores:

**Alexi Guillermo Obando Pallo
Sebastián Marcelo Ramírez Peña**

Director:

MSc. Juan Pablo Martínez

**Cuenca, Ecuador
2008**

DEDICATORIA

A mis padres **Marcelo** y **Lucía**,
por el apoyo incondicional de
siempre.

Sebastián.

A mis padres, **Sonia** y **Edmundo**,
que con su amor, comprensión y
confianza me brindaron todo su
apoyo moral y económico en todo
momento para seguir adelante y así
ver cristalizada mi meta.

Alexi.

AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a todas las personas y organizaciones que aportaron para la elaboración de esta tesis, especialmente a: el Servicio Parque Nacional Galápagos, el MSc. Washington Tapia, el personal de la Oficina Técnica del Parque Nacional Galápagos en la isla San Cristóbal, la MSc. Maryuri Yépez, Nelson García, los guardaparques, en especial: Olmedo Gil, Lauro Pallo, Fabricio Sayo, Franklin Chicaiza, Efraín García, Oscar Chica. Los Biólogos Danilo Arévalo y Andrés Oleas. Al señor Jerónimo Gando. Al MSc. Juan Pablo Martínez, director de nuestra tesis. A todos nuestra eterna gratitud por habernos orientado e impulsado a la realización de nuestra investigación, gracias por sus valiosos conocimientos y tan acertada dirección. A nuestras familias de donde nunca faltó el apoyo. Y a todas las personas que contribuyeron de una u otra forma para la culminación de este estudio.

RESUMEN

El presente estudio realizado entre octubre de 2007 y septiembre de 2008, evalúa el estado poblacional de *Sula sula* en Punta Pitt y los comportamientos en la relación padre-polluelo. Punta Pitt presenta vegetación nativa y cercanía al mar, lo cual favorece la presencia del ave. Se registró un promedio de 279 adultos, 367 nidos, 68,9% de éxito de eclosión, y un 84% de sobrevivencia de polluelos, evidenciando así un buen estado poblacional. Se confirmó el tamaño de nidada de un huevo. La permanencia en el nido dura aproximadamente 120 días, donde es cuidado por sus padres. Su crecimiento es mayor durante los dos primeros meses, reduciéndose en los meses restantes.

ABSTRACT

The present work was carried out between october of 2007 and september of 2008. The population of *Sula sula* in Punta Pitt was assessed and the behaviors in the relationship father-chick were evaluated. Punta Pitt presents native vegetation and proximity to the sea, these are favourable factors to the presence of the bird. An average of 279 adults, 367 nests, 68.9% of success of hatching, and an 84% of survival of chicks was registered, evidencing a good population status. The size of brood of an egg was confirmed. The chick remains in the nest for approximately 120 days, where the parents take care of their baby birds. The growth peak of the chick occurs during the two first months and decrease in the next months.

OBJETIVOS

General

- Determinar el tamaño poblacional y evaluar el efecto de la relación padre-polluelo en la supervivencia de *Sula sula*.

Específicos

- Localizar poblaciones en el sector de Punta Pitt.
- Evaluar el número de polluelos que eclosionan de una misma puesta de huevos.
- Determinar la proporción de huevos que eclosionan y los factores que influyen en la no eclosión.
- Evaluar los comportamientos que inciden en la supervivencia de los polluelos mediante la observación de la relación padre-polluelo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Objetivos.....	v
Indice de contenidos.....	vi
Indice de anexos.....	viii
Indice de tablas y figuras.....	ix
 Introducción.....	 1

CAPÍTULO 1: FUNDAMENTACION TEORICA

1.1 Descripción general del área de estudio.....	4
1.1.1 Geografía.....	4
1.1.2 Clima.....	6
1.2 Especies animales introducidas y su efecto en la biodiversidad del Archipiélago.....	7
1.3 Aves marinas de Galápagos.....	9
1.4 Generalidades del orden pelecaniformes.....	11
1.5 Características de la familia <i>Sulidae</i>	12
1.6 Descripción de la especie <i>S. sula</i>	15

CAPÍTULO 2: METODOLOGÍA

2.1 Área de estudio.....	18
2.2 Métodos.....	19
2.2.1 Georeferenciación de los nidos.....	20
2.2.2 Marcaje de nidos.....	20
2.2.3 Identificación de los factores que influyen en la no eclosión.....	20
2.2.4 Conteo de aves adultas.....	21
2.2.5 Medición y pesaje de polluelos.....	21
2.2.6 Observación del comportamiento padre-polluelo.....	23
2.2.7 Monitoreo de polluelos.....	24
2.2.8 Análisis de datos.....	24

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

3.1 Localización de la población.....	25
3.2 Tamaño poblacional.....	25
3.3 Tamaño de la nidada.....	26
3.4 Proporción de huevos que eclosionan y los factores que influyen en la no eclosión.....	26
3.5 Comportamientos que inciden en la supervivencia de los polluelos.....	27
3.5.1 Cuidado de los polluelos.....	27
3.5.2 Alimentación.....	28
3.6 Monitoreo de nidos.....	29
3.7 Crecimiento de polluelos.....	31
3.8 Monitoreo de polluelos.....	32

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

4.1 Localización de la población.....	35
4.2 Tamaño poblacional.....	36
4.3 Tamaño de la nidada.....	36
4.4 Proporción de huevos que eclosionan y los factores que influyen en la no eclosión.....	37
4.5 Comportamientos que inciden en la supervivencia de los polluelos.....	38
4.6 Monitoreo de nidos.....	39
4.7 Crecimiento de polluelos.....	39
4.8 Monitoreo de polluelos.....	40

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES.....	42
--	-----------

GLOSARIO.....	45
----------------------	-----------

BIBLIOGRAFÍA.....	47
--------------------------	-----------

ANEXOS.....	51
--------------------	-----------

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Medición del antebrazo.....	51
Anexo 2	Medición del tarso.....	51
Anexo 3	Huevo predado por cucuve (<i>Nesomimus melanotis</i>).....	52
Anexo 4	Peces regurgitados.....	52
Anexo 5	Coordenadas de los nidos localizados durante el estudio.....	53
Anexo 6	Medidas de tamaños y peso de 21 polluelos de 7 a 120 días de edad.....	58
Anexo 7	Polluelo predado por gato (<i>Felis catus</i>).....	62
Anexo 8	Padre y polluelo muertos.....	62
Anexo 9	Área de estudio.....	63
Anexo 10	Padre con polluelo.....	63
Anexo 11	Campamento “Las Salinas”.....	64

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1	Detalle mensual del clima del Archipiélago de Galápagos.....	7
Tabla 2	Especies de aves marinas y costeras que se reproducen en el Archipiélago de Galápagos.....	10
Tabla 3	Número de huevos no eclosionados y sus causas.....	26
Tabla 4	Tabla de vida estática de 31 polluelos de <i>Sula sula</i> de 0 a 120 días de nacidos.....	33
Tabla 5	Número de polluelos muertos y sus causas.....	33
Figura 1	Localización del campamento con relación a la zona de Punta Pitt y su ubicación dentro de la Isla San Cristóbal.....	19
Figura 2	Método para medir la longitud alar (cuerda máxima).....	23
Figura 3	Medición del tarso con las puntas gruesas de un calibrador.....	23
Figura 4	Número de <i>Sula sula</i> adultos correspondiente a cada mes.....	25
Figura 5	Número de puestas de huevos desde octubre de 2007 hasta Septiembre de 2008 en el sector de Punta Pitt.....	29
Figura 6	Localización de los nidos dentro de la zona de estudio.....	30
Figura 7	Curvas de crecimiento estimadas para polluelos de <i>Sula sula</i>	32
Figura 8	Curva de sobrevivencia de polluelos de <i>Sula sula</i> correspondiente a cada clase de edad.....	40
Figura 9	Curva de sobrevivencia logarítmica de polluelos de <i>Sula sula</i> correspondiente a cada clase de edad.....	41

Obando Pallo Alexi Guillermo
Ramírez Peña Sebastián Marcelo
Trabajo de Graduación
Martínez Moscoso Juan Pablo
Diciembre 2008

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO POBLACIONAL Y EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN PADRE - POLLUELO DE *Sula sula* EN PUNTA PITT - ISLA SAN CRISTÓBAL

INTRODUCCIÓN

En 1982 el evento del niño disminuyó drásticamente las poblaciones de aves del Pacífico sur. Los cambios de temperatura en el mar (19° a 27°C) hacen migrar los cardúmenes de peces buscando aguas más templadas y como consecuencia las aves abandonan sus nidos, dado que las condiciones tróficas no son favorables para los requerimientos energéticos que exige la nidación (Maridueña 1975).

Esta escasez influyó en la reproducción y supervivencia de varias especies de aves marinas tanto a escala local como regional (Anderson 1989), de las cuales una de las más afectada fue *Sula sula*, cuya población estimada previo a este fenómeno fue entre 200 y 300 individuos en los sectores de Punta e islote Pitt y después de dicho fenómeno, según reportes de campo realizados por el Parque Nacional Galápagos, se observaron y contabilizaron en estas zonas, unos 30 individuos.

Actualmente se desconoce si los cambios climáticos tienen la mayor influencia en el tamaño poblacional o si la disminución está relacionada a la presencia de animales foráneos, ya que según Vinueza y Flores (2002), las especies introducidas carecen de depredadores naturales y compiten efectivamente con las especies locales, reduciendo la diversidad al desplazar otras especies o reducir la abundancia de sus presas.

El piquero patas rojas (*Sula sula*) pertenece al grupo de aves marinas endémicas, que habitan y se reproducen en la periferia de las Islas Galápagos, y ocasionalmente

observados al sur del Ecuador hasta la península de Santa Elena (Ridgely y Greenfield 2006). Su distribución en las Islas Galápagos es amplia, anida en la Isla Genovesa (colonia más densa en el Archipiélago), Wolf, Darwin y, además, existen pequeñas colonias en Gardner (Floreana), Punta Pitt y norte de San Cristóbal (Black 1973 en Sandoval 1979).

La recuperación del piquero patas rojas en Galápagos luego del fenómeno del niño de 1982 ha sido paulatina, hasta 1995 se registraron aproximadamente 100 individuos en San Cristóbal sin embargo sus poblaciones declinaron nuevamente en el último evento del niño suscitado en 1998. A este evento natural se suman efectos antropogénicos como la introducción de gatos cimarrones (*Felis catus*) presentes en la mayoría de islas pobladas, la presión ejercida por estos ha mermado el número de aves ya que devoran polluelos y ahuyentan a las aves adultas a sitios más seguros. La percepción de que los gatos son animales domésticos y no cazadores despiadados hace difícil que se acepte el control de los gatos en Galápagos (Fundación Científica Charles Darwin 2006).

La rata negra (*Rattus rattus*), presente en el sector desde 1983 (Buitrón y Zabala 2007), y rata café (*Rattus norvegicus*) han sido reportadas como depredador de huevos y pichones de aves marinas (Valle 1988 en Buitrón y Zabala 2007), además la nidación es afectada por falta de cobertura vegetal principalmente por la herbivoría de cabras salvajes (*Capra hircus*).

Para conocer los movimientos de las aves tanto migratorias como de dispersión, los ornitólogos han ideado una serie de técnicas, instrumentos y métodos de marcaje que permiten identificarlas, de forma individual o como perteneciente a un grupo, colonia o a una área determinada, obteniendo aparte de los desplazamientos de las aves información de la biología, demografía y dinámica poblacional (Parque Nacional Galápagos 2008).

Las investigaciones en las islas Galápagos han sido múltiples dando prioridad a especies seriamente amenazadas o en peligro de extinción. Los estudios, censos y monitoreos regulares de estas especies proveen una base de datos que permite la evaluación del estado de las poblaciones y de las fluctuaciones poblacionales

causadas tanto por factores naturales como por aquellas relacionadas al ser humano (Parque Nacional Galápagos 2008).

El presente estudio pretende analizar y evaluar el estado poblacional del piquero patas rojas en el sector de Punta Pitt a través de la compilación de datos por observaciones en el campo para así ayudar de manera significativa a profundizar los conocimientos sobre el estado de conservación y estimar la abundancia. Además en este trabajo se estudió la conducta padre-polluelo mediante la observación de los comportamientos realizados por los mismos. También se observó el crecimiento del pichón hasta la época de vuelo.

CAPITULO I

FUNDAMENTACION TEORICA

1.1 Descripción general del área de estudio

1.1.1 Geografía

El Archipiélago de Galápagos se localiza aproximadamente a unas 900 millas del Ecuador continental, y está constituido por 19 islas grandes y 104 islotes y rocas, las islas más antiguas son San Cristóbal y Española, y las más jóvenes Isabela y Fernandina con una edad aproximada de 60 a 300 mil años (Banks 2004). Las islas emergieron de las profundidades marinas hace millones de años, como producto de las continuas erupciones de volcanes submarinos que empujaron grandes masas de materiales hacia la superficie del océano, configurando de esta forma una gran cantidad de islas e islotes en cuyo interior se elevan hoy en día algunos volcanes; el de mayor importancia, Wolf, alcanza una altura de 1.707 msnm (Swash y Still 2005).

El área terrestre total abarca aproximadamente 8000 km², y la línea de costa 1336 km. En la actualidad un 97% de tierra firme se encuentra bajo custodia del Parque Nacional Galápagos, a excepción de las áreas habitadas (Santa Cruz, San Cristóbal, Isabela, Floreana y la isla Baltra). Las regiones de Galápagos se pueden clasificar en seis tipos: mar abierto, islotes rocosos, zona costera, zona árida, zona de transición y zona húmeda (que contiene tres distintas zonas de vegetación: zona de *Scaezia*, zona de *Miconia*, y zona de pampa) (Swash y Still 2005).

Constituye el primer Parque Nacional Ecuatoriano; fue establecido en 1936 con la finalidad de preservar en estado natural a su flora y fauna, y a los diversos paisajes que componen su escenario, luego en 1959, con el objetivo de administrar esta área, se establece el Servicio Parque Nacional Galápagos (SPNG), que es la entidad estatal

encargada de la ejecución de los diversos programas de conservación y manejo de las Islas (Bensted-Smith et al 2002).

La Reserva Marina de Galápagos (RMG), ubicada en el Pacífico oriental cerca de 600 millas náuticas del Ecuador continental, fue creada por el Gobierno del Ecuador el 18 de marzo de 1998 a través de Ley de Régimen Especial para la Conservación y el Desarrollo Sustentable de la Provincia de Galápagos. La RMG comprende toda el área marina dentro de una franja de 40 millas náuticas (mn) medidas a partir de la “Línea Base” que rodea el Archipiélago y las aguas interiores lo que genera una superficie protegida de aproximadamente 138 000 km² (Heylings et al 2002).

Debido a la influencia de una serie de grandes sistemas de corrientes superficiales y submarinas, comparado con otros archipiélagos, Galápagos se caracteriza por tener una fauna y flora diversa con representantes correspondientes a las provincias biogeográficas Indo-Pacífico, Panamá, y Perú, y además por presentar un alto porcentaje de especies endémicas (macroalgas, aves marinas, peces) (Danulat y Edgar 2002).

La Isla San Cristóbal tiene una superficie de 558 km² y su altura alcanza los 730 msnm. Es una isla grande que se encuentra dentro del grupo de las Islas surorientales, situada al sureste de la Isla Santa Cruz (Sandoval 1979). En esta se encuentra la laguna El Junco, un embalse natural situado a 650 msnm, de 270 m de diámetro en cruz, y 6.5 m de profundidad máxima. El cerro más alto es el San Joaquín con una altura de 759 msnm. La parte alta de la isla es húmeda y el suelo es fértil (Cruz 2005).

Debido a su relativa antigüedad y su posición geográfica, la Isla San Cristóbal posee una gran tasa de endemismo. Esta isla fue una de las primeras en ser colonizadas por los humanos lo que causó un enorme impacto. Muchas áreas fueron invadidas por especies foráneas de plantas, las cuales junto con los animales introducidos han causado un gran impacto sobre las aves endémicas de la isla (Vargas y Bensted-Smith 2000).

1.1.2 Clima

El clima de Galápagos es atípico para un archipiélago oceánico tropical (Tye et al 2002). En comparación con la mayoría de archipiélagos tropicales, las Islas Galápagos presentan una gran aridez, y durante todo el año se pueden observar cambios climáticos claramente diferenciados, como las lluvias tropicales que caen en las islas entre diciembre y abril, dando lugar a la estación “cálida”, la cual se caracteriza por presentar altos niveles de precipitación y elevación de la temperatura del aire y del mar ocasionada principalmente por la corriente proveniente desde el sur de Panamá (Banks 2002).

