

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Fenología reproductiva y tamaño poblacional de cuatro especies de aves marinas (*Sula granti*, *S. nebouxii*, *S. sula* y *Fregata magnificens*) en Isla La Plata, Parque Nacional Machalilla

Cristina Miranda

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Pregrado en Biología y Ecología Marina

Quito

Diciembre de 2011

© Derechos de Autor

Cristina Miranda

2011

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento a la Fundación Equilibrio Azul por toda la ayuda prestada para la realización de esta investigación; a Andrés Baquero por su confianza, apoyo y amistad. A todos los integrantes de la Fundación por su colaboración, tanto en el campo como fuera de él; Sandra Plua y Peter Rodríguez por toda su ayuda y apoyo para ordenar los datos; Leo Zurita por su colaboración y conocimiento en GIS, y en la elaboración de mapas. A los voluntarios de Equilibrio Azul, que apoyaron en la colección de datos, especialmente a José Miguel Holguín y José Fernando Pontón.

A mis padres, Pedro y Cristina, por su apoyo constante e incondicional, aun cuando se sentían temerosos durante los viajes a la Isla de La Plata, y a mi hermano Juan Esteban.

A mi tutor, Carlos Valle, por apoyarme con tanto entusiasmo en este proyecto, por enseñarme todo lo que he aprendido, y en especial, por transmitirme esa pasión tan hermosa por la investigación y por las aves.

A Felipe Vallejo que me ayudó en todos los pasos de la realización de esta tesis, desde ir al campo a tomar datos, hasta el complejo análisis de estos; y en especial por ayudarme a mantener la cabeza y el corazón siempre en alto.

RESUMEN

La Isla de La Plata es un sitio importante para las aves marinas; que la usan para reproducirse y para alimentarse en los alrededores. *Sula granti*, *Sula nebouxii*, *Sula sula*, y *Fregata magnificens* son cuatro de las seis especies de aves marinas que habitan la Isla, objetos de este estudio, realizando entre agosto 2008 y agosto 2011, con el propósito de comprender sus estados reproductivos y poblacionales. La fenología reproductiva fue similar entre estas especies, mostrando una mayor estacionalidad para *Sula nebouxii* y casi sin estacionalidad para *Sula granti*. En el caso de *Sula sula* y *Fregata magnificens* se observó que presentan ciclos reproductivos muy prolongados. Para *S. granti* se observó un éxito reproductivo entre el 5 y 18%, durante los tres años de estudio y para *S. nebouxii* entre 3 y 40%. Se encontró tamaños de población de 2175 individuos de *Sula granti*, 1436 individuos de *Sula nebouxii*, 62 individuos de *Sula sula* y 5106 individuos de *Fregata magnificens*. Los resultados muestran que existe disponibilidad y abundancia de alimento en las áreas circundantes a la Isla de La Plata, durante todo el año. Utilizando los datos de este estudio, se puede expandir el conocimiento de estas cuatro especies en relación a su comportamiento y estado reproductivo y poblacional, al igual que en relación a abundancia de stocks de peces, influencia de fenómenos como el Niño y la Niña, e incluso el impacto de actividades humanas como la pesquería, que pueden afectar tanto la reproducción como el tamaño poblacional de estas.

ABSTRACT

La Plata Island is an important site for marine birds, who use it to reproduce and feed in its surroundings. *Sula granti*, *Sula nebouxii*, *Sula sula*, and *Fregata magnificens* are four of the six species of marine birds that are found in the Island; these four are the objective of this study, developed between August 2008 and August 2011, with the purpose of understanding their population and reproductive situation. The observed reproductive phenology was similar amongst these species, showing a greater seasonality for *Sula nebouxii*, and almost no seasonality for *Sula granti*. Prolonged reproductive cycles were observed for *Sula sula* and *Fregata magnificens*. During the three years of study, a reproductive success between 5 and 18% was observed for *S. granti*, and between 3 and 40% for *S. nebouxii*. Population size for *S. granti* was of approximately 2175 individuals, 1436 individuals for *S. nebouxii*, 62 individuals for *S. sula*, and 5106 individuals for *F. magnificens*. The results obtained in this study show an availability and abundance of food year round in the surrounding areas of La Plata Island. The data obtained show important information that can be used to expand the knowledge of these four species in relation to their reproductive behavior and situation, but also in relation to abundance of fish stocks, influence of oceanographic phenomenon such as El Niño and La Niña, and even the relation and impact of human activities such as fisheries in the reproduction and population sizes of these.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	9
2. Métodos.....	11
a. Fenología Reproductiva.....	12
b. Éxito Reproductivo.....	12
c. Tamaño Poblacional.....	14
3. Resultados.....	19
a. Fenología Reproductiva.....	19
b. Éxito Reproductivo.....	25
c. Tamaño Poblacional.....	33
d. Observaciones Adicionales.....	34
4. Discusión.....	35
5. Referencias.....	37