La otra estación llamada temporada “fría” o “seca”, empieza en el mes de junio prolongándose hasta octubre; en esta estación la temperatura del aire y del mar son más frías a causa de la corriente costera de Perú, también conocida como corriente de Humboldt, y la corriente oceánica de Perú, ambas traídas por los vientos desde el sureste, y que generan una capa de inversión de 400 m sobre la superficie del mar que se precipita en una fina llovizna conocida como “garúa” (Banks 2002).

Se cree que el clima de Galápagos sea el responsable en parte de que tan pocas especies hayan sobrevivido en las islas debido a su condición de impredecible y severo. Los años de sequía ocasional ejercen gran presión de selección natural para plantas y animales, estas sequías han sido probablemente un factor crucial en la formación evolutiva de estas especies (Cruz 2005).

El clima de las islas (Tabla 1), se encuentra también muy influenciado por la variación climatológica conocida como el fenómeno de “El Niño”. Dicho fenómeno se deriva de una compleja interacción de variación en los vientos alisios y en la distribución de masas de aguas cálidas en el Pacífico. El resultado es que las aguas cálidas se quedan alrededor de Galápagos por largos periodos y se producen lluvias intensas y prolongadas. Estos patrones producen variación anual y estacional en las precipitaciones y en la temperatura (Tye et al 2002).

Estas alteraciones ocasionan un gran incremento de la temperatura oceánica teniendo como resultado la disminución de aguas ricas en nutrientes, lo cual afecta las redes alimenticias en conjunto (Banks 2002). Esta escasez de alimento incide directamente sobre el desarrollo normal de las aves marinas, limitando así su supervivencia, como lo ocurrido en el año de 1982 donde se registro una gran disminución de las poblaciones de aves marinas, en especial de piqueros patas rojas, debido al fenómeno ocurrido en ese año.

Tabla 1. Detalle mensual del clima del Archipiélago de Galápagos

Mes	Temperatura °C máximo/mínimo	Temperatura Mar °C	Precipitación cm
Enero	30/ 22	24.5	2.4
Febrero	30 / 24	25	4.6
Marzo	31 / 24	25	4.0
Abril	31 / 24	25	2.9
Mayo	28 / 22	24.5	0.6
Junio	26 / 21	23	0.2
Julio	26 / 20	22	0.3
Agosto	26 / 19	21.5	0.2
Septiembre	26 / 19	22	0.2
Octubre	26 / 20	22.5	0.2
Noviembre	26 / 21	23	0.2
Diciembre	27 / 22	22.5	0.3

Fuente: www.galapaguide.com (s.a.)

1.2 Especies animales introducidas y su efecto en la biodiversidad del Archipiélago

Las especies introducidas, representan una grave amenaza para el equilibrio ecológico en las islas Galápagos pues, por esta causa, en el último siglo se ha evidenciado importantes cambios en la composición y estructura de distintas comunidades de organismos, ocasionándose extinción total o únicamente en algunas islas de especies endémicas de gran valor ecológico (Parque Nacional Galápagos 2008). Estos animales han causado graves impactos en la flora y fauna de las islas, ya que las especies nativas evolucionaron en ausencia de estos y por lo tanto son presa fácil para ellos (Buitrón y Zabala 2007).

Los animales introducidos favorecen la disminución poblacional y la extirpación de los organismos endémicos, tanto mediante efectos directos como la herbivoría, depredación, parasitismo y potencial hibridación; como mediante efectos indirectos como la competencia, la alteración del hábitat, y sirviendo de vectores de patógenos foráneos (Snell et al 2002).

Entre los mamíferos introducidos presentes en Galápagos se encuentran el ratón doméstico (*Mus musculus*), ratas negras o de barco (*Rattus rattus*), ratas marrones (*Rattus norvegicus*), conejillos de Indias (*Cavia porcellus*), conejos (*Oryctolagus cuniculus*), perros (*Canis familiaris*), gatos (*Felis catus*), burros (*Equus asinus*), cabras (*Capra hircus*), caballos (*Equus caballus*), reses (*Bos tauro*), y cerdos (*Sus scrofa*) (Fundación Científica Charles Darwin 2006).

De todas las especies animales foráneas, las ratas, los gatos y las cabras han sido la causa de muchos problemas en cuanto a conservación en todas las islas. Las cabras asilvestradas han causado innumerables perjuicios a los ecosistemas de Galápagos, devastando hábitats y poniendo en riesgo a las especies endémicas. Las ratas negras son una de las peores plagas introducidas, pues se propagan rápidamente entre las islas, compitiendo con las poblaciones endémicas de ratas del arroz. Destruyen los nidos de aves y reptiles, y comen las crías recién salidas del cascarón, además de que son portadoras de enfermedades que afectan la salud de personas y animales. Los gatos son grandes predadores que atacan a aves, lagartijas de lava, las serpientes endémicas, y las iguanas jóvenes (Fundación Científica Charles Darwin 2006).

En la actualidad el Parque Nacional Galápagos se encarga del control y erradicación de especies animales introducidas. Estas actividades se las está realizando en diferentes islas del archipiélago. El resultado de estos programas permitirá la recuperación de los ecosistemas y de las poblaciones de especies endémicas que están siendo afectadas por los animales introducidos (Parque Nacional Galápagos 2008).

1.3 Aves marinas de Galápagos

Se considera como ave marina a toda especie de ave que al menos durante su período de reproducción depende de manera estricta de los ecosistemas marinos, distribuyéndose ecológicamente en hábitats estrechamente definidos por las comunidades presa (Naranjo 1979 en Palacios 1994). Este grupo de aves es uno de los más interesantes y versátiles dentro de las Islas Galápagos, dado a que su adaptabilidad les ha permitido conquistar una variedad de hábitat y en muchos casos los cambios registrados en el tamaño de sus poblaciones indican alteraciones en los ecosistemas (Furness y Camphuysen 1993 en Cruz 2005).

En Galápagos existen tres órdenes de aves marinas: Sphenisciformes, Procellariiformes y Pelecaniformes (Jiménez y Wiedenfeld 2002). En la actualidad se han registrado alrededor de 88 especies de aves marinas y costeras en el Archipiélago de Galápagos, las cuales pueden ser divididas en tres grupos: reproductoras (21 especies), migratorias (23) y ocasionales o errantes (44). Los 21 tipos de aves que se reproducen en el archipiélago pueden ser subdivididas en endémicas (ya sea especies o subespecies) (Tabla 2) y nativas. Las aves endémicas son aquellas exclusivas de determinada región, mientras que las nativas son aquellas especies que se reproducen en el archipiélago, pero que existen y se reproducen en otras partes del mundo. Las especies endémicas en Galápagos son únicas en el mundo, y hasta el momento no existen aves marinas introducidas a las Islas Galápagos (Jiménez y Wiedenfeld 2002).

De estas 21 anidantes, cinco constan en el Libro Rojo de las Aves del Ecuador (Granizo et al 2002 en Jiménez y Wiedenfeld 2002): el pingüino de Galápagos, el albatros de Galápagos, el petrel de Galápagos (pata pegada), el cormorán no volador y la gaviota de lava.

Tabla 2. Especies de aves marinas y costeras que se reproducen en el Archipiélago de Galápagos.

Orden	Familia	Especie	Nombre común	Estatus
Sphenisciformes	Spheniscidae	<i>Spheniscus mendiculus</i>	Pinguino de Galápagos	sp. endémica
Procellariiformes	Diomedidae	<i>Phoebastria irrorata</i>	Albatros de Galápagos	sp. endémica
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Puffinus subalaris</i>	Pufino de Galápagos	subesp. endémica (<i>P. l. subalaris</i>)
Procellariiformes	Procellariidae	<i>Pterodroma phaeopygia</i>	Petrel patapegada	sp. endémica
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma castro</i>	Golondrina de mar de Madeira	
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanodroma tethys</i>	Golondrina de mar de Galápagos	subesp. endémica (<i>O. t. tethys</i>)
Procellariiformes	Hydrobatidae	<i>Oceanites gracilis</i>	Golondrina de mar de Elliot	subesp. endémica (<i>O. g. galapagoensis</i>)
Pelecaniformes	Phaethontidae	<i>Phaethon aethereus</i>	Pájaro tropical	
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentales</i>	Pelicano café	subesp. endémica (<i>P. o. urinator</i>)
Pelecaniformes	Sulidae	<i>Sula nebouxii</i>	Piquero patas azules	subesp. endémica (<i>S. n. excisa</i>)
Pelecaniformes	Sulidae	<i>Sula granti</i>	Piquero enmascarado	antes considerada subesp. de <i>S. dactylatra</i>
Pelecaniformes	Sulidae	<i>Sula sula</i>	Piquero patas rojas	subesp. endémica (<i>S. s. websteri</i>)
Pelecaniformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax harrisi</i>	Cormorán no volador	sp. endémica, antes en el género <i>Nannopterum</i>
Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata minor</i>	Fragata común	
Pelecaniformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata real	subesp. endémica, (<i>F. m. magnificens</i>)
Charadriiformes	Laridae	<i>Creagrus furcatus</i>	Gaviota de cola bifurcada	esp. endémica
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus fuliginosus</i>	Gaviota de lava	subesp. endémica
Charadriiformes	Laridae	<i>Anous stolidus</i>	Gaviotín cabeza blanca	subesp. endémica (<i>A. s. galapagoensis</i>)
Charadriiformes	Laridae	<i>Sterna fuscata</i>	Gaviotín negro	
Charadriiformes	Recurvirostridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	Tero real	
Charadriiformes	Haematopodidae	<i>Haematopus palliatus</i>	Ostrero	subesp. endémica (<i>H. p. galapagoensis</i>)

Fuente: Jiménez y Wiedenfeld 2002

En los últimos 20 años se han realizado estudios generales de aves marinas; al compartir estas un entorno silvestre, pueden resultar afectadas por cualquier variación en el medio ambiente, ya sea natural, como el evento de El Niño o por intervención humana. Existen pocos datos sobre la distribución de las aves marinas cuando están en el mar alejadas de tierra. La información de las aves costeras en el archipiélago por lo general tampoco incluye su distribución real, pero sí menciona si la especie usualmente se encuentra en playas o costas rocosas. Sin embargo, para la mayoría de las especies reproductoras, el área costera es crítica, ya que la mayoría de

las aves marinas anidan dentro de los primeros 100 metros de la costa. Por esta razón, las áreas costeras son esenciales para la supervivencia de las especies reproductoras e importantes para su manejo apropiado (Jiménez y Wiedenfeld 2002).

1.4 Generalidades del orden Pelecaniformes

El orden pelecaniformes está compuesto por seis familias, cinco de las cuales se encuentran en las Islas Galápagos (Swash y Still 2005). La característica más notable de esta familia, es la presencia de una membrana interdigital que separa cada uno de los cuatro dedos de sus patas, y la cual, en la mayoría de las especies, les ayuda a moverse libremente bajo el agua al momento de buscar su alimento (zambullidas de buceo) (Rothman 200-).

Sus alas son grandes y, con excepción de las fragatas, poseen glándulas de aceite, lo que les ayuda a mantenerse relativamente secos y por lo tanto a mantener su calor corporal cuando están en el agua (Brandt 2004). La mayoría de las aves de esta familia poseen un parche de piel desnuda en la garganta (parche gular), mucho más desarrollado en pelícanos y fragatas que en piqueros y cormoranes (Swash y Still 2005). Los pelícanos usan esta bolsa como una especie de red para pescar con la cual transportan su alimento, mientras que las fragatas la usan como un atractivo en época de cortejo (Heinzel y Hall 2000).

Anidan en colonias, que pueden ser de 10 parejas, como de varios millones. Estas colonias se encuentran muy cerca unas de otras, lo cual podría proporcionarles protección contra los predadores (Anderson y Hodum 1993). El amplio rango en el tamaño de las colonias depende de un gran grado de factores que lo determinan, y que operan en diferentes combinaciones para diferentes especies y circunstancias (Palacios 1994). Ya sean grandes o pequeñas, las colonias de todos los pelecaniformes muestran densidades típicas reconocibles (Nelson 1983 en Palacios 1994).

Son aves monógamas, la mayoría son marinas y, a excepción de los pájaros tropicales (*Phaethon aethereus*), que forman un suborden distinto (*Phaetontes*), sus orificios nasales no son totalmente funcionales. Los polluelos, que en general son

muy nidícolas, salen del cascarón ciegos, incapaces de valerse por sí mismos y, con excepción de *Phaethon aethereus*, desprovistos de plumón (Heinzel y Hall 2000).

La dieta de los pelecaniformes se basa principalmente de peces, entre los cuales prefieren los peces voladores (*Exocoetus volitans*) y sardinas (*Opisthonema berlangai*), calamares, y especies marinas en general, las cuales son pescadas mediante la técnica de zambullida desde grandes alturas o por medio de buceo, a excepción de las fragatas las cuales obtienen su alimento abalanzándose sobre otras aves (en especial piqueros) justo después que han pescado para así quitarles el alimento recién obtenido, obligando así al resto de aves a engullir rápidamente su comida antes de ser sorprendidas por estas. Este acto de persecución por el alimento a otras aves se llama cleptoparasitismo (Sandoval 1979).

1.5 Características de la familia *Sulidae*

Sulidae es una familia del orden de los pelecaniformes que habitan predominantemente cerca de las costas tropicales (Friesen y Anderson 1997). En las Islas Galápagos existen tres especies dentro de esta familia: piquero enmascarado (*Sula granti*), piquero patas rojas (*Sula sula*), y piquero patas azules (*Sula nebouxii*). A pesar de las diferencias de color, todos los piqueros son muy similares en cuanto a la forma de su cuerpo, siendo el piquero enmascarado el más grande (81-92cm) y el piquero patas rojas el más pequeño (66-77cm) (Swash y Still 2005).

Los tres tipos de piqueros poseen una forma anatómica aerodinámica característica, además de alas largas y estrechas, un grande y puntiagudo pico de forma cónica, y piel expuesta en la base de éste donde se ubican los ojos, todo esto diseñado especialmente para su método característico de pesca que consiste en zambullirse desde aproximadamente 10 a 15 m desde el aire después de haber localizado a su presa (Rothman 200-).

Justo en el último segundo antes de llegar a la superficie del agua, los piqueros pliegan sus alas hacia atrás para así llegar con mayor rapidez y fuerza hasta su alimento, y emerger luego hacia la superficie ayudándose con el movimiento de sus fuertes patas palmeadas especialmente adaptadas para la natación y el buceo. Luego

de haber pescado, usan su buche para almacenar la comida y trasladarla hasta poder digerirla en paz, o para alimentar a sus crías (Rothman 200-).

Los estilos de vida de los piqueros son muy similares, sin embargo esto no constituye que se hallen en competencia entre ellos, ya que cada uno de ellos se dedican a pescar en diferentes áreas: los piqueros patas azules lo hacen cerca de la costa, los enmascarados mucho más lejos, y los patas rojas lo hacen aún más, lo que significa que son los más pelágicos de todos (Rothman 200-).

Estas diferentes distribuciones en lo que se refiere a las áreas de pesca podría ser la causa de la diferencia del número de crianza de polluelos, mientras los piqueros patas azules y enmascarados llegan a tener hasta dos polluelos en el nido, los piqueros patas rojas solo tienen uno, ya que estos últimos gastan más tiempo y esfuerzo en la búsqueda de alimento debido a sus hábitos pelágicos de pesca lo que los limita a criar a un solo pichón, a diferencia de las otras dos especies de piqueros que buscan alimento cerca de las costas, lo que les permite pescar cerca de sus nidos y así dedicarles más tiempo a sus crías (Rothman 200-). Según esto se puede decir que la cantidad de comida suministrada a los polluelos depende de la capacidad de carga por viaje, y del número de viajes realizados por cada padre durante el día (Anderson y Ricklefs 1992).

La distribución del área de pesca influencia la distribución de los sitios de nidación, así como la seguridad que les brinda los puntos más inaccesibles, dando por resultado que las islas con mayor población de piqueros se distribuyan así: los piqueros patas azules, con una población total de 10000 pares, anidan en el centro y el borde del archipiélago (Española, Daphne, y Seymour), los piqueros enmascarados, 25000 a 50000 pares en total, construyen sus nidos hacia el borde del archipiélago (Daphne, Española, y Genovesa), mientras que los piqueros patas rojas, con un número total de 250000, lo hacen en los márgenes del archipiélago (Genovesa y San Cristóbal) (Swash y Still 2005).

Es usual observar a piqueros pescando solitariamente, y en raras ocasiones se puede ver pequeños grupos volando en formación con sus cabezas dirigidas hacia abajo en

busca de peces y ocasionalmente se puede apreciar grandes agrupaciones de estas aves pescando juntas (Rothman 200-).

Se puede diferenciar machos de hembras mediante la voz, siendo la del macho más aguda que la de la hembra que es más grave. En piqueros patas rojas y enmascarados también se pueden distinguir por medio del tamaño, donde la hembra suele ser más grande que el macho. En los piqueros patas azules también se distinguen gracias a un anillo oscuro ubicado alrededor de las pupilas de las hembras, haciendo que estas se vean más grandes en comparación con las de los machos (Swash y Still 2005).

En general las tres especies de piqueros tienen un complejo ritual de cortejo, siendo el del piquero patas azules el más elaborado. En este ritual el macho atrae la atención de la hembra mediante un comportamiento llamado “apuntamiento hacia el cielo”, en donde este dirige su pico, cola, y alas hacia el cielo mientras emite un silbido. Después los dos lentamente “marchan” alrededor de cada uno, levantando lentamente sus patas. Finalmente, el macho y la hembra apuntan hacia el cielo uno frente al otro. El ritual del piquero enmascarado y piquero patas rojas es similar, los dos apuntan hacia el cielo, pero por lo demás no es tan elaborado como lo es con el piquero patas azules (Heinzel y Hall 2000).

Dentro de la familia Sulidae solo el piquero patas rojas construye sus nidos en árboles y arbustos. Los piqueros patas azules y enmascarados anidan en el suelo, el primero realiza su nido en depresiones naturales del suelo construyendo un anillo de guano alrededor del área de nidación, mientras que el piquero enmascarado suele hacerlo en acantilados y laderas (Pitman y Jehl 1998).

Ambos padres ayudan a criar a los polluelos turnándose en lo que respecta a la incubación y vigilancia del nido. A diferencia de la mayoría de aves, los piqueros no desarrollan un parche por debajo de sus estómagos diseñados para la incubación de sus huevos. Este es un lugar donde las alas son relativamente delgadas y donde existe mayor irrigación sanguínea con el propósito de mantener calientes a sus huevos. Para compensar esta deficiencia, los piqueros colocan sus patas cuidadosamente encima de los huevos, por las cuales circula gran cantidad de sangre para así calentarlos,

cumpliendo de esta manera el mismo propósito que el del parche existente en otras aves (Rothman 200-).

Las tres especies de piqueros tienen notables diferencias durante el periodo de incubación. Mientras el piquero patas rojas deposita un solo huevo, los enmascarados depositan dos huevos. En estos piqueros el polluelo que nazca primero ejercerá un notable dominio sobre el menor hasta el punto de empujarlo fuera del nido ocasionándole así la muerte por la falta de protección y cuidado de los padres, provocando de esta forma la disminución del tamaño de la nidada por medio del siblicidio obligado (Betancourt 1995).

Por otra parte los piqueros patas azules depositan hasta tres huevos, y si las circunstancias lo permiten pueden criar los tres polluelos. Esta es una de las razones por la que estos piqueros anidan cerca de las costas, lo que les permite obtener alimento sin alejarse mucho de sus pichones. Sin embargo, con el pasar del tiempo, como ocurre con los piqueros enmascarados, aparece el dominio del polluelo más desarrollado dando lugar al siblicidio (Osorno y Drummond 1995).

1.6 Descripción de la especie *S. sula*

En Galápagos existen dos morfotipos de *Sula sula*: uno blanco y otro café, siendo el café el más común en una relación de 20 a 1 con el blanco, contrario con lo que ocurre en otras partes del mundo donde el morfotipo blanco es el predominante (Nelson 1969 a). También se da una variedad intermedia entre la blanca y la café, cuya razón de ser es aún desconocida (Heinzel y Hall 2000).

Se cree que la predominancia de morfotipos está relacionada a la presencia de enemigos naturales de *Sula sula*, por ejemplo, según Nelson (1978) en Schreiber (1983), el morfotipo blanco predomina en lugares en donde no existe un alto riesgo de cleptoparasitismo ocasionado por las fragatas, al contrario del morfotipo café, el cual anida en sitios en donde las fragatas son más abundantes, y que debido a la coloración más oscura de los piqueros, la cual le sirve como camuflaje natural, tiene menores posibilidades de ser víctima de cleptoparasitismo.

En ambos tipos, la cola es negra, y la zona facial presenta una coloración azul, rosada y morada. El pico es azul. Los inmaduros presentan una coloración oscura, con las patas y el pico de color gris (Swash y Still 2005). La pareja cuida un solo huevo que incuban por 45 días, anidando con su cría aproximadamente 130 días; a esto hay que añadir 90 días adicionales hasta que la cría sea totalmente independiente (Heinzel y Hall 2000). Siendo un ave seminocturna se alimenta de peces y calamares (Jiménez y Wiedenfeld 2002).

El piquero patas rojas (*Sula sula websteri*) es una subespecie endémica-residente que mide de largo 71 cm y que tiene una envergadura de alas de 96 cm. Es el más pequeño de los piqueros en Galápagos, el macho llega a pesar 950 gr, mientras que la hembra 1000 gr (Jiménez y Wiedenfeld 2002). Su identificación es muy fácil por las patas rojas en los adultos. Tiene los ojos más grandes en comparación con otros piqueros debido a sus hábitos seminocturnos, y al igual que el resto de piqueros sus patas son palmeadas y además son prensiles debido a su vida arbórea. Poseen alas excepcionalmente largas en relación al tamaño total de su cuerpo, así como su tarso es más pequeño comparado con el de otros piqueros (Nelson 1969 a).

Construye sus nidos en los árboles y arbustos de monte salado (*Cryptocarpus pyriformis*), muyuyo (*Cordia lutea*) y *Nolana galapagensis*. Dentro de las Islas Galápagos su distribución es pequeña en relación con la de los otros piqueros (*Sula* spp). Sólo ocurre en Genovesa, San Cristóbal, Darwin, Wolf, Gardner de Floreana y Marchena. También se sabe que habitan en costas de Centroamérica y del océano Índico (Martínez y Martínez 1979).

Estas aves viven donde el gavilán de Galápagos (*Buteo galapagoensis*) no se encuentra, y ninguna isla posee ambas especies: en siete no habitan ninguna de las dos, en diez existen gavilanes pero no piqueros patas rojas, y en cinco existen *Sula sula* pero no gavilanes (Anderson 1991). La diversidad de los morfotipos ha llamado la atención de varios científicos, los que han realizado estudios en diferentes años y sobre temas muy diversos (Jiménez y Wiedenfeld 2002).

Como es normal en el género, existe un dimorfismo sexual en la voz, el cual es menos marcado en *Sula sula* en relación con otros piqueros (Nelson 1969 a). Los

sonidos emitidos por la hembra son profundos y graves, y los emitidos por el macho tienen un tono más alto y agudo (Martínez y Martínez 1979).

El piquero patas rojas tiene la conducta social menos notable de las tres especies; esto se debe a que se halla escondido entre los árboles y arbustos donde construye sus nidos, y también a que al tener territorios tan extensos, se produce menor interacción entre ellos. Ondeán la cabeza como demostración de propiedad de sitio y también apuntan al cielo, pero menos exageradamente que los piqueros enmascarados. Esta especie, al igual que la mayoría de los pelecaniformes, es monógama y los padres comparten el cuidado tanto del huevo durante la etapa de incubación, como del polluelo desde el momento en que este nace hasta cuando abandona el nido (Nelson 1969 a).

Durante el periodo de incubación, las hembras se encargan más del cuidado del nido que el macho, y cuando nace el pichón gastan más tiempo encargándose de éste durante el día, mientras el macho busca comida. Cuando el polluelo se encuentra en los primeros días de vida, se nota aún más la diferencia de tiempo gastado en el cuidado del nido, mientras la hembra pasa más tiempo en éste, el macho lo hace pescando (Sandoval 1979).

Sin embargo se puede decir que en promedio, las hembras alimentan más veces a la cría en comparación con el macho. Esto se debe tal vez a que el macho gasta más tiempo en volar en busca del alimento, mientras que la hembra viaja menos distancias, por lo que puede realizar más viajes cortos en lugar de pocos viajes largos. Pese a esto se puede decir que las diferencias del tiempo de cuidado del nido de la hembra comparado con el macho, son pequeñas, sugiriendo así una mínima división de labores en los piqueros patas rojas (Lormee et al 2005)

CAPITULO II

METODOLOGIA

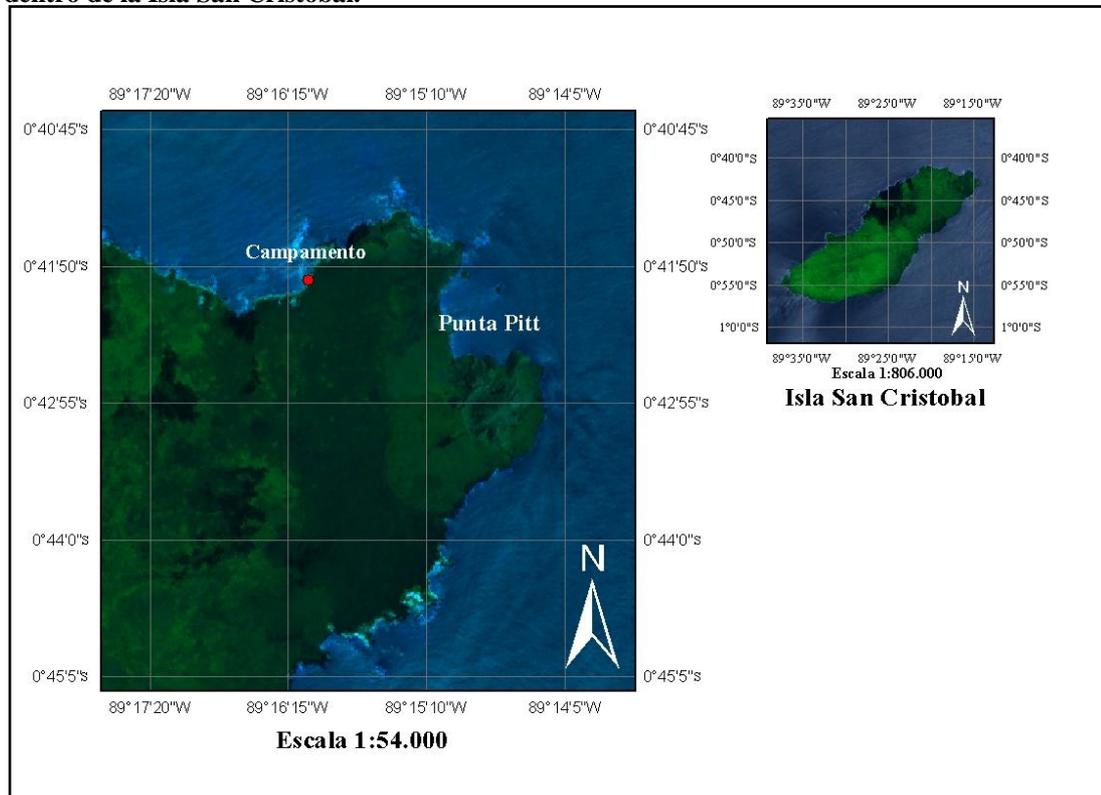
2.1 Área de estudio

Punta Pitt, se halla ubicado al extremo noreste de la Isla San Cristóbal en el Archipiélago de Galápagos y localizada en las coordenadas 89°14' W y 0°42' S. El sitio de estudio, el cual se ubicó a 45 minutos de nuestro campamento, se encuentra en las coordenadas 89°15'44" W y 0°42'1" S (Fig 1). Este sitio se encuentra restringido al turismo y la única presencia humana se da para la realización de proyectos científicos o de conservación. Esta zona es conocida con el nombre de costa o litoral y se refiere a aquellos sectores que se encuentran cerca del mar, dentro de los cuales se incluyen a las lagunas de agua salada (Swash y Still 2005).

En el sitio de estudio se pueden encontrar costas rocosas, acantilados marinos y playas arenosas. Se caracteriza por estar conformado en su mayoría por roca volcánica y escasa vegetación conformada en su mayoría por algunas gramíneas y arbustos, principalmente monte salado (*Cryptocarpus pyriformis*), muyuyo (*Cordia lutea*), chala (*Croton scouleri*), *Nolana galapaguensis*, las cuales son especies adaptadas a las condiciones de temperatura y salinidad de la zona.

En la zona anidan especies de aves como: la fragata común (*Fregata minor*), la gaviota de cola bifurcada (*Creagrus furcatus*), los piqueros enmascarados (*Sula granti*), además de los piqueros de patas rojas (*Sula sula*), pájaros tropicales (*Phaethon aethereus*), cucuves (*Nesomimus melanotis*) y golondrinas de mar (*Oceanodroma leucorhoa*). Así también se pueden observar las dos especies de lobos marinos; lobo marino de Galápagos (*Zalophus californianus*), y el lobo de dos pelos (*Artocephalus galapagoensis*), además de iguanas marinas (*Amblyrhynchus cristatus*), lagartijas de lava (*Microlophus bivittatus*), serpientes (*Philodryas biserialis*), y geckos (*Phyllodactylus tuberculatus*) (Swash y Still 2005).

Figura 1. Localización del campamento con relación a la zona de Punta Pitt y su ubicación dentro de la Isla San Cristóbal.



Fuente: Parque Nacional Galápagos (s.a), modificado por Obando y Ramírez 2008

2.2 Métodos

Durante el periodo de estudio de *Sula sula* en Punta Pitt, que empezó desde el mes de octubre de 2007 hasta el mes de septiembre de 2008, se realizaron 12 salidas (una por mes), el intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 15 días excepto durante los primeros 7 meses donde la duración de las salidas fue de 5 días, y el intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 27 días debido a que en esos meses se tuvo como meta realizar solamente el marcaje y georeferenciación de nidos, así como el conteo de individuos adultos, actividades que continuaron durante todos los meses de estudio. A partir del octavo mes de estudio las salidas de campo duraron 15 días, en las que se realizaron las mediciones y pesaje de los polluelos, así como también las observaciones intensivas del comportamiento padre-polluelo.

2.2.1 Georeferenciación de los nidos

La georeferenciación de nidos se realizó durante las todas las salidas de campo a partir del mes de octubre de 2007 hasta el mes de septiembre de 2008. El intervalo de tiempo entre salida y salida durante los primeros 7 meses fue de 27 días, y de 15 días durante los meses restantes. Se destinó un día para dicha actividad durante cada salida. Los nidos que en su mayoría se encuentran localizados a una distancia aproximada de 20 m de la costa, fueron almacenados en el sistema de posicionamiento global con la ayuda de un GPS Magellan Explorist 600, con las coordenadas obtenidas y la información cartográfica digitalizada de la base de datos del Parque Nacional Galápagos se obtuvieron los datos para elaborar el mapeo de nidos de la zona mediante el uso del software ArcGIS 8.3.

2.2.2 Marcaje de nidos

El registro de puesta de huevos, así como la localización y marcaje de nidos se efectuaron durante todos los meses que duró el estudio (desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2008). El intervalo de tiempo entre salida y salida durante los primeros 7 meses fue de 27 días, y de 15 días durante los meses restantes. Para dicha actividad se destinó un día dentro de los días de duración de cada salida. Se localizaron y marcaron los nidos con placas de aluminio las cuales se sujetaron con hilo nylon en las ramas próximas de cada uno, además se utilizó cintas de color rojo que fueron colocadas junto a las placas para facilitar la identificación de los nidos marcados. Cada placa fue enumerada de acuerdo a la fecha en que fue encontrado el nido, y cada dato fue almacenado en una libreta de campo.

2.2.3 Identificación de los factores que influyen en la no eclosión

A los huevos encontrados dentro y fuera de los nidos se les realizó observaciones que consistieron en la inspección minuciosa de evidencias de ataques producidos por predadores. Así mismo se efectuaron manipulaciones de los mismos para identificar su predador y la clase de ataque. Mediante éstas prácticas se pudieron identificar los factores que influyen en la no eclosión. Dichas actividades se realizaron durante 5

salidas de campo de 15 días de duración cada una a partir de la octava salida realizada en mayo de 2008, hasta la salida número 12 realizada en septiembre de 2008. El intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 15 días. Dentro de los 15 días que duró cada salida, cada 5 días se realizó la identificación de los factores de no eclosión.

2.2.4 conteo de aves adultas

El conteo de aves adultas se realizó durante todas las salidas de campo desde el mes de octubre de 2007 hasta el mes de septiembre de 2008. El intervalo de tiempo entre salida y salida durante los primeros 7 meses fue de 27 días, y de 15 días durante los meses restantes. Para determinar la hora de mayor congregación de piqueros adultos, se realizó durante la primera salida de campo tres conteos en diferentes horarios, a las 06H00, 12H00, y a las 19H00, llegando a la conclusión de que el horario de mayor concentración de aves va desde las 06H00 hasta las 08H00. De acuerdo a esto, en las siguientes 11 salidas se efectuaron cinco conteos de 06H00 a 08H00 cada tres días durante el tiempo que duró cada salida.