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las distintas colonias reproductoras de aves marinas de la Isla de La Plata, junto con los senderos turísticos.....	16
Figura 2. Ubicación de las sub-zonas dentro de las colonias de aves marinas de la Isla de La Plata, para el fin de monitoreo de las poblaciones a través de censos.....	16
Figura 3. Ubicación de nidos para las aves marinas de la Isla de La Plata.....	17
Figura 4. Estadios Observados durante los censos.....	18
Figura 5. Fenología Reproductiva para <i>S. granti</i> , desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.....	20
Figura 6. Fenología Reproductiva para <i>S. nebouxii</i> , desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.....	22
Figura 7. Fenología Reproductiva para <i>S. sula</i> , desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.....	23
Figura 8. Fenología Reproductiva para <i>F. magnificens</i> , desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.....	25
Figura 9. Seguimiento de Juveniles de <i>S. granti</i> para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida).....	27
Figura 10. Seguimiento de Juveniles de <i>S. nebouxii</i> para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida).....	29
Figura 11. Seguimiento de Juveniles de <i>S. sula</i> para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida).....	31
Figura 12. Seguimiento de Juveniles de <i>F. magnificens</i> para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida).....	33

INTRODUCCIÓN

Las aves marinas, al igual que muchos otros organismos en buena medida ajustan su reproducción a los periodos de mayor abundancia de alimento (Lack, 1968). Presumiblemente, este ajuste temporal de la reproducción – fenología reproductiva – a los periodos de abundancia de alimento es fundamental para el éxito reproductivo y por consiguiente es una respuesta adaptativa a un régimen de variación temporal y espacial en la abundancia de alimento (Sandvik, 2004).

Las aves marinas que habitan en ambientes tropicales (cf. temperados), donde no existe una estacionalidad marcada, dependiendo de sus hábitos de forrajeo incluyendo el tipo de régimen de alimentación (e.g., plactívoros, piscívoros), nivel trófico y áreas de forrajeo, muestran patrones de reproducción que varían desde los altamente oportunistas hasta laxamente estacionales generalmente con periodos de anidación extendidos (prolongados) durante cada año (Harris, 1984; Snow and Nelson 1984; Sapoznikow and Quintana, 2009). En general, las especies neríticas son menos estacionales (tendencia al oportunismo reproductivo) mientras que las más pelágicas muestran una tendencia a una mayor estacionalidad (Harris 1984; Snow and Nelson 1984; Valle et al., 2008).

La Isla de La Plata es un sitio importante de producción marina, registra especies únicas en el Ecuador, que también han sido registradas en las Islas Galápagos (Santander et al., 2006). Se encuentra influenciada por la corriente fría de Humboldt durante la época seca, o fresca (junio – noviembre), que trae consigo altos de producción marina; y por la corriente cálida de Panamá, durante la época húmeda, o lluviosa (diciembre – mayo), que trae bajos en la producción marina (Félix & Haase, 2001). La contracorriente Ecuatorial, también presenta influencia sobre la Isla de La Plata. A causa de la influencia de la corriente fría de Humboldt, se han registrado procesos de afloramientos al sur de la Isla (Burgos et al., 2002).

La Isla, es un sitio de importancia para las aves marinas, que la usan para reproducirse y para alimentarse en los alrededores. Seis especies de aves marinas, coloniales, se reproducen en la Isla: el Piquero de Nazca (*Sula granti*), el Piquero de Patas Azules (*S. nebouxii*), el Piquero de Patas Rojas (*S. sula*), la

Fragata Magnífica (*Fregata magnificens*), el Albatros de Galápagos (*Phoebastria irrorata*) y el Pájaro Tropical (*Phaethon aethereus*) (Cisneros-Heredia, 2005).

La fenología reproductiva de los Sulidos, está relacionada, en mayor o menor nivel dependiendo de la especie, a la temporada fresca – corriente fría, cuando hay mayor productividad marina a causa de afloramientos ricos en nutrientes y en plancton (Okuda, et al., 1983; Jiménez, 2008). Algunos fenómenos oceanográficos y climáticos, tales como El Niño y La Niña, también tienen una influencia sobre las épocas y éxitos de reproducción de los piqueros (Valle et al., 1987; Ancona, et al., 2011).

El Piquero de Nazca, *Sula granti*, se encuentra distribuido en el Pacífico Este Tropical; sus colonias reproductoras se encuentran solamente en algunas islas dentro de la placa Nazca. Las Islas más importantes para su reproducción se encuentran dentro del Archipiélago de las Galápagos (Ecuador) y Malpelo (Colombia), seguidas por las islas La Plata (Ecuador), Clipperton (Colombia), San Benedicto (México) y Lobos de Afuera (Perú) (García & López-Victoria, 2007; Vanderwerf et al., 2008). De todas estas islas, las colonias de La Plata son las más pequeñas, sin embargo desempeñan un papel importante en la isla y sus ecosistemas circundantes (Figueroa, 2004; García & López-Victoria, 2007).