El tipo de conteo fue directo, ya que así se obtiene un alto nivel de precisión en un tiempo dado seleccionando un punto en donde se cuentan todas las aves visibles que se encuentren en los arbustos (Bibby y Burgess 1995). La ruta que se siguió fue en zigzag, realizando un descanso cada 10 minutos para evitar el estresamiento de las aves y para que estas se mantengan en su sitio. Cada censo se realizó con la ayuda de un contador. Se contabilizaron solamente las aves que se encontraban sobre los arbustos.

2.2.5 Medición y pesaje de polluelos

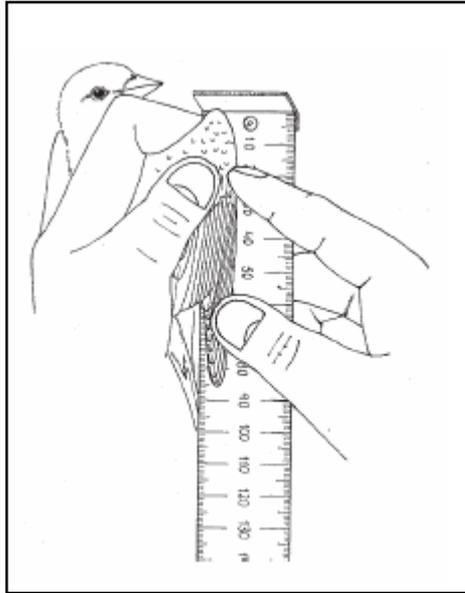
Se realizó un seguimiento de 21 pichones desde el séptimo día de nacidos, hasta el estado de volantones (120 días de nacidos) con el fin de verificar su desarrollo durante su etapa de permanencia en el nido mediante toma de medidas realizadas a los mismos. A partir del mes de mayo de 2008 y hasta el mes de septiembre de 2008, se realizaron en total 5 salidas (una por mes). El intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 15 días. Dentro de los 15 días que duró cada una de las salidas, se

tomaron medidas de largo de pico, antebrazo, tarso y peso, cada cinco días, empezando desde el tercer día de salida a excepción del mes de mayo en donde la toma de medidas se realizó cada siete días a partir del primer día de salida debido al tierno estado de los pichones y con el fin de evitar su estresamiento y cualquier daño que pudieran sufrir. La toma de medidas a los polluelos se realizó entre las 10H00 y las 15H00, que son horas promedio en las que los pichones se encuentran con la menor cantidad de alimento ingerido (Anderson, com pers en Betancourt 1995).

Para poder realizar las diferentes mediciones a los polluelos, se debió alejar a los padres que se encontraban en el nido para agarrar con mayor facilidad al pichón y no correr el riesgo de ser atacados por las aves adultas. Para esto utilizamos una rama con la cual se alejaba a los padres fuera del nido logrando que vuelen lejos mientras se removía al pichón hasta el regreso de los mismos, lo cual ocurría después de unos instantes.

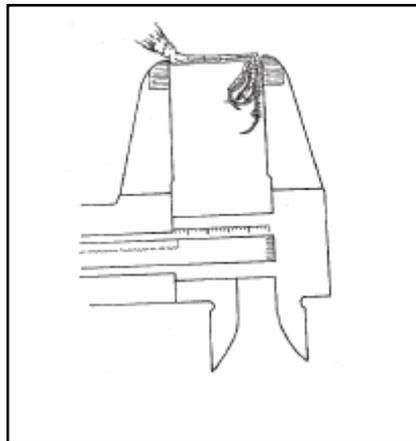
Las medidas del largo del pico fueron tomadas con la ayuda de una cinta métrica desde donde empiezan las plumas de la cabeza hasta el final del pico; la medida del ala se realizó entre las articulaciones húmero-ulna y ulna-mano con una regla metálica con tope al cero y utilizando el método de la cuerda máxima [Svensson 1996 en Clarabuch (s.a.)] (Fig 2) (Anexo 1). Según Cruz (2005), para el tarso, los límites de medida se localizaron entre la depresión en el ángulo de unión intertarsal hacia el punto donde termina el metatarso, doblando su pata hacia atrás, con las puntas más gruesas de un calibrador Vernier ($\pm 0.05\text{mm}$) (Fig 3) (Anexo 2). El peso fue medido con una balanza digital C Lever 10000g ($\pm 5\text{g}$) colocando previamente al polluelo dentro de una bolsa de algodón o de tela jean dependiendo la edad del mismo.

Figura 2. Método para medir la longitud alar (cuerda máxima) según Svensson (1996).



Fuente: Clarabuch (s.a.)

Figura 3. Medición del tarso con las puntas gruesas de un calibrador.



Fuente: Clarabuch (s.a.)

2.2.6 Observación del comportamiento padre-polluelo

Se realizaron observaciones intensivas de la conducta padre-polluelo durante 5 salidas comprendidas entre mayo de 2008 y septiembre de 2008. El intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 15 días. Se realizó una salida por mes y cada una

de ellas duró 15 días. Durante estos 15 días las observaciones se efectuaron pasando un día, desde el segundo día hasta el día 12 obteniendo un total de 6 días destinados para las observaciones por salida. En cada periodo, el tiempo de observación fue de 12 horas consecutivas desde las 06H00 hasta las 18H00. Con el fin de tener un rango definido y además evitar el estresamiento ocasionado por nuestra presencia, la estación de observación se encontró a una distancia de 20m del lugar de donde existe mayor concentración de aves anidando (Sandoval 1979).

2.2.7 Monitoreo de polluelos

Se hizo un seguimiento diario a 31 pichones desde el día en que eclosionaron hasta que fueron volantones (120 días), desde el mes de mayo de 2008 hasta el mes de agosto de 2008. El intervalo de tiempo entre salida y salida fue de 15 días. Se realizaron 4 salidas (una por mes) de 15 días de duración cada una. En caso de mortalidad se registró la fecha y causa de la muerte. Con todos los datos obtenidos se realizó una tabla de vida estática con el fin de determinar la sobrevivencia de los individuos de la población en un corto período de tiempo (Bonilla 2004).

2.2.8 Análisis de datos

Todos los datos obtenidos fueron analizados y desarrollados mediante la ayuda de distintos programas de acuerdo a nuestras necesidades. Los nidos encontrados fueron mapeados con la ayuda del programa ArcGIS 8.3. Los datos, gráficos y tablas fueron realizados en el programa EXCEL (2007). Las curvas de crecimiento de los polluelos se analizaron en el programa estadístico Paleontological Statistics (PAST), mediante el modelo de Von Bertalanffy.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.1 Localización de la población

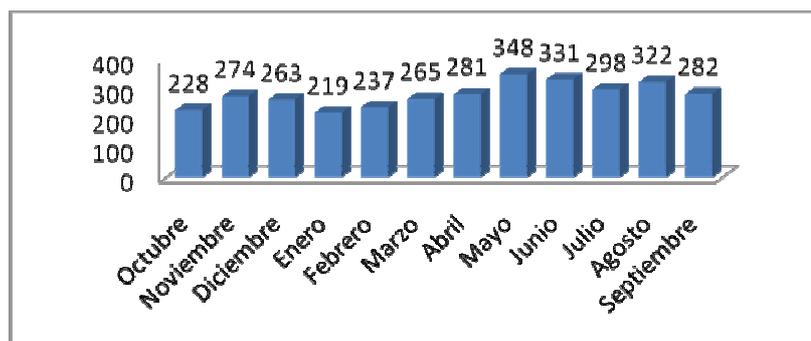
De acuerdo a los estudios realizados en el sector conocido como Punta Pitt, se localizó una sola población de piqueros patas rojas, en un área de aproximadamente 8272 m². El sitio se caracteriza por poseer una adecuada vegetación y una cercanía al mar, constituyendo así un lugar óptimo para la nidación de *Sula sula*. Se notó que la mayor parte de la población se hallaba concentrada hacia los sectores próximos a la costa.

Cerca de este lugar se encuentra un islote denominado Pitt que es una roca de lava basáltica, con una superficie de una hectárea y una altura máxima de 60m. En este sitio existe una pequeña población de piqueros patas rojas, así como de fragata común, gaviota de cola bifurcada y golondrinas de mar (Sandoval 1979).

3.2 Tamaño poblacional

El promedio del número poblacional de *Sula sula* adultos, según los datos obtenidos durante los conteos realizados a partir del mes de octubre de 2007 hasta el mes de septiembre de 2008 fue de 279 individuos. Los datos de cada mes se detallan en la figura 4.

Figura 4. Número de *Sula sula* adultos correspondiente a cada mes.



3.3 Tamaño de la nidada

De acuerdo a nuestras experiencias se pudo constatar que el tamaño de la nidada de piqueros patas rojas es de un solo polluelo producto de un único huevo depositado.

3.4 Proporción de huevos que eclosionan y los factores que influyen en la no eclosión

Nuestro estudio se basó en un número de 44 nidos registrados en el mes de abril del 2008, de los cuales al final eclosionaron 30, 14 no eclosionaron (31,1%), de las cuales 4 (28,6%) fueron infértiles, 2 (14,3%) fueron predados por cucuves (*Nesomimus melanotis*), 3 (21,4%) fueron comidos por ratas, 2 (14,3%) se encontraron fuera del nido y 3 (21,4%) constan como desaparecidos. El número de huevos no eclosionados se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Número de huevos no eclosionados y sus causas.

Causas de la no eclosión	# de huevos
Huevos infértiles	4
Huevos predados por cucuves	2
Huevos predados por ratas	3
Huevos fuera del nido	2
Desaparecidos	3

Se clasificaron como huevos infértiles a aquellos que no eclosionaron y fueron abandonados por sus padres al sobrepasar el periodo de incubación que es de 46 días aproximadamente. Si el huevo es abandonado en cualquier etapa dentro del tiempo de incubación normal, o si este no eclosiona después del periodo máximo de incubación, los padres dejan de empollarlo gradualmente, luego los adultos tal vez permanezcan cerca del nido, pero dejan de atender al huevo (Nelson 1969 a).

Los huevos encontrados fuera o dentro del nido y que presentaron agujeros circulares provocados por picotazos y con su interior vacío, fueron atribuidos a ataques de cucuves (*Nesomimus melanotis*) (Anexo 3). Los ataques provocados por ratas se

caracterizaron por presentar restos de cascara de huevos fuera del nido. Los huevos encontrados fuera del nido sin presentar ninguna marca de ataque, se debe a que los mismos cayeron debido a la inestabilidad del nido, los cuales fueron construidos sobre ramas endebles y a merced de los fuertes vientos.

Así mismo la caída del huevo se puede atribuir a que estos nidos fueron mucho más pequeños de lo común midiendo 30cm de diámetro comparados con los 40-45cm de diámetro que es lo normal. Esto pudo haber ocasionando su precipitación hacia el suelo debido a los constantes movimientos de los padres. Los huevos marcados como desaparecidos corresponden a aquellos de los cuales no se tuvo ningún rastro ya sea de huevos enteros o de restos de los mismos.

3.5 Comportamientos que inciden en la supervivencia de los polluelos

El estudio de los diferentes comportamientos entre los padres y los polluelos nos permitió tener una idea clara sobre la supervivencia de los polluelos mediante las diferentes actitudes realizadas de los padres hacia estos. A continuación se describen los comportamientos primordiales de cuidado y alimentación de 21 polluelos registrados desde el momento en que el pichón nace hasta el momento en que se convierte en volantón.

3.5.1 Cuidado de los polluelos

Una vez que la cría ha nacido, los padres empiezan a limpiar el nido de todo resto de cascara del huevo. Enseguida el polluelo se refugia debajo del padre y pasa ahí la mayor parte del tiempo como medida de protección tanto de las condiciones meteorológicas como de predadores (gatos), saliendo solo durante pocos minutos al día para refrescarse y acicalarse. Incluso cuando el adulto quiere inspeccionar al pichón lo hace metiendo su cabeza debajo del plumaje del otro padre.

Sin embargo durante este estudio se encontró un polluelo de diez días de nacido muerto fuera del nido, debido a que esta edad comienzan a tener una mayor actividad (camina sobre el nido tratando de equilibrarse con ligeros movimientos de las alas), y

esto pudo haber sido la causa de que cayera fuera del nido, posteriormente muriendo por inanición.

Terminado el primer mes, el cuidado de los padres se reduce en gran parte, y gradualmente el pichón permanece por períodos más largos solo en el nido, la razón por la que los padres permanecen menor tiempo en los nidos, es que siendo el polluelo más grande requiere cada vez mayor cantidad de alimento y sumado a sus hábitos pelágicos se tardan más en conseguirlo. Mientras el polluelo permanece solo en el nido da muestras de territorialismo realizando movimientos iguales a los de los adultos.

A medida que se desarrolla, el pichón muestra cada vez más señales de independencia, permanece poco tiempo debajo del padre y más inspeccionando el nido, caminando, jugando con ramitas o ejercitando sus alas abriéndolas y moviéndolas constantemente con el viento en señal de instinto de vuelo. De acuerdo a nuestras experiencias y según Martínez y Martínez (1979), se puede decir que el porcentaje de tiempo que permanecen el macho y la hembra en el nido, varía de acuerdo a la etapa en que se encuentra su ciclo reproductivo.

3.5.2 Alimentación

La alimentación del polluelo es realizada por ambos miembros de la pareja. Durante los primeros días de nacido es difícil observar como los padres alimentan al pichón, ya que este permanece bajo el plumaje de uno de ellos. El adulto suministra el alimento metiendo su pico por debajo de su plumaje. A medida que pasa el tiempo y el polluelo empieza a salir del refugio que le brinda el padre, este empieza a abrir el pico dirigiéndolo hacia el otro padre y emitiendo sus primeros sonidos, como muestra de que quiere ser alimentado.

Conforme el pichón crece, las conductas para conseguir ser alimentado se hacen más evidentes y más comunes. Así, a los comportamientos antes señalados se suma el de frotar su pico contra el pico de uno de los padres, y tras varios intentos de realizar esto, logra que el adulto estire su cuello preparándose a regurgitar su alimento abriendo su pico y permitiendo que la cría introduzca la cabeza casi en su totalidad

para alimentarse. Estos movimientos se pueden repetir varias veces hasta que el polluelo quede totalmente satisfecho y regresa a refugiarse debajo de uno de los padres.

En ocasiones es el adulto el que incentiva al polluelo a alimentarse, buscándolo con su pico por debajo del otro padre, con esto logra que el pichón asome su cabeza y es ahí donde empieza el ritual de alimentación. Al momento de realizar nuestra observaciones se pudo constatar que algunos polluelos no fueron alimentados durante el día, esto se debe a que *Sula sula* posee hábitos seminocturnos y la alimentación se puede dar pasadas las 18H00.

Mediante observaciones de pescados regurgitados de adultos se pudo apreciar que el alimento preferido está conformado por sardinas (*Opisthonema berlangai*) y peces voladores (*Exocoetus volitans*) (Anexo 4). Conforme el pichón va creciendo el número de comidas diarias disminuyen, pero la cantidad de alimento aumenta.

3.6 Monitoreo de nidos

Se registraron 367 nidos durante el tiempo que duró el estudio (Anexo 5). La figura 6 nos muestra su distribución dentro del área de estudio. Según este monitoreo, se pudo diferenciar que las actividades reproductivas de *Sula sula* se dan durante todo el año, registrándose un gran incremento en el número de puestas de huevos durante los meses de diciembre, abril, junio y julio, y por el contrario el menor número de puestas ocurrió en el mes de marzo (Fig 5).

Fig 5. Número de puestas de huevos desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2008 en el sector de Punta Pitt, Isla San Cristóbal-Galápagos.

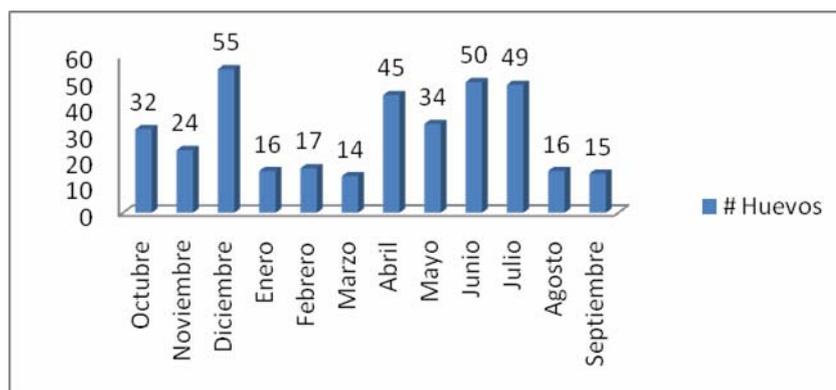
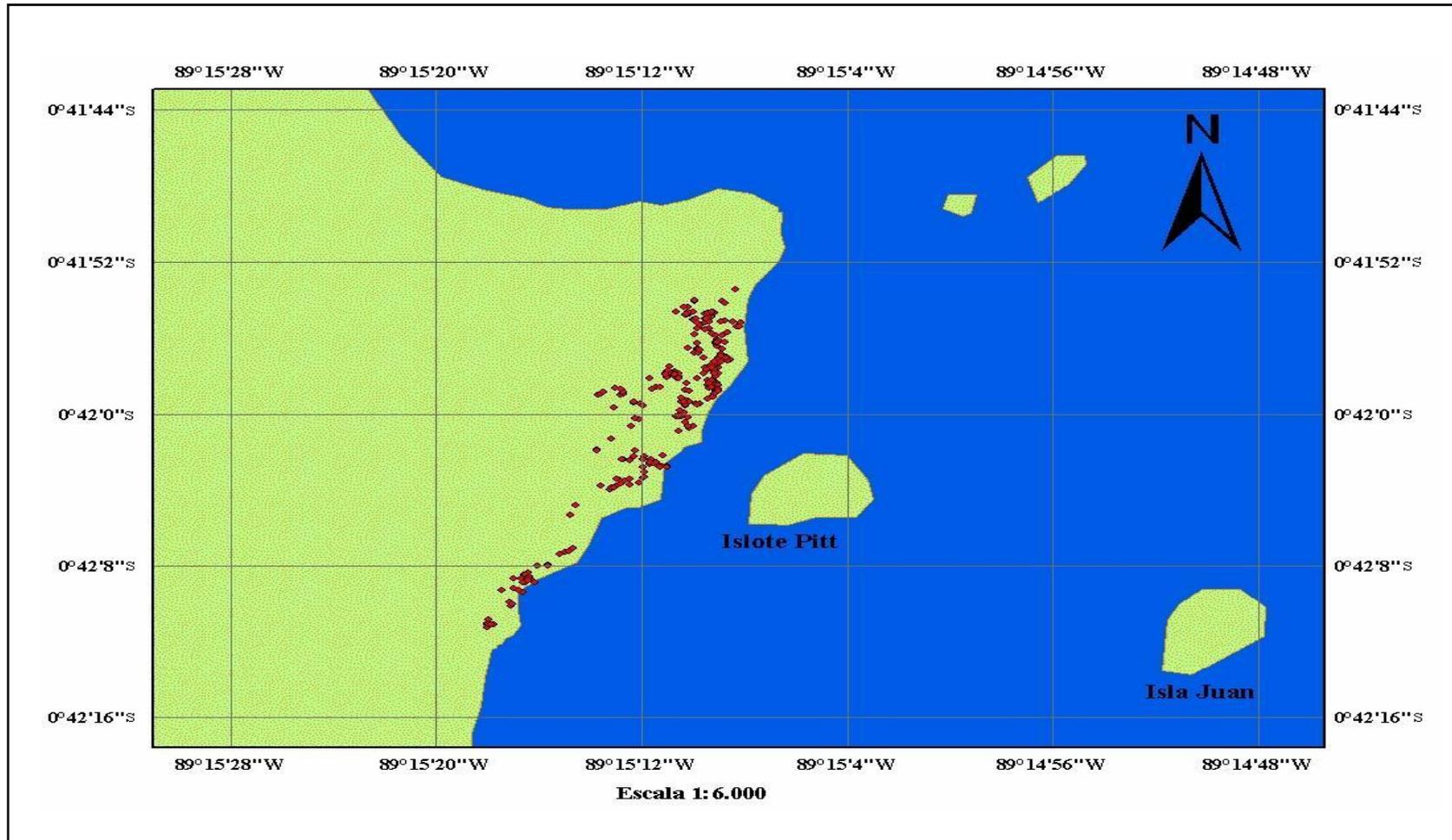


Figura 6. Localización de los nidos dentro de la zona de estudio.



Fuente: Parque Nacional Galápagos (s.a.), modificado por Obando y Ramírez 2008

3.7 Crecimiento de polluelos

El crecimiento fue determinado de acuerdo a las mediciones de pico, tarso, antebrazo y peso realizadas a 21 polluelos, y fueron graficadas en una curva de crecimiento (Fig 7), los datos ingresados fueron un valor promedio de cada medición realizada desde los 7 días de nacidos, hasta que cumplieron 120 días de edad (Anexo 6). La edad de las crías difiere entre 5 días, que consideramos fue adecuada.

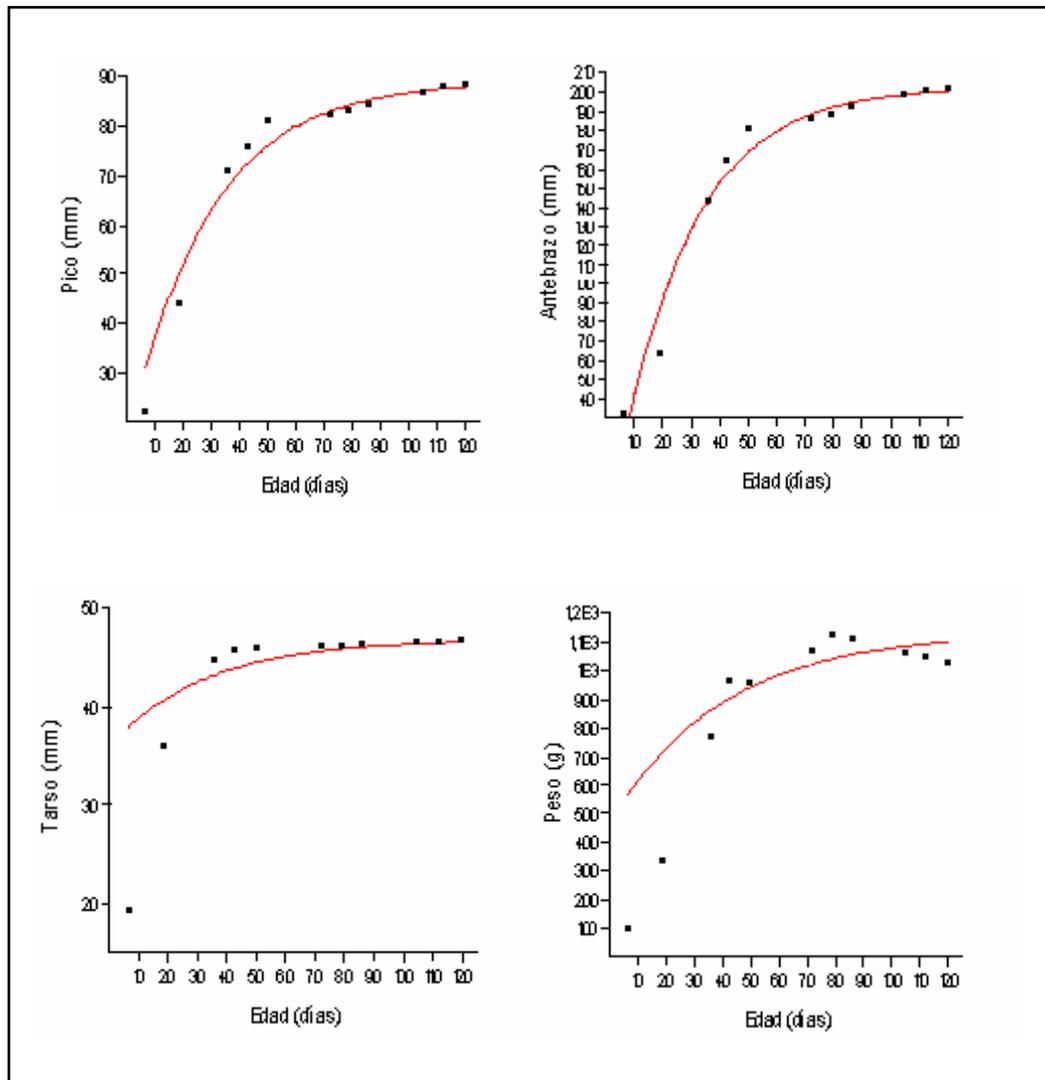
Se puede observar que el promedio de tamaños tanto del pico como de la ulna y el tarso, aumentan de acuerdo con la edad hasta llegar a un punto en que se mantienen constantes. En el caso del pico se da un crecimiento notable desde el día 7 de nacido hasta cumplidos los 43 días, luego de esto el crecimiento de tamaño incrementa poco a poco hasta el día 100 desde donde el tamaño del pico se normaliza y no se dan cambios significativos hasta el día 120.

Las medidas del antebrazo muestran un mayor incremento desde el día 7 de nacido hasta el día 36, después a partir del día 50 y hasta el día 120 no se dan incrementos bruscos del crecimiento, y hacia el día 105 y hasta el día final, el incremento de tamaño se normaliza.

Las mediciones realizadas al tarso nos dan como resultado un incremento notable desde el día 7 de nacido hasta el día 36, luego desde el día 43 hasta el día 120 el tarso crece muy poco, llegando a normalizarse sus medidas a partir del día 50 hasta el último día.

El peso fue la medida que más irregularidades mostró, así, desde el día 7 de nacido hasta el día 43 se dieron notables incrementos para luego disminuir hasta el día 50. Luego en el día 72 se registró un aumento que se mantuvo regular hasta el día 79 desde donde empezó a disminuir hacia el día 120.

Fig 7. Curvas de crecimiento estimadas para polluelos de *Sula sula* utilizando el programa Paleontological Statics (PAST) y aplicando el modelo de crecimiento de Von Bertalanffy.



3.8 Monitoreo de polluelos

El cálculo del porcentaje de sobrevivientes se realizó en base al estudio de 31 polluelos monitoreados desde el día en que nacieron hasta que cumplieron los 120 días (Tabla 4). El porcentaje de sobrevivencia hacia los 120 días de edad fue del 84%, siendo el periodo comprendido entre los 16 y 45 días el que presentó el mayor número de muertes.

Tabla 4. Tabla de vida estática de 31 polluelos de *Sula sula* de 0 a 120 días de nacidos.

Intervalos de clase	Clase de edad (x)	Número de individuos sobrevivientes al comienzo de cada edad N(x)	% de sobrevivientes $l(x)=N(x)/N(0)$	Tasa de sobrevivencia $S(x)=N(x+1)/N(x)$
0 - 15	1	31	1	0,94
16 - 30	2	29	0,94	0,93
31 - 45	3	27	0,87	1
46 - 60	4	27	0,87	0,96
61 - 75	5	26	0,84	1
76 - 90	6	26	0,84	1
91 - 105	7	26	0,84	1
106 - 120	8	26	0,84	1

Las muertes de los polluelos (Tabla 5), se atribuyeron a ataques producidos por gatos (2 casos) (Anexo 7), muerte de uno de los padres (1 caso) (Anexo 8), y caída desde el nido (2 casos). Los ataques realizados por gatos se dieron mientras los polluelos se encontraban solos en el nido, momento en el que son más vulnerables. Las crías atacadas se caracterizaron por presentar marcas de dientes a la altura del cuello y por hallarse fuera del nido.

Tabla 5. Número de polluelos muertos y sus causas.

Causas de muertes	# de polluelos
Ataque de gatos	2
Caída del nido	2
Muerte de uno de los padres	1

La muerte del polluelo por ausencia de uno de los padres ocurre cuando uno de los adultos sucumbe por distintas causas, recayendo toda la responsabilidad de cuidado en el padre sobreviviente, el cual no puede criar sólo al pichón por lo que pasa la mayor parte del tiempo sin cuidado a merced de cualquier ataque que le provoque la muerte o termina muriendo por inanición. Las caídas del polluelo desde el nido siempre conllevan a la muerte del mismo, ya que no pueden regresar al nido y por consiguiente mueren por inanición.

Durante nuestro estudio se pudo observar que la planta espino (*Scutia spicata*) que se localiza en las cercanías de las plantas de muyuyo representa un peligro para los piqueros patas rojas ya que las aves pueden lastimarse con sus espinas o enredarse quedando atrapados y por consiguiente mueren. Cabe destacar que esta observación se la realizó a un juvenil que no se encontraba en los registros de nuestro estudio.

CAPITULO IV

DISCUSION

4.1 Localización de la población

Actualmente el piquero patas rojas anida en su mayoría en las islas Genovesa y San Cristóbal, demostrando así que estas aves prefieren anidar en islas rodeadas por aguas menos calientes que las del centro del archipiélago (Anderson 1991), por lo que los cambios drásticos de temperatura del agua afecta su alimentación y por consiguiente su población.

El sector de Punta Pitt se caracteriza por ser una zona libre de intervención humana, salvo en las ocasiones en que se realiza controles sobre las especies foráneas, actividad que es realizada por personal calificada del Parque Nacional Galápagos (PNG), razón por la cual la colonia de piqueros patas rojas prefiere este sitio. La presencia masiva y constante de humanos podría causar una alteración al desarrollo normal de la colonia pudiendo ocasionar una migración de las aves hacia otros lugares (Martínez y Martínez 1979).

En Punta Pitt *Sula sula* no comparte el sitio de nidación con *Frigata spp.* como sucedía en Punta del Este en donde las colonias de estas aves se encuentran muy juntas y que según Sandoval (1979), existe una constante lucha y sobre todo ocurre cleptoparasitismo entre estas dos especies por el material para construir nidos y por el alimento. Esta es una de las razones junto con el incremento de predadores foráneos como gatos y ratas para que las aves migren a lugares más seguros, por la que la mayor parte de la colonia de piqueros patas rojas de Punta del Este se haya trasladado al sector de Punta Pitt.

4.2 Tamaño poblacional.

Actualmente la población de *Sula sula* se mantiene estable debido a que no comparte territorio con el gavilán de galápagos (*Buteo galapagoensis*) considerado uno de sus predadores naturales. El gavilán de Galápagos presentaba una extensa población antes de la colonización de las islas, la cual se extendía a lo largo de la mayoría de las islas con excepción de Genovesa, donde se encuentra la colonia más grande de piqueros patas rojas del Archipiélago. Actualmente a causa del impacto antropológico, el territorio de ocupación del gavilán de Galápagos se ha reducido, dando lugar a que las colonias de *Sula sula* se incrementen (Anderson 1991).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente estudio en donde se registró un promedio de 279 individuos, valor que podría ser mayor ya que no se contaron los individuos que se encontraban volando sobre el sitio de estudio y los que salieron a pescar, demuestra que la población de piqueros patas rojas ha ido incrementándose paulatinamente desde el fenómeno del niño ocurrido en el año 1982. Este fenómeno se caracteriza por hacer que se calienten las aguas y los cardúmenes migren hacia aguas más templadas, dado que las condiciones tróficas no son favorables para las aves marinas, que sufren un declive en sus poblaciones (Maridueña 1975).

4.3 Tamaño de la nidada

Nuestro estudio comprobó que el tamaño de la nidada de *Sula sula* es de un solo polluelo producto de un único huevo depositado, lo que coincide con el estudio realizado por Nelson (1969 b), en donde se explica que es el número máximo de polluelos que puede alimentar, debido a los hábitos pelágicos de la especie. Al contrario de piqueros patas rojas, y de acuerdo a lo descrito por Clifford y Anderson (2001), el tamaño de la puesta de los piqueros enmascarados depende directamente de la abundancia de comida (uno o dos huevos), y el tamaño de la nidada es de un polluelo al igual que el piquero patas rojas. La diferencia radica en que en los piqueros enmascarados se da el siblicidio obligado (Betancourt 1995).

Los piqueros patas azules depositan de dos a tres huevos, y si las circunstancias lo permiten pueden criar los tres polluelos, o de lo contrario el polluelo que nace primero ejerce una dominancia agresiva sobre el otro, ocasionándole algunas veces la muerte (Osorno y Drummond 1995).

4.4 Proporción de huevos que eclosionan y los factores que influyen en la no eclosión

El éxito de eclosión de *Sula sula* en Punta Pitt fue de 68,9%, porcentaje mayor comparado con los resultados obtenidos por Sandoval (1979) en Punta del Este, que fue del 67% y con los obtenidos por Nelson (1969 b) en Genovesa, que fue del 30%. Las causas de no eclosión de nuestro estudio se debió a la infertilidad de los huevos, actos de predación provocados por cucuves (*Nesomimus melanotis*) y ratas, huevos encontrados fuera del nidos y desaparición de los huevos, en tanto que Nelson describió como principales causas al abandono completo de los huevos y a la intervención de las fragatas (*Fregata minor*), Sandoval (1979) atribuye la pérdida de huevos a causas desconocidas.