Para el Piquero de Patas Azules, *Sula nebouxii*, la Isla de La Plata representa uno de los pocos sitios de anidación en el Ecuador Continental, junto con la Isla Santa Clara en Machala, donde está la colonia de mayor tamaño en Ecuador (Valle 1997, 1998). Esta especie anida además en las Islas Galápagos (Ecuador), el Golfo de California (México), y en las Islas Lobos (Perú) (Figueroa & Stucchi, 2008). De acuerdo a estudios realizados en las Islas Galápagos, la actividad reproductiva de esta especie se ve altamente afectada (en comparación con las otras especies de piqueros) a eventos oceanográficos y climáticos, tales como el Fenómeno del Niño (Valle, 1984, 1985, 1987; Ricklefs et al. 1987, Anderson, 1989).

El Piquero de Patas Rojas, *Sula sula*, es una especie oceánica pan-tropical (Nelson, 1969; López-Victoria & García, 2010). En el Pacífico Oriental anida, siempre sobre árboles y arbustos, en las Islas Galápagos (Ecuador), la Isla del Coco (Costa Rica), la Isla Malpelo (Colombia) y en la Isla de La Plata (Ecuador)

(Escalante & Sandoval, 2007; López-Victoria & García, 2010).

La Fragata Magnífica, *Fregata magnificens*, es un ave pelágica, colonial y tropical. Se le identifica como ave pirata, ya que obtiene parte de su alimento a través de comportamientos oportunistas incluyendo el cleptoparasitismo hacia otras aves marinas (Valle et al., 2008). Esta especie presenta un periodo largo de anidación, en el cual las hembras brindan un mayor cuidado parental (de alrededor de 18 meses) a sus crías, mientras que los machos solamente los hacen durante los primeros meses (Madsen, et al., 2007). En los últimos años, en el oeste de México, se ha observado un decline en las poblaciones de Fragatas Magnificas, razón por la cual se ha enlistado a la especie como de gran preocupación para la conservación (González-Jaramillo, et al., 2010).

El presente estudio está enfocado en las tres especies de piqueros que anidan en la Isla de La Plata (SULIDAE, *Sula granti*, *S. nebouxii* y *S. sula*), y en la Fragata magnifica (FREGATIDAE, *Fregata magnificens*). El objetivo del estudio es identificar las tendencias de fenología reproductiva de las cuatro especies, para así poder relacionar la situación reproductiva de estas con las distintas épocas (seca y húmeda) que se encuentran influenciadas por la corriente fría de Humboldt, cálida de Panamá, y por el recurrente fenómeno de El Niño. También, busca establecer el éxito reproductivo de las cuatro especies, lo cual también sirve para proponer tendencias de los estados reproductivos. Finalmente, este estudio busca establecer los tamaños de población de las cuatro especies.

MÉTODOS

Se utilizaron dos métodos para fines de este estudio. El primero consiste en censos, para establecer tendencia fenológicas, y el segundo en métodos de captura – recaptura para medir tamaños poblacionales.

Antes de proceder con los censos, para manejar mejor la toma de datos en el campo, se identificaron las distribuciones de las colonias de aves marinas de La Plata; se dividieron sub-zonas, para cada sendero turístico (Escalera, al este, y Machete, al oeste) a las distintas colonias de las cuatro especies estudiadas

(*Sula granti*, *S. neboxii*, *S. sula* y *Fregata magnificens*) (Fig. 1). Para Punta Machete se realizaron divisiones en los siguientes sectores (Fig. 2): Sendero I; Sendero II; Zona A; Zona B. Para Punta Escalera se dividió en tres sectores: Sector I; Sector II; Sector III. Para los censos de fragatas se realizaron conteos únicamente en Punta Escalera y Punta Palo Santo. Se dividieron las localidades en cuatro sectores separados por quebradas: Sector I; Sector II; Sector III. Todas estas divisiones se basaron en la guía de “Monitoreo de la comunidad de aves marinas Protocolos para Isla de la Plata” propuesto por Valle, (2008). Al finalizar los censos, usando un GPS, se registró la posición de cada piquero a fin de obtener la distribución aproximada de anidación de cada especie (Fig. 3).

Una vez delimitadas y ubicadas estratégicamente cada zona, para evitar errores debidos a doble conteo, se procedió a la realización de censos quincenales (2008) y mensuales (2009-2011). Se colectó información sobre el número de parejas cortejando -CP (en el caso de *F. magnificens*, únicamente machos cortejando - MC); nidos con huevos – NE; nidos con pichones desnudos - Nk; nidos con pichones con plumón corto – D; nidos con pichones con plumón largo – F; nidos con pichones con plumas primarias – W; nidos con juveniles – J, para las cuatro especies estudiadas (Fig. 4).