La razón de la diferencia de porcentajes de éxito de eclosión entre nuestro estudio y los realizados por Nelson (1969 b) en Genovesa, y Sandoval (1979) en Punta del Este, se debe a que estas dos locaciones son diferentes a Punta Pitt en lo que se refiere a la construcción de los nidos, ya que son situados en distintos tipos de vegetación, en Genovesa se ubican en monte salado (*Cryptocarpus piriforme*), árboles de palo santo (*Bursera graveolens*), y mangle rojo (*Rizophora mangle*), mientras que en Punta del Este se localizan solamente en mangle negro (*Avicennia germinans*). Estos árboles son también lugar de nidación de las fragatas, lo que conlleva a una lucha por el lugar de nidación entre estas y los piqueros de patas rojas, lo que reduce el número de huevos que eclosionan de *Sula sula*.

En nuestro estudio el factor que más influyó en la pérdida de huevos fue el del humedecimiento de los nidos a causa del agua de mar llevada por los vientos hacia los nidos y por ligeras lloviznas conocidas como “garúas” presentes en Punta Pitt a partir del mes de junio y prolongándose hasta el mes de octubre y que según Maridueña (1975) impiden la incubación normal, provocando así la infertilidad del

huevo. Los cucuves aprovechan las pocas oportunidades en que el huevo queda completamente solo en el nido debido al breve abandono realizado por los padres al momento de alimentarse.

Los ataques realizados por ratas se dan en la noche. Las ratas negras (*Rattus rattus*) son una de las peores especies introducidas, pues se propagan rápidamente entre las islas, destruyen los nidos de aves y reptiles, y comen las crías recién salidas del cascarón, además de que son portadoras de enfermedades que afectan la salud de personas y animales (Fundación Charles Darwin 2006). Actualmente se encuentra presente en la mayoría de las islas (Swash y Still 2005).

En el periodo incubatorio ambos miembros de la pareja asisten al nido, realizando frecuentes cambios que suceden a cualquier hora (Sandoval 1979), lo que algunas veces causa la caída del huevo debido a los movimientos de los adultos al momento de realizar el relevo. La caída del huevo puede darse también por el exceso de nidos construidos sobre muyuyo (*Cordia lutea*), lo que provoca que muchas veces los nidos se ubiquen en los márgenes del arbusto, volviéndose inestables y provocando la caída del huevo. La causa de la preferencia de los piqueros patas rojas por este arbusto para anidar, se debe a que les ofrece un ambiente seguro además de ser fresco y sombreado.

4.5 Comportamientos que inciden en la supervivencia de los polluelos

Durante el primer mes los padres comparten el cuidado del polluelo, como lo especifica Sandoval (1979), en donde el macho cuida el 40,15% y la hembra el 58,95%, solamente pasan abandonados los pichones el 1% del tiempo total. Mientras uno de ellos permanece en el nido, el otro se queda en las cercanías, asumiendo una posición de alerta.

El comportamiento de los padres es más agresivo en comparación con el periodo incubatorio, alejando con graznidos, aleteos y movimientos de la cabeza de arriba hacia abajo a todo intruso que se acerque al nido, sea animal o humano, demostrando así su territorialismo. En los meses siguientes el cuidado del pichón es menos intensivo.

Los polluelos de piqueros patas rojas de Punta Pitt permanecieron un promedio de 16 semanas antes de realizar su primer vuelo, según estudios realizados en el Océano Índico por Verner (1961) y Nelson (sin publicar), en Nelson (1969 a), se observó un periodo de 15 semanas de permanencia. En tanto que Nelson (1969 a), constató un periodo de 19 semanas mediante estudios realizados en la Isla Genovesa (Galápagos). Esta irregularidad en el tiempo de permanencia de los polluelos en el nido se debe a que algunas veces existe escases de alimento lo que provoca que los polluelos de *Sula sula* demoren en tener su primer vuelo (Nelson 1969 a).

4.6 Monitoreo de nidos

Según nuestras observaciones, en Punta Pitt, el piqueros patas rojas pone huevos durante todos los meses del año. La cantidad de huevos depositados no es constante, se presentan picos favorables durante los meses de diciembre, abril, junio y julio, y una disminución en el número de huevos en los meses de enero, febrero, marzo, agosto y septiembre, es decir las actividades reproductivas se intensifican cada 3 a 4 meses. La temporada de reproducción depende directamente de la abundancia de alimento (Nelson 1969 b). En algunos casos las restricciones en los suministros de comida no solo pueden afectar el inicio de cada época reproductiva sino también controlar el éxito reproductivo (Harris 1969 en Cruz 2005).

4.7 Crecimiento de polluelos

En los resultados de crecimiento de piqueros patas rojas se puede considerar que el desarrollo es más rápido hasta los dos meses de edad, haciéndose más lento en los meses posteriores hasta llegar a volantón en donde sus medidas son similares a las de un piquero adulto como se puede observar en la estabilización de la curva de crecimiento (Fig 7). Los piqueros patas rojas poseen alas excepcionalmente grandes en relación con el tamaño de su cuerpo y el tarso es pequeño comparado con los de los otros piqueros (Nelson 1969 a).

Las medidas del antebrazo aumentan sin cambios notables a partir de los dos meses hasta igualar en tamaño a las de un adulto. El tamaño del tarso sufre un incremento

brusco durante el primer mes, luego sus medidas permanecen constantes, debido a que estas aves poseen el tarso más pequeño de la familia *Sulidae* de Galápagos, a causa de sus hábitos arbóreos y de su poca permanencia en el suelo. Sin embargo el peso de la cría disminuye a medida que alcanzan más edad lo cual nos demuestran que llegan a tener el peso ideal para realizar sus primeros vuelos.

Nuestros resultados de la toma de medidas de peso varían poco con los obtenidos por Nelson (1969 b), debido a que esta medida no es muy confiable, ya que el peso cambia entre las comidas que reciben los pichones durante todo el día.

4.8 Monitoreo de polluelos

Se puede decir que el porcentaje de sobrevivencia en Punta Pitt fue mayor al obtenido por Sandoval (1979) realizado en Punta del Este, quien obtiene un porcentaje del 67% comparado con el 84% de nuestro estudio. Esto se debe a que hoy en día los controles de animales foráneos realizados por el Parque Nacional Galápagos son más exigentes y frecuentes que hace 20 años.

La curva de sobrevivencia (Fig 8), y la curva de sobrevivencia logarítmica (Fig 9), corresponden a las curvas tipo III. Este tipo de curva indica una mortalidad muy alta en las clases de edad inferiores (jóvenes) y baja en las clases viejas (Bonilla 2004). Aquí se indica el índice de mortalidad y el porcentaje de sobrevivencia de los polluelos en comparación con los días próximos a salir del nido.

Fig 8. Curva de sobrevivencia de polluelos de *Sula sula* correspondiente a cada clase de edad.

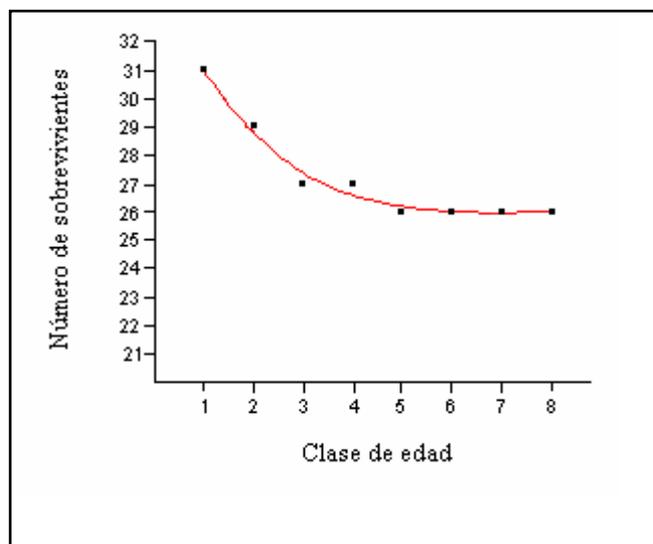
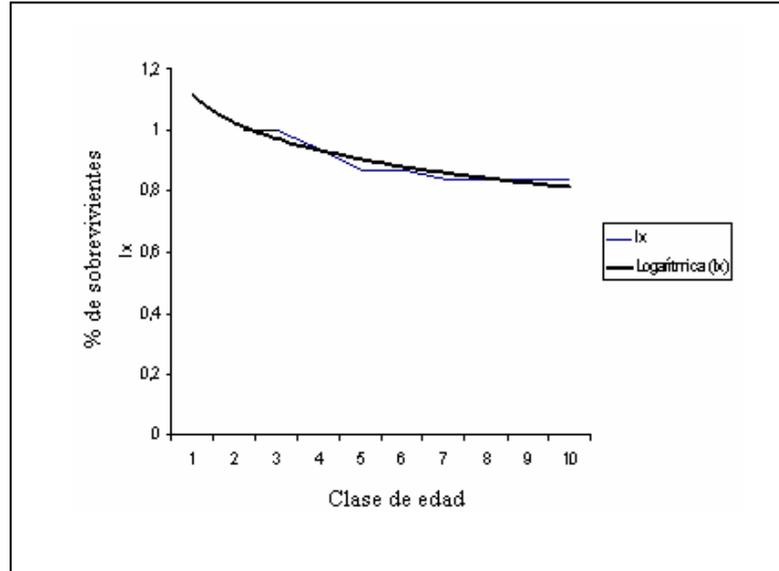


Fig 9. Curva de sobrevivencia logarítmica de polluelos de *Sula sula* correspondiente a cada clase de edad.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El Sector de Punta Pitt presenta condiciones ideales para la población de Piqueros Patas Rojas, ya que constituye una zona libre de intervención humana y no existe competencia con otras especies por el material para construir los nidos.
- Actualmente la población de piqueros patas rojas (*Sula sula*) en Punta Pitt se encuentran en buen estado. Los animales foráneos como ratas (*Rattus rattus*) y gatos cimarrones (*Felis catus*) no representan una amenaza significativa para la población de piqueros patas rojas en este sector gracias a los controles de dichos mamíferos que lleva el Parque Nacional Galápagos (PNG).
- En nuestro estudio las lloviznas irregulares presentes en la zona fueron la mayor causa de infertilidad del huevo, impidiendo la incubación normal. Los ataques provocados por cucuves (*Nesomimus melanotis*) no constituyen un peligro tan grave como lo son los ataques provocados por las ratas, ya que estos animales no constituyen parte de la biodiversidad de la zona.
- La postura de huevos se da durante todos los meses del año, presentando picos favorables durante los meses de diciembre, abril, junio y julio, ya que en estos periodos se dan condiciones propicias para esta actividad.
- El tiempo de permanencia de los polluelos en el nido depende directamente de la cantidad de alimento disponible, es por eso que a menudo se presenten irregularidades en el periodo de estadía de las crías en los nidos.
- Durante los dos primeros meses de edad se da el mayor incremento de medidas de los polluelos, volviéndose más lento después de esta edad, y hacia los últimos días de permanencia en el nido prácticamente no se percibe ningún cambio.

- La presencia de plantas espino (*Scutia spicata*) ubicadas junto a las plantas de muyuyo (*Cordia lutea*) representan un peligro para los piqueros patas rojas ya que pueden quedar enredados en ellas llegando a provocarles la muerte.

Recomendaciones

- Para asegurar la permanencia de *Sula sula* en Punta Pitt, se debe realizar programas de reforestación de muyuyo (*Cordia lutea*), debido a la escasa vegetación de este arbusto y la preferencia de estas aves por anidar en estas plantas, ya que le brinda protección y sombra.

Se recomienda realizar la reforestación mediante cuadrantes de aproximadamente 10m², dejando espacios de 10m², ya que estas aves necesitan espacio para moverse libremente y poder levantar vuelo mientras estén en el suelo.

Realizar podas de plantas espino (*Scutia spicata*), que se encuentran situadas en las cercanías de muyuyo, debido a que representan un peligro tanto para adultos como para juveniles, ya que cuando se encuentran fuera del nido algunas veces quedan atrapadas entre las espinas de estas plantas causándoles en algunos casos la muerte. Esta poda se debe realizar en las horas de menor congregación de piqueros (09H00-12H00, 14H00-17H00).

- Continuar con los cebamientos, tanto de ratas como de gatos para mantener o elevar el porcentaje de sobrevivencia de los polluelos de piqueros patas rojas. El control de ratas se lo podría realizar en los meses donde se da el mayor índice de puesta de huevos. El cebamiento para gatos se lo debería realizar durante todo el año, ya que la reproducción de *Sula sula* se da durante todos los meses.
- Con respecto a la metodología de los censos sería interesante además realizar conteos al atardecer del mismo día, cuando las aves retornan a la colonia, para detectar las horas de retorno y fidelidad de sitio de los individuos.

- La continuidad de los censos a largo plazo es importante, para comprender la dinámica poblacional de esta colonia a través del tiempo.

GLOSARIO

Acicalar: Limpiar su cuerpo.

Cebamientos: Colocar cebos compuestos por comida y veneno para atraer a los animales que son considerados como dañinos.

Cleptoparasitismo: Acto de persecución y robo del alimento realizado por una ave a otra.

El Niño: Es el fenómeno climático que resulta del calentamiento de la superficie del mar provocando un aumento en las lluvias sobre Galápagos y el continente.

Endémico: Especies de animales o vegetales que son propias y exclusivas de determinadas localidades o regiones.

Garúa: Ligeras lloviznas presentes durante la época fría en la zona del Archipiélago de Galápagos.

Hábitat: Conjunto local de condiciones geofísicas en que se desarrolla la vida de una especie o de una comunidad animal o vegetal.

Herbivoria: Destrucción de la vegetación endémica por parte de animales herbívoros introducidos.

Nidada: Conjunto de los polluelos de una misma puesta mientras están en el nido.

Pelágicos: Especies de animales y vegetales que viven o se desarrollan alejados de la costa.

Regurgitar: Sacar por la boca, sin esfuerzo, sustancias sólidas o líquidas contenidas en el esófago o en el estómago.

Siblicidio: Del inglés “sibling” que significa hermano o hermana. El siblicidio es utilizado ampliamente para expresar la muerte del hermano(a) menor de la nidada ocasionada por parte de su hermano(a) mayor.

Volantón: Ave que está lista para salir a volar.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON D.J. Differential responses of boobies and other seabirds in the Galápagos to the 1986-1987 El Niño-Southern oscillation event. Pennsylvania-USA. Mar. Ecol. Prog. Ser. 52:209-216. 1989. 8pp.
- ANDERSON D.J. Apparent predator-limited distribution of Galápagos red-footed boobies *Sula sula*. Pennsylvania-USA. Ibis 133:26-29. 1991. 4pp.
- ANDERSON D.J., RICKLEFS R.E. Brood size and food provisioning in masked and blue-footed boobies (*Sula spp.*). USA. Ecology 73(4):1363-1374. 1992. 12pp.
- ANDERSON D.J., HODUM P.J. Predator behavior favors clumped nesting in an oceanic seabird. USA. Ecology 74(8):2462-2464. 1993. 3pp.
- BANKS S. Ambiente Físico. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E. & G.J. Edgar, eds.). Santa Cruz, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos. 2002. pp 22-37.
- BANKS S. Origen, condiciones biológicas y oceanográficas de la Reserva Marina de Galápagos. En: Ambientes Marinos y Costeros de Galápagos (Parque Nacional Galápagos). Galápagos-Ecuador. Parque Nacional Galápagos y Fundación Charles Darwin, Galápagos-Ecuador. 2004. pp 2-9.
- BENSTED-SMITH R, POWELL G, DINERSTEIN E. Planificación para la ecorregión. En: Visión para la biodiversidad de las Islas Galápagos (Bensted-Smith, ed.). Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos y Fondo Mundial para la Naturaleza. 2002. pp 1-5.
- BETANCOURT H. El costo de la reproducción en piqueros enmascarados (*Sula dactylatra*), Isla Española, Galápagos. Quito-Ecuador. Tesis de Licenciado en Biología. Universidad Católica. 1995. 31pp.
- BIBBY C.J., BURGESS N.D. Bird census techniques. Lóndres-Inglaterra. Academic press limited. 1993. 257pp. Tercera edición.
- BONILLA M.A. Ecología de poblaciones. Bogotá-Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Unibiblos. 2004. 127pp. Primera edición.
- BRANDT M. Manglares. En: Ambientes Marinos y Costeros de Galápagos (Parque Nacional Galápagos). Galápagos-Ecuador. Parque Nacional Galápagos y Fundación Charles Darwin, Galápagos-Ecuador. 2004. pp 12-19.
- BUITRON P, ZABALA J. Revisión, compilación y evaluación de datos sobre *Rattus sp.* en el archipiélago de Galápagos. Informe sobre la base de datos de

roedores introducidos y análisis de los datos en ella contenidos. Santa Cruz, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin. 2007. pp 24.