Fenología Reproductiva

Se utilizó la información de los censos para establecer la Fenología Reproductiva de las cuatro especies. Se utilizó los totales obtenidos de Parejas Cortejando (CP), Nidos con Huevos (NE), Nidos con Pichones (NP), y Juveniles (J). Se realizó un análisis visual de las tendencias (tomando en cuenta los picos más altos y más bajos) a través de un Histograma Compuesto; los picos fueron comparados con las épocas del año, en relación a la presencia de corrientes – Corriente Fría (época seca), y Corriente Cálida (época húmeda).

Éxito Reproductivo

También se utilizó la información obtenida en los censos para calcular el éxito reproductivo. Se calculó el número de Nidos con Huevos producidos cada mes (ΔNE). Dado que en el 2008 se realizaron censos quincenales, se utilizó una fórmula distinta para obtener ΔNE (Ecu. 1) que para el resto de años, desde

2009 hasta 2011, en donde se hicieron censos mensuales (Ecu. 2). Para el 2008, se tomó el número total de nidos con huevos obtenidos en cada censo (NE_t) y sumándolo al número total de Nidos con Pichones Desnudos (Nk_t) obtenidos en cada censo se lo resto al número total de Nidos con Huevos observados durante en censo anterior (NE_{t-1}); de este modo con ΔNE se obtuvo la cantidad de los nidos producidos cada 15 días, tomando en cuenta que los Pichones Desnudos se mantienen en ese estadio durante 8 días (Coulter, sin año). En cambio, a partir del 2009, se sumó el número de Nidos con Pichones Desnudos (Nk_t), el número de Nidos con Pichones con Plumón Corto (D_t), y el número de Nidos con Pichones con Plumón Largo (F_t), al número de Nidos con huevos (NE_t), observados durante cada censo mensual; esto se restó al número total de Nidos con Huevos observado en el censo anterior (NE_{t-1}). De este modo se obtuvo del número total de Nidos con Huevos (ΔNE) producidos cada mes, ya que el estadio de Pichones Desnudos dura hasta 8 días, el de Pichones con Plumón Corto hasta 10 días, y el de Pichones con Plumón Largo hasta 19 días (un total de 37 días) (Coulter, sin año).

$$\Delta NE = NE_t + Nk_t - NE_{t-1}$$

Ecuación 1.

$$\Delta NE = NE_t + Nk_t + D_t + F_t - NE_{t-1}$$

Ecuación 2.

Solamente se pudo obtener el éxito para *Sula granti* y *S. nebouxii*; para *S. sula* y *Fregata magnificens* no se pudo sacar esta información ya que durante los censos, tomando en cuenta la difícil accesibilidad a las colonias de estas especies, no se pudo obtener toda la información de los estadios (e.g. Nidos con Huevos-NE, Nidos con Pichones Desnudos-Nk), y por lo tanto no se pudo obtener ΔNE para cada mes, ni para cada año.

En base a la cantidad de Nidos con Huevos producidos cada mes y cada quince días (ΔNE), se obtuvo un total de Nidos con Huevos producidos cada año, y en

base al número de Juveniles producidos cada año, se calculó un porcentaje de Éxito Reproductivo (RS) anual. Se dividió el número de Juveniles (J) por el número de Nidos con Huevos producidos cada año (ΔNE) (Ecu. 3).

$$RS = \frac{X_1}{N} = \frac{J}{\Delta NE_{año}}$$

Ecuación 3.

Tamaño Poblacional

Para medir los tamaños poblacionales se utilizaron dos métodos, basados en los censos y en el método de Captura-Recaptura.

En base los censos, se utilizaron los máximos en el número de Adultos (AD) visibles en las colonias. Este número brinda un valor aproximado al tamaño de la población. Luego, buscando una mayor exactitud, se utilizó el número de Nidos con Huevos (NE), Nidos con Pichones Desnudos (Nk), Nidos con Pichones con Plumón Corto (D), Nidos con Pichones con Plumón Largo (F), Nidos con Pichones con Alas Primarias (W), Juveniles (J), y Parejas Cortejando (CP), y a cada valor se le multiplicó por dos, ya que cada pichón o nido debe tener dos padres; el resultado se sumó para obtener un número (N) más aproximado del tamaño de población (PB) (Ecu 4.)

$$N = Pb = CP \times 2 + NE \times 2 + Nk \times 2 + ND \times 2 + NF \times 2 + NW \times 2 + (J \times 2)$$

Ecuación 4.