CLARABUCH O. El estudio del ave en mano. Barcelona-España. Grup Català d'Anellament. Museu Zoologia 8, 73-98. (s.a.). 25pp.

CLIFFORD L.D., ANDERSON D.J. Food limitation explains most size variation in the Nazca booby. *Journal of Animal Ecology* 70,539-545. 2001. 7pp.

CLIMA DE GALÁPAGOS (en línea). <www.galapaguide.com>. (s.a.). Consultado: 2 de Octubre de 2008.

CRUZ F. Biología reproductiva de *Pterodroma phaeopygia* (Procellariidae) isla San Cristóbal – Galápagos. Tesis de Doctor en Biología. Quito-Ecuador. Universidad Central del Ecuador. 2005. 87 pp.

DANULAT E, EDGAR G.J. Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad. Santa Cruz, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos. 2002. 484 pp.

FRIESEN V.L., ANDERSON D.J. Phylogeny and Evolution of the Sulidae (Aves: Pelecaniformes): A Test of Alternative Modes of Speciation. Ontario-Canada. *Molecular phylogenetics and evolutions*. Vol. 7, N° 2. 252-260. 1997. 9pp.

FUNDACIÓN CIÉNTIFICA CHARLES DARWIN. Mamíferos terrestres introducidos (en línea). <www.darwinfoundation.org>. (2008). Consultado: 30 de Septiembre de 2008.

HEYLINGS P, BENSTED-SMITH R, ALTAMIRANO M. Zonificación e historia de la Reserva Marina de Galápagos. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E. y G.J. Edgar, eds.). Santa Cruz, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos. 2002. pp 10-21.

HEINZEL H, HALL B. Galápagos diary: A complete guide to the Archipiélago's birdlife. Berkeley and Los Angeles, California-USA. University of California Press. Christopher Helm (Publishers) Ltd. 2000. 272 pp.

JIMENEZ G, WIEDENFELD D. Aves Marinas. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E & GJ Edgar, eds.). Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos, Santa Cruz, Galápagos. 2002. 484pp. pp 343-372.

LORMEE H, BARBRAUD C, CHASTEL O. Reversed sexual size dimorphism and parental care in the red-footed booby (*Sula sula*). *Ibis* 147:307-315. 2005. 9pp.

MARIDUEÑA ALCIVAR L. Influencia del fenómeno de “El Niño” en la nidación de *Sula nebouxii excisa* (piquero de patas azules). Galápagos-Ecuador. Estación Biológica Charles Darwin. 99-116. 1975. 16pp.

- MARTINEZ P, MARTINEZ L. Impacto turístico y biología reproductiva del piquero pata rojas (*Sula sula websteri*). Quito-Ecuador. Informe para el Parque Nacional Galápagos. 1979. 9pp.
- NELSON J. B. The breeding behaviour of the red-footed booby (*Sula sula*). *Ibis* 111(3):357-385. 1969a. 28pp.
- NELSON J. B. The breeding ecology of the red-footed booby in the Galápagos. *J. Anim. Ecol.* 38:181-198. 1969b. 17pp.
- OSORNO J.L, DRUMMOND H, The function of hatching asynchrony in the blue-footed booby. *Behav Ecol Sociobiol* 37:265-273. 1995. 10pp.
- PALACIOS D. Estatus poblacional y notas sobre la ecología reproductiva de las pelecaniformes del Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario, Caribe Colombiano. Bogotá-Colombia. Tesis de Biólogo Marino. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. 1994. 79pp.
- PARQUE NACIONAL GALÁPAGOS. Control y erradicación de animales introducidos (en línea). <<http://www.galapagospark.org/>>. (2008). Consultado: 30 de septiembre de 2008.
- PITMAN R, JEHL J. Geographic variation and reassessment of species limits in the “masked” boobies of the Eastern pacific ocean. *The Wilson Bulletin. Bull* 110(2):155-170. 1998. 15pp.
- RIDGELY R, GREENFIELD P. Aves del Ecuador, Guía de campo. Quito-Ecuador. Fundación de conservación Jocotoco. 2006. 812pp. Volumen II.
- ROTHMAN R. Characteristics of pelecaniformes (en línea). <<http://people.rit.edu/rhsbi/GalapagosPages/Boobies.html>>. (200-). Consultado: 25 de Julio de 2008.
- SANDOVAL Y. Comportamiento reproductivo de piqueros patas rojas (*Sula sula websteri*) en Punta del Este, isla San Cristóbal, Galápagos. Quito-Ecuador. Tesis de PhD. Universidad Católica. 1979. 68pp.
- SCHREIBER R.W. Tropical sea bird biology. *Studies in avian biology* No. 8. Cooper Ornithological Society 95-114. 1983. 20pp.
- SNELL H.L, TYE A, CAUSTON C.E, BENSTED-SMITH R. Estado y amenazas de la biodiversidad terrestre de Galápagos. En: *Visión para la biodiversidad de las Islas Galápagos* (Bensted-Smith, ed.). Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos y Fondo Mundial para la Naturaleza. 2002. pp 30-47.
- SWASH A, STILL R. Birds, mammals and reptiles of the Galápagos Islands. Old Basing, Hampshire-Inglaterra. WILD Guides. 2005. 168pp. 2nd edition.

TYE A, SNELL H.L, PECK S.B, ADSERSEN H. Sobresalientes características terrestres del Archipiélago de Galápagos. En: Visión para la biodiversidad de las Islas Galápagos (Bensted-Smith, ed.). Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin para las islas Galápagos y Fondo Mundial para la Naturaleza. 2002. pp 12-23.

VARGAS H, BENSTED-SMITH R. Past and present ornithology in Galápagos. En: Proceedings of the Symposium Science and Conservation in Galapagos. Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique (Sitwell N., Baert L. y Cuppois G. eds). Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin 70:39-45. 2000. pp 7.

VINUEZA L, FLORES M. Comunidades intermareales rocosas. En: Reserva Marina de Galápagos. Línea Base de la Biodiversidad (Danulat E. & G.J. Edgar, eds.). Santa Cruz, Galápagos-Ecuador. Fundación Charles Darwin/Servicio Parque Nacional Galápagos. 2002. pp 98-118.

ANEXOS

Anexo 1: Medición del antebrazo.



Anexo 2: Medición del tarso.



Anexo 3: Huevo predado por cucuve (*Nesomimus melanotis*).



Anexo 4: Peces regurgitados.



Anexo 5: Coordenadas de los nidos localizados durante el estudio.

NIDO	COORDENADAS	NIDO	COORDENADAS
N1	89°15'9,90"W/0°41'54,95"S	N41	89°15'9,43"W/0°41'57,64"S
N2	89°15'10,22"W/0°41'54,59"S	N42	89°15'9,31"W/0°41'58,18"S
N3	89°15'10,27"W/0°41'54,72"S	N43	89°15'9,37"W/0°41'58,37"S
N4	89°15'9,54"/0°41'54,72"S	N44	89°15'9,24"W/0°41'58,55"S
N5	89°15'9,42"/0°41'54,65"S	N45	89°15'9,31"W/0°41'58,54"S
N6	89°15'17,76"W/0°42'11,00"S	N46	89°15'9,06"W/0°41'58,73"S
N7	89°15'9,72"W/0°41'55,31"S	N47	89°15'9,42"W/0°41'59,21"S
N8	89°15'8,65"W/0°41'55,67"S	N48	89°15'10,14"W/0°41'59,34"S
N9	89°15'8,95"W/0°41'56,93"S	N49	89°15'10,38"W/0°41'59,93"S
N10	89°15'8,59"W/0°41'57,10"S	N50	89°15'10,33"W/0°41'59,50"S
N11	89°15'9,13"W/0°41'58,01"S	N51	89°15'10,21"W/0°42'0,65"S
N12	89°15'9,13"W/0°41'58,43"S	N52	89°15'10,56"W/0°41'58,13"S
N13	89°15'9,25"W/0°41'58,31"S	N53	89°15'10,80"W/0°41'57,83"S
N14	89°15'9,19"W/0°41'58,48"S	N54	89°15'11,11"W/0°41'57,89"S
N15	89°15'9,19"W/0°41'58,91"S	N55	89°15'12,84"W/0°41'58,97"S
N16	89°15'10,33"W/0°41'58,73"S	N56	89°15'10,57"W/0°42'0,89"S
N17	89°15'17,81"W/0°42'10,96"S	N57	89°15'11,89"W/0°42'2,21"S
N18	89°15'10,57"W/0°41'57,83"S	N58	89°15'11,95"W/0°42'2,39"S
N19	89°15'11,05"W/0°41'57,76"S	N59	89°15'13,08"W/0°42'3,88"S
N20	89°15'10,99"W/0°41'57,77"S	N60	89°15'16,45"W/0°42'8,75"S
N21	89°15'11,11"W/0°41'57,83"S	N61	89°15'8,16"W/0°41'55,20"S
N22	89°15'9,84"W/0°41'59,50"S	N62	89°15'8,23"W/0°41'55,36"S
N23	89°15'12,79"W/0°41'58,73"S	N63	89°15'9,31"W/0°41'54,59"S
N24	89°15'12,24"W/0°42'0,23"S	N64	89°15'9,90"W/0°41'54,95"S
N25	89°15'17,69"W/0°42'10,85"S	N65	89°15'9,85"W/0°41'55,19"S
N26	89°15'12,49"W/0°42'3,71"S	N66	89°15'9,96"W/0°41'55,77"S
N27	89°15'13,20"W/0°42'3,89"S	N67	89°15'8,77"W/0°41'56,21"S
N28	89°15'14,83"W/0°42'7,17"S	N68	89°15'9,07"W/0°41'56,03"S
N29	89°15'16,38"W/0°42'8,57"S	N69	89°15'9,00"W/0°41'56,10"S
N30	89°15'16,45"W/0°42'8,63"S	N70	89°15'9,06"W/0°41'56,21"S
N31	89°15'17,47"W/0°42'9,29"S	N71	89°15'9,19"W/0°41'57,22"S
N32	89°15'17,86"W/0°42'11,08"S	N72	89°15'8,70"W/0°41'57,06"S
N33	89°15'8,76"W/0°41'54,17"S	N73	89°15'9,19"W/0°41'57,83"S
N34	89°15'17,90"W/0°42'10,89"S	N74	89°15'9,31"W/0°41'57,52"S
N35	89°15'8,89"W/0°41'55,84"S	N75	89°15'9,48"W/0°41'57,65"S
N36	89°15'9,84"W/0°41'55,48"S	N76	89°15'10,75"W/0°41'57,83"S
N37	89°15'10,24"W/0°41'56,51"S	N77	89°15'10,75"W/0°41'57,89"S
N38	89°15'8,95"W/0°41'57,22"S	N78	89°15'10,99"W/0°41'57,71"S
N39	89°15'8,65"W/0°41'57,17"S	N79	89°15'17,86"W/0°42'10,75"S
N40	89°15'9,31"W/0°41'57,41"S	N80	89°15'11,72"W/0°41'58,13"S

NIDO	COORDENADAS	NIDO	COORDENADAS
N81	89°15'12,73"W/0°41'58,91"S	N121	89°15'8,88"W/0°41'56,58"S
N82	89°15'12,73"W/0°41'58,86"S	N122	89°15'9,48"W/0°41'57,58"S
N83	89°15'12,85"W/0°41'58,67"S	N123	89°15'9,37"W/0°41'57,46"S
N84	89°15'13,02"W/0°41'58,61"S	N124	89°15'8,76"W/0°41'57,11"S
N85	89°15'9,85"W/0°41'58,13"S	N125	89°15'9,19"W/0°41'57,58"S
N86	89°15'9,00"W/0°41'58,48"S	N126	89°15'9,00"W/0°41'57,84"S
N87	89°15'9,00"W/0°41'58,66"S	N127	89°15'9,42"W/0°41'58,19"S
N88	89°15'9,00"W/0°41'58,79"S	N128	89°15'9,36"W/0°41'58,30"S
N89	89°15'9,24"W/0°41'59,08"S	N129	89°15'9,44"W/0°41'58,49"S
N90	89°15'10,15"W/0°41'58,79"S	N130	89°15'9,36"W/0°41'58,55"S
N91	89°15'10,45"W/0°41'59,14"S	N131	89°15'9,36"W/0°41'58,60"S
N92	89°15'10,38"W/0°41'59,34"S	N132	89°15'9,23"W/0°41'58,38"S
N93	89°15'10,51"W/0°41'59,82"S	N133	89°15'10,56"W/0°41'57,83"S
N94	89°15'10,57"W/0°42'0,11"S	N134	89°15'10,62"W/0°41'58,13"S
N95	89°15'17,10"W/0°42'9,77"S	N135	89°15'9,00"W/0°41'57,04"S
N96	89°15'13,21"W/0°42'1,30"S	N136	89°15'10,43"W/0°41'59,93"S
N97	89°15'12,78"W/0°42'2,39"S	N137	89°15'10,21"W/0°42'0,16"S
N98	89°15'12,48"W/0°42'2,45"S	N138	89°15'10,33"W/0°42'0,40"S
N99	89°15'12,31"W/0°42'2,21"S	N139	89°15'8,95"W/0°41'56,81"S
N100	89°15'11,71"W/0°42'2,52"S	N140	89°15'11,47"W/0°42'2,51"S
N101	89°15'11,47"W/0°42'2,63"S	N141	89°15'11,95"W/0°42'2,82"S
N102	89°15'11,04"W/0°42'2,75"S	N142	89°15'11,88"W/0°42'3,06"S
N103	89°15'11,23"W/0°42'2,76"S	N143	89°15'11,89"W/0°42'3,29"S
N104	89°15'12,47"W/0°42'3,41"S	N144	89°15'16,34"W/0°42'8,69"S
N105	89°15'15,67"W/0°42'7,91"S	N145	89°15'15,66"W/0°42'7,98"S
N106	89°15'16,51"W/0°42'8,46"S	N146	89°15'16,08"W/0°42'7,98"S
N107	89°15'16,82"W/0°42'9,31"S	N147	89°15'17,06"W/0°42'10,01"S
N108	89°15'10,40"W/0°41'54,35"S	N148	89°15'18,00"W/0°42'11,21"S
N109	89°15'9,97"W/0°41'54,06"S	N149	89°15'9,19"W/0°41'58,67"S
N110	89°15'8,77"W/0°41'55,08"S	N150	89°15'11,28"W/0°42'2,82"S
N111	89°15'9,23"W/0°41'55,80"S	N151	89°15'10,02"W/0°41'54,59"S
N112	89°15'9,55"W/0°41'55,19"S	N152	89°15'10,32"W/0°41'54,78"S
N113	89°15'9,55"W/0°41'54,96"S	N153	89°15'10,02"W/0°41'55,02"S
N114	89°15'9,48"W/0°41'54,94"S	N154	89°15'9,18"W/0°41'54,66"S
N115	89°15'9,30"W/0°41'54,89"S	N155	89°15'9,32"W/0°41'54,64"S
N116	89°15'9,36"W/0°41'55,15"S	N156	89°15'9,42"W/0°41'54,90"S
N117	89°15'9,37"W/0°41'54,71"S	N157	89°15'8,48"W/0°41'55,13"S
N118	89°15'11,17"W/0°42'2,15"S	N158	89°15'9,78"W/0°41'55,43"S
N119	89°15'9,13"W/0°41'55,86"S	N159	89°15'9,79"W/0°41'56,55"S
N120	89°15'9,06"W/0°41'56,28"S	N160	89°15'9,72"W/0°41'56,64"S

NIDO	COORDENADAS	NIDO	COORDENADAS
N161	89°15'8,99"W/0°41'57,12"S	N201	89°15'9,37"W/0°41'58,26"S
N162	89°15'9,00"W/0°41'57,35"S	N202	89°15'9,42"W/0°41'58,50"S
N163	89°15'9,18"W/0°41'57,42"S	N203	89°15'9,18"W/0°41'58,62"S
N164	89°15'9,56"W/0°41'57,53"S	N204	89°15'9,30"W/0°41'59,09"S
N165	89°15'10,55"W/0°41'58,01"S	N205	89°15'9,42"W/0°41'59,22"S
N166	89°15'10,74"W/0°41'58,01"S	N206	89°15'9,73"W/0°41'59,44"S
N167	89°15'10,92"W/0°41'57,46"S	N207	89°15'10,20"W/0°41'59,27"S
N168	89°15'10,32"W/0°41'59,44"S	N208	89°15'10,26"W/0°41'59,27"S
N169	89°15'10,32"W/0°41'59,56"S	N209	89°15'10,38"W/0°41'59,34"S
N170	89°15'9,90"W/0°41'59,44"S	N210	89°15'10,44"W/0°41'59,33"S
N171	89°15'9,19"W/0°41'58,26"S	N211	89°15'10,74"W/0°41'57,78"S
N172	89°15'9,06"W/0°41'58,38"S	N212	89°15'11,04"W/0°41'58,09"S
N173	89°15'10,70"W/0°42'0,11"S	N213	89°15'11,46"W/0°41'58,56"S
N174	89°15'11,96"W/0°41'59,56"S	N214	89°15'11,59"W/0°41'58,67"S
N175	89°15'12,30"W/0°41'59,33"S	N215	89°15'12,31"W/0°41'59,39"S
N176	89°15'12,24"W/0°42'0,23"S	N216	89°15'10,44"W/0°41'59,99"S
N177	89°15'12,85"W/0°42'3,66"S	N217	89°15'10,14"W/0°42'0,71"S
N178	89°15'12,89"W/0°42'3,48"S	N218	89°15'11,88"W/0°42'3,30"S
N179	89°15'12,98"W/0°42'3,39"S	N219	89°15'11,95"W/0°42'3,36"S
N180	89°15'14,57"W/0°42'4,80"S	N220	89°15'11,70"W/0°42'2,52"S
N181	89°15'16,15"W/0°42'8,86"S	N221	89°15'11,64"W/0°42'2,40"S
N182	89°15'16,64"W/0°42'8,88"S	N222	89°15'12,67"W/0°42'3,54"S
N183	89°15'17,94"W/0°42'11,09"S	N223	89°15'13,62"W/0°42'3,78"S
N184	89°15'9,98"W/0°41'53,99"S	N224	89°15'14,76"W/0°42'5,34"S
N185	89°15'8,35"W/0°41'53,46"S	N225	89°15'15,00"W/0°42'7,26"S
N186	89°15'8,90"W/0°41'54,05"S	N226	89°15'15,18"W/0°42'7,38"S
N187	89°15'9,36"W/0°41'55,49"S	N227	89°15'16,44"W/0°42'8,34"S
N188	89°15'9,49"W/0°41'55,13"S	N228	89°15'16,56"W/0°42'8,46"S
N189	89°15'10,14"W/0°41'54,70"S	N229	89°15'16,50"W/0°42'8,75"S
N190	89°15'10,21"W/0°41'54,36"S	N230	89°15'16,50"W/0°42'8,88"S
N191	89°15'9,96"W/0°41'56,75"S	N231	89°15'17,10"W/0°42'10,08"S
N192	89°15'9,78"W/0°41'56,75"S	N232	89°15'17,95"W/0°42'10,79"S
N193	89°15'9,84"W/0°41'56,57"S	N233	89°15'18,00"W/0°42'11,10"S
N194	89°15'9,85"W/0°41'56,27"S	N234	89°15'8,29"W/0°41'55,38"S
N195	89°15'9,13"W/0°41'56,27"S	N235	89°15'9,25"W/0°41'54,60"S
N196	89°15'8,89"W/0°41'56,86"S	N236	89°15'9,49"W/0°41'54,72"S
N197	89°15'9,24"W/0°41'57,36"S	N237	89°15'10,26"W/0°41'54,77"S
N198	89°15'9,30"W/0°41'57,48"S	N238	89°15'10,68"W/0°41'54,59"S
N199	89°15'8,70"W/0°41'56,98"S	N239	89°15'9,54"W/0°41'55,55"S
N200	89°15'9,18"W/0°41'57,78"S	N240	89°15'9,06"W/0°41'56,09"S

NIDO	COORDENADAS	NIDO	COORDENADAS
N241	89°15'8,23"W/0°41'55,37"S	N281	89°15'17,16"W/0°42'9,90"S
N242	89°15'9,06"W/0°41'56,40"S	N282	89°15'18,00"W/0°42'11,04"S
N243	89°15'9,13"W/0°41'56,21"S	N283	89°15'17,76"W/0°42'11,10"S
N244	89°15'9,25"W/0°41'54,64"S	N284	89°15'9,00"W/0°41'58,80"S
N245	89°15'9,01"W/0°41'57,54"S	N285	89°15'10,58"W/0°42'0,12"S
N246	89°15'9,18"W/0°41'57,59"S	N286	89°15'11,54"W/0°42'2,57"S
N247	89°15'9,24"W/0°41'57,42"S	N287	89°15'11,70"W/0°42'2,63"S
N248	89°15'9,42"W/0°41'57,66"S	N288	89°15'12,73"W/0°42'2,40"S
N249	89°15'8,94"W/0°41'55,15"S	N289	89°15'11,04"W/0°42'2,80"S
N250	89°15'9,61"W/0°41'57,84"S	N290	89°15'13,27"W/0°42'3,96"S
N251	89°15'10,74"W/0°41'57,84"S	N291	89°15'14,70"W/0°42'7,09"S
N252	89°15'10,80"W/0°41'57,90"S	N292	89°15'16,98"W/0°42'9,75"S
N253	89°15'11,28"W/0°41'58,56"S	N293	89°15'17,13"W/0°42'9,60"S
N254	89°15'13,68"W/0°41'58,99"S	N294	89°15'16,97"W/0°42'9,56"S
N255	89°15'13,63"W/0°41'58,92"S	N295	89°15'17,14"W/0°42'9,28"S
N256	89°15'13,49"W/0°41'58,86"S	N296	89°15'15,15"W/0°42'7,04"S
N257	89°15'12,86"W/0°41'58,68"S	N297	89°15'14,96"W/0°42'6,69"S
N258	89°15'13,08"W/0°41'59,63"S	N298	89°15'14,82"W/0°42'6,87"S
N259	89°15'12,42"W/0°42'0,66"S	N299	89°15'14,76"W/0°42'6,68"S
N260	89°15'12,12"W/0°42'0,30"S	N300	89°15'14,97"W/0°42'6,66"S
N261	89°15'12,07"W/0°41'59,45"S	N301	89°15'4,88"W/0°42'6,13"S
N262	89°15'9,18"W/0°41'58,50"S	N302	89°15'14,81"W/0°42'5,79"S
N263	89°15'9,06"W/0°41'58,74"S	N303	89°15'15,70"W/0°42'6,68"S
N264	89°15'9,13"W/0°41'58,86"S	N304	89°15'13,96"W/0°42'4,53"S
N265	89°15'10,33"W/0°42'0,40"S	N305	89°15'13,74"W/0°42'4,14"S
N266	89°15'10,45"W/0°42'0,11"S	N306	89°15'13,49"W/0°42'3,34"S
N267	89°15'13,75"W/0°42'1,86"S	N307	89°15'12,84"W/0°42'3,33"S
N268	89°15'13,74"W/0°42'1,92"S	N308	89°15'12,66"W/0°42'3,33"S
N269	89°15'12,30"W/0°42'2,22"S	N309	89°15'12,36"W/0°42'3,55"S
N270	89°15'12,25"W/0°42'1,92"S	N310	89°15'12,14"W/0°42'3,48"S
N271	89°15'11,94"W/0°42'2,82"S	N311	89°15'12,29"W/0°42'3,16"S
N272	89°15'12,12"W/0°42'3,60"S	N312	89°15'12,60"W/0°42'3,17"S
N273	89°15'9,60"W/0°41'57,06"S	N313	89°15'12,90"W/0°42'3,07"S
N274	89°15'12,97"W/0°42'3,78"S	N314	89°15'12,71"W/0°42'3,02"S
N275	89°15'9,30"W/0°41'55,74"S	N315	89°15'12,47"W/0°42'2,97"S
N276	89°15'16,68"W/0°42'8,64"S	N316	89°15'12,26"W/0°42'2,91"S
N277	89°15'16,56"W/0°42'8,82"S	N317	89°15'12,28"W/0°42'2,75"S
N278	89°15'16,98"W/0°42'8,64"S	N318	89°15'12,42"W/0°42'12,68"S
N279	89°15'16,98"W/0°42'9,17"S	N319	89°15'12,24"W/0°42'2,64"S
N280	89°15'16,62"W/0°42'9,35"S	N320	89°15'12,07"W/0°42'2,64"S

NIDO	COORDENADAS	NIDO	COORDENADAS
N321	89°15'11,78"W/0°42'2,87"S	N345	89°15'9,74"W/0°41'58,70"S
N322	89°15'11,49"W/0°42'2,93"S	N346	89°15'10,46"W/0°41'57,08"S
N323	89°15'11,78"W/0°42'1,55"S	N347	89°15'10,14"W/0°41'57,13"S
N324	89°15'11,49"W/0°42'1,53"S	N348	89°15'10,05"W/0°41'57,63"S
N325	89°15'11,30"W/0°42'1,69"S	N349	89°15'9,74"W/0°41'56,16"S
N326	89°15'11,00"W/0°42'1,60"S	N350	89°15'9,40"W/0°41'56,35"S
N327	89°15'11,03"W/0°42'1,53"S	N351	89°15'9,17"W/0°41'56,50"S
N328	89°15'11,39"W/0°42'1,32"S	N352	89°15'8,90"W/0°41'56,69"S
N329	89°15'11,49"W/0°42'1,26"S	N353	89°15'8,79"W/0°41'56,41"S
N330	89°15'11,52"W/0°42'1,15"S	N354	89°15'9,69"W/0°41'55,72"S
N331	89°15'11,44"W/0°42'1,10"S	N355	89°15'9,40"W/0°41'55,59"S
N332	89°15'10,91"W/0°42'0,90"S	N356	89°15'8,96"W/0°41'55,66"S
N333	89°15'11,61"W/0°42'0,48"S	N357	89°15'8,65"W/0°41'55,92"S
N334	89°15'11,49"W/0°42'0,48"S	N358	89°15'8,46"W/0°41'55,66"S
N335	89°15'11,35"W/0°42'0,56"S	N359	89°15'8,70"W/0°41'55,23"S
N336	89°15'10,50"W/0°42'0,39"S	N360	89°15'8,40"W/0°41'54,79"S
N337	89°15'10,40"W/0°42'0,65"S	N361	89°15'8,63"W/0°41'54,89"S
N338	89°15'12,12"W/0°41'58,58"S	N362	89°15'8,82"W/0°41'54,74"S
N339	89°15'12,22"W/0°41'58,69"S	N363	89°15'9,73"W/0°41'54,32"S
N340	89°15'12,13"W/0°41'58,88"S	N364	89°15'9,45"W/0°41'54,33"S
N341	89°15'11,85"W/0°41'58,86"S	N365	89°15'9,03"W/0°41'54,30"S
N342	89°15'10,77"W/0°41'58,67"S	N366	89°15'9,47"W/0°41'54,05"S
N343	89°15'10,24"W/0°41'59,02"S	N367	89°15'8,41"W/0°41'53,88"S
N344	89°15'9,66"W/0°41'59,17"S		

Anexo 6: Medidas de tamaños y peso de 21 polluelos de 7 a 120 días de edad.

7 días de nacido				19 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
21	16	27	80	36	29	49	243
22	17	28	80	38	36	61	290
18	17	28	75	40	33	59	278
18	17	33	60	41	35	59	333
18	16	28	50	43	35	54	305
19	16	30	75	42	36	63	285
32	31	50	185	56	42	96	493
21	16	31	80	44	35	64	315
34	30	50	245	58	44	98	558
21	17	30	80	42	34	63	298
18	16	27	45	37	31	50	205
14	15	24	40	31	28	42	158
27	26	40	185	53	42	46	460
23	20	32	115	46	38	67	376
17	16	30	70	42	35	62	295
19	19	30	83	43	37	59	265
20	17	29	80	38	32	57	345
28	24	40	165	54	39	81	453
24	20	32	113	47	37	69	358
27	23	36	155	48	39	73	355
23	19	33	110	44	39	71	375

36 días de nacido				43 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
66	42	121	655	72	44	149	910
67	43	136	653	73	44	159	930
69	43	136	805	75	43	160	930
74	44	138	680	77	44	160	945
68	46	139	655	74	46	160	878
71	45	133	713	74	45	154	800
78	47	174	908	81	47	186	988
69	46	137	758	76	47	162	905
82	48	169	983	84	49	186	1260
68	46	137	718	72	47	159	933
67	44	124	590	67	44	146	865
59	42	110	588	66	43	131	830
78	49	167	878	87	49	188	1103
74	41	152	795	77	43	166	945
71	42	139	720	75	43	161	910
68	45	137	795	73	46	160	960
72	44	136	805	76	49	159	1000
75	46	159	840	81	46	174	1090
73	45	152	850	78	46	171	1050
72	45	154	908	76	45	172	1073
69	46	161	743	74	47	173	933

50 días de nacido				72 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
77	46	171	833	79	46	179	970
79	46	174	948	82	46	179	1115
81	45	182	975	82	45	185	990
82	44	179	845	84	44	182	990
78	46	177	915	79	46	181	1000
79	46	172	950	80	46	183	970
84	47	197	948	84	47	197	1110
82	47	175	1020	82	47	178	1135
88	48	199	993	89	49	200	1125
79	47	180	1018	81	47	185	1075
79	45	167	823	83	45	176	940
77	44	153	840	79	44	168	1025
88	49	198	1040	88	49	199	1210
81	44	184	1028	81	44	186	1140
80	43	177	850	83	44	181	1115
75	46	178	898	76	46	183	990
82	44	180	1040	82	44	185	1055
85	47	186	1063	86	47	189	1185
81	47	194	1008	81	47	197	1050
81	46	188	1078	82	46	192	1200
79	47	182	940	80	47	187	980

79 días de nacido				86 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
81	46	185	1100	82	46	187	1110
84	46	181	1150	86	46	183	1000
83	45	187	1155	84	45	190	1170
85	44	183	1210	86	44	186	1245
80	46	185	1040	81	47	192	1025
81	46	186	1120	82	46	191	1155
85	47	198	1115	85	47	198	990
83	47	181	1155	84	47	183	1170
89	49	200	1225	89	49	201	1235
83	47	187	995	85	47	193	1090
85	45	183	1130	86	45	188	1135
81	44	176	1150	84	45	185	1175
89	49	201	1175	90	49	204	1200
82	44	187	1135	83	45	191	1015
84	44	184	1005	86	45	187	985
77	46	186	1125	79	47	191	1130
82	44	187	1140	83	44	193	1020
86	47	191	1140	87	47	192	1170
83	47	199	1035	84	47	205	1020
82	46	193	1170	83	46	199	1185
80	47	191	1110	81	47	195	1030

105 días de nacido				112 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
89	46	193	985	91	46	197	960
96	46	187	970	96	46	194	940
87	45	203	1095	89	45	206	1100
88	45	195	1250	90	45	196	1225
84	47	201	1020	85	47	201	1035
83	46	200	1135	84	46	200	1120
90	47	198	1040	92	47	199	1025
85	47	194	990	88	47	196	910
89	49	201	1220	90	49	203	1195
87	47	198	1100	88	47	199	980
89	46	195	1010	89	46	198	995
88	45	193	1140	90	45	208	1135
91	49	210	1230	92	49	211	1190
83	45	196	985	85	46	198	960
86	45	195	945	87	45	195	935
82	47	194	980	83	47	198	985
84	45	198	995	86	45	198	965
87	47	197	1000	88	47	199	1115
85	47	210	1080	86	47	210	970
84	46	204	1115	84	46	205	1220
81	47	200	995	81	47	202	970

120 días de nacido			
PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
91	46	197	955
97	46	194	945
90	45	207	1060
90	45	196	1205
86	47	201	1040
84	46	200	1100
93	47	199	1005
88	47	196	915
90	49	204	1180
88	47	199	980
89	46	199	985
92	45	208	1115
93	49	211	1160
86	46	198	945
87	45	195	900
84	47	198	950
86	45	198	965
88	47	199	1035
87	47	210	965
84	46	205	1190
82	47	203	935

PROMEDIOS DE MEDIDAS				
EDAD (DÍAS)	PICO (mm)	TARSO (mm)	ANTEBRAZO (mm)	PESO (g)
7	22	19,4	32,8	103,4
19	43,9	36	63,9	335,4
36	71	44,7	143,4	763,8
43	75,6	45,6	163,6	963,7
50	80,8	45,9	180,6	954,9
72	82	46	185,3	1065,2
79	83	46	188,1	1122,9
86	84,3	46,2	192	1107,4
105	86,6	46,4	198,1	1060,9
112	87,8	46,4	200,6	1044,3
120	88,3	46,4	200,8	1025,2

Anexo 7: Polluelo predado por gato (*Felis catus*).



Anexo 8: Padre y polluelo muertos.



Anexo 9: Área de estudio.



Anexo 10: Padre con polluelo.



Anexo 11: Campamento “Las Salinas”.