Para el caso de *Sula granti* se utilizó una variable más para el cálculo del tamaño poblacional en base a la Formula 4. De acuerdo a la literatura, en piqueros existe un sesgo de radio de sexos a favor de los machos; existen más machos que hembras. En el caso de *S. granti*, el sesgo que se ha documentado en las Islas Galápagos es de 0,589, lo que quiere decir que por cada hembra existen 1,43 machos (Townsend, and Anderson, 2007). Asumiendo que para la Isla de La

Plata existe el mismo ratio de sexos, se multiplicó ese valor por el número de Nidos con Huevos, Nidos con Pichones Desnudos, Nidos con Pichones con Plumón Corto, Nidos con Pichones con Plumón Largo, Nidos con Pichones con Plumón Largo, Nidos con Pichones con Alas Primarias, Juveniles, y Parejas Cortejando, ya que este valor representa el número de machos, y se sumó para el mismo valor, que representa hembras (Ecu. 5)

$$N = Pb = NE + Nk + ND + NF + J + CP \times 1,43 + (NE + Nk + ND + NF + J + CP)$$

Ecuación 5.

Se utilizó el Método de Captura-Recaptura para estimar los tamaños poblacionales, únicamente para Sulidos. Se capturaron piqueros en el 2008 (*S. granti*) y 2009 (*S. nebouxii* y *S. sula*), se marcaron con anillos metálicos en la pata derecha, y se realizaron esfuerzos de recaptura en el 2011. Se utilizó el Estimador Modificado de Chapman (basado en Lincoln-Petersen), con un intervalo de confianza del 95% para obtener el tamaño de la población (Ecu 6.). Se utilizó este método, ya que el método de captura es sin remplazo; se puede considerar a la población como cerrada ya que tiene niveles de filopatría muy altos; los niveles de sobrevivencia son muy altos (92-95%), y los anillos colocados no cambian las probabilidades de sobrevivencia de los individuos marcados; la expectativa de vida está entre los 25 años.

$$* N = \frac{M + 1 (C + 1)}{R + 1} - 1$$

*Donde N = tamaño de la población, M = número de aves marcadas inicialmente, C = total de aves recapturadas, R = número de aves recapturadas con marca.

Ecuación 6.

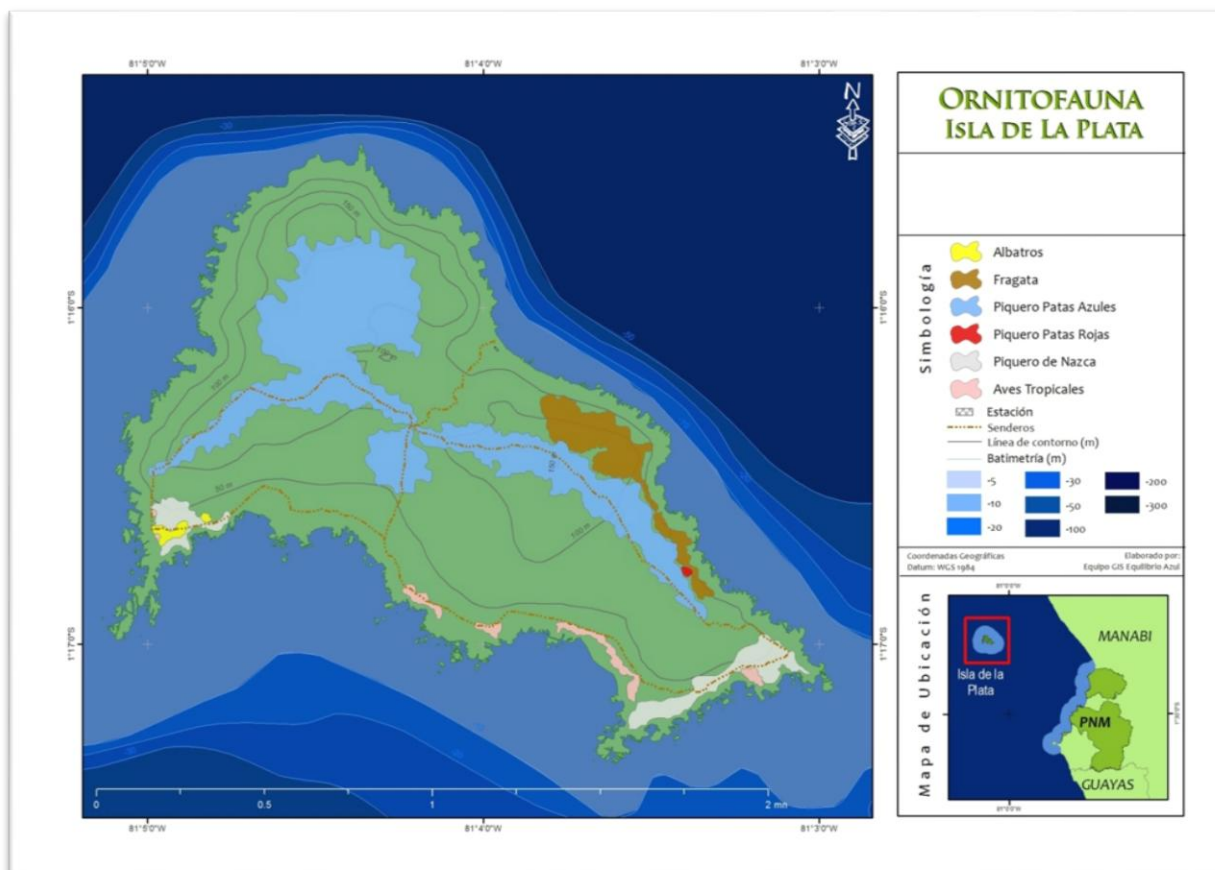


Figura 1. Ubicación de las distintas colonias reproductoras de aves marinas de la Isla de La Plata, junto con los senderos turísticos.

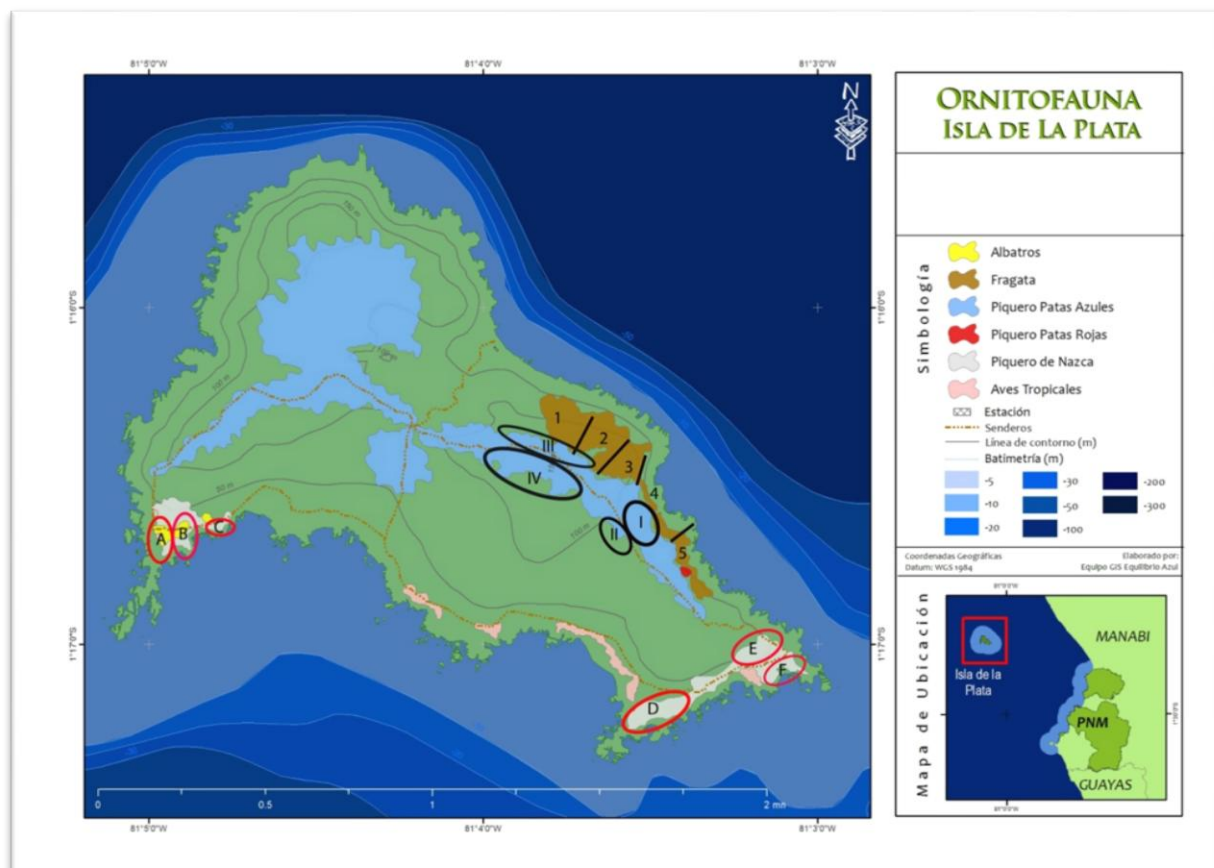


Figura 2. Ubicación de las sub-zonas dentro de las colonias de aves marinas de la Isla de La Plata, para el fin de monitoreo de las poblaciones a través de censos.

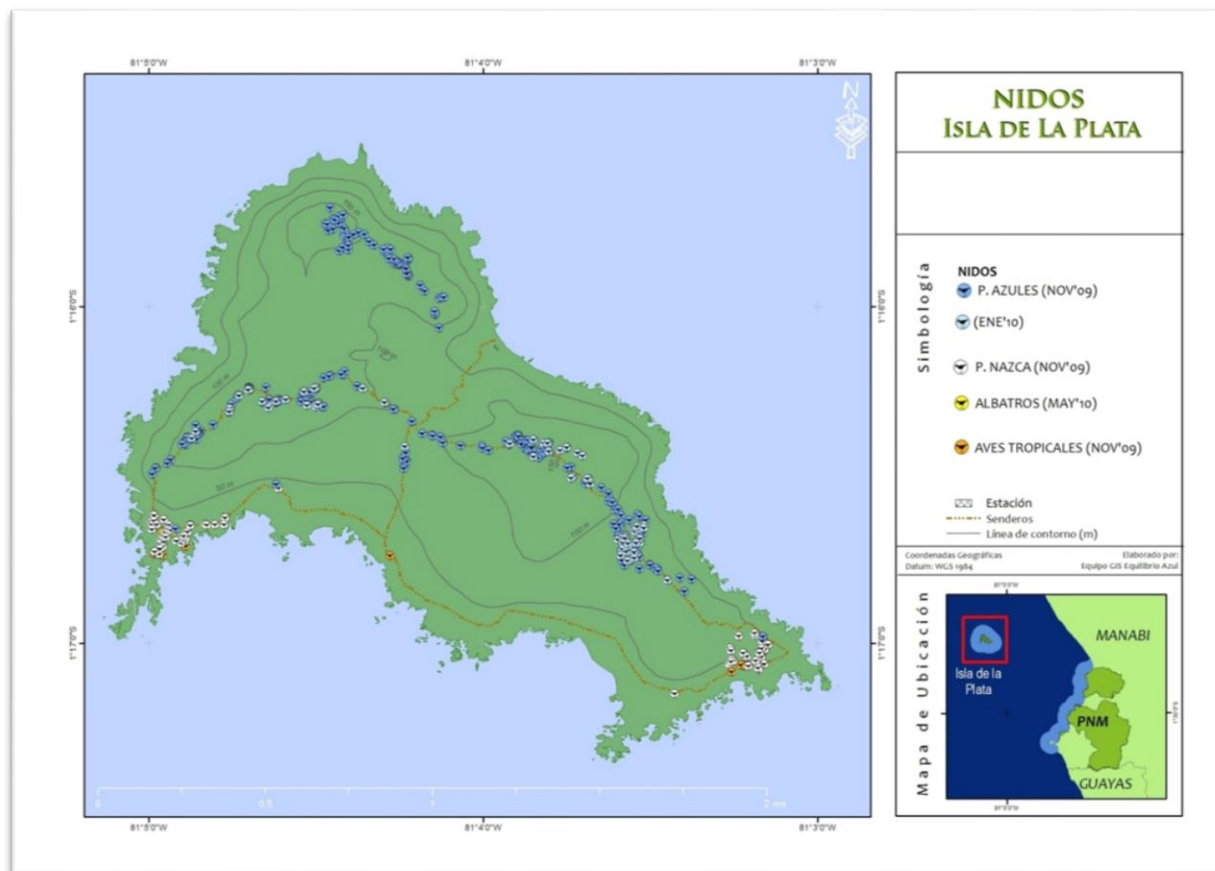


Figura 3. Ubicación de nidos para las aves marinas de la Isla de La Plata.

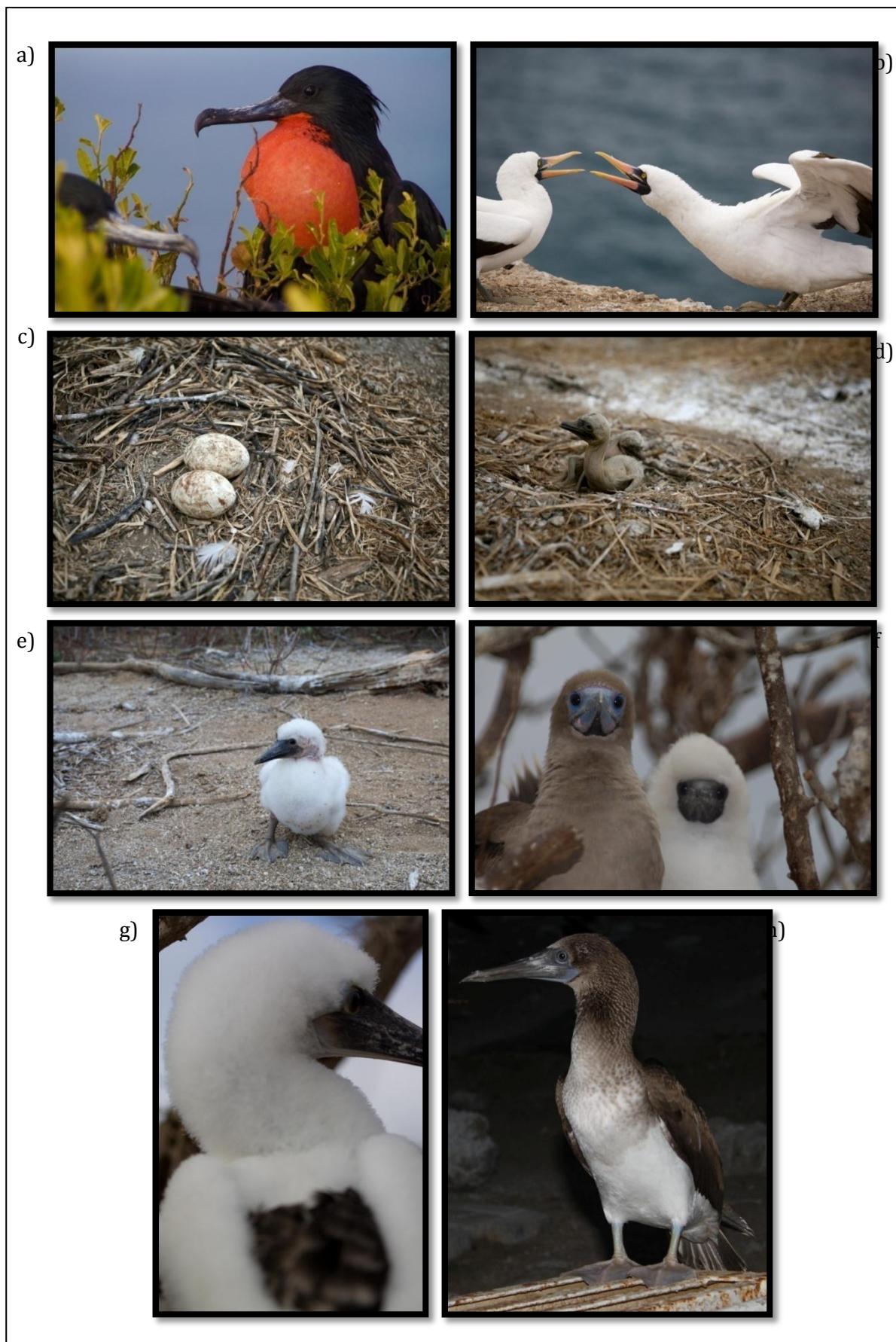


Figura 4. Estadios Observados durante los censos. a. Machos en Cortejo – MC (Solo para *F. magnificens*). b) Parejas en Cortejo – CP. c) Nido con Huevos – NE. d) Nido con Pichones Desnudos – Nk. e) Nido con Pichones con Plumón Corto – D. f) Nido con Pichones con Plumón Largo – F. g) Nido con pichones con alas primarias – W. h) Nido con

juveniles – J.

RESULTADOS

Entre agosto de 2008 (julio para *S. nebouxii*) y agosto de 2011, se realizaron un total de 38 censos, monitoreando las poblaciones de *Sula granti*, *S. nebouxii*, *S. sula* y *Fregata magnificens*. Entre julio y agosto de 2008, se marcaron un total de 591 individuos de *S. granti*; en agosto de 2011 se capturaron un total de 1177 individuos de esta especie, de los cuales 248 tenían marcas. Entre julio y agosto de 2009 se marcaron un total de 72 individuos de *S. nebouxii*; en agosto de 2011 se obtuvo únicamente una recaptura con marca. Entre julio y agosto de 2009 se marcaron un total de 4 individuos de *S. sula*; no se obtuvo ninguna recaptura. Tomando en cuenta que los tamaños de muestras de *S. nebouxii* y *S. sula* para el método de Captura-Recaptura son muy pequeños, solamente se utilizaron los datos de *S. granti* para establecer el tamaño de población a través de este método.

Fenología Reproductiva

Para *Sula granti*, se pudo observar actividad de cortejo y anidación durante todo el año, los cuatro años, en mayor o menor nivel, dependiendo de la época. Las épocas de mayor cortejo se encontraron durante la época húmeda – corriente cálida, entre diciembre y julio, aproximadamente, para cada año. Se observaron tres picos de actividad de cortejo dentro de estas épocas; el primero en marzo de 2009 con 546 parejas; el segundo en junio de 2010 con 780 parejas; y el tercero en marzo de 2011 con 615 parejas. En la época seca – corriente fría, se observaron dos picos de cortejo (menores a los de corriente cálida); el primero en octubre de 2008 con 335 parejas, y el segundo en agosto de 2009 con 382 parejas cortejando.

El pico más alto de cortejo durante los tres años se observó en junio del 2010, con un total de 780 parejas cortejando. La menor actividad de cortejo se observó en 2008, con menos de 400 parejas cortejando durante todos los meses (entre agosto y diciembre) Dado que no se tiene datos de meses anteriores para el 2008, se puede asumir que el cortejo fue mayor durante esos meses, en base

a que los picos de cortejo para todos los años se presentan a comienzos de cada año (Fig. 5).

En cuanto a anidación, los picos más altos, tanto de huevos, como de pichones y juveniles se observaron en el 2009. En mayo de ese año se observó el pico más alto de Nidos con Huevos con un total de 537 nidos; en junio de ese año se observó el pico más alto de Nidos con Pichones, con un total de 501; y en agosto el pico más alto de juveniles con un total de 284 (Fig. 5).

Los datos sugieren tendencias de anidación de entre 7 y 10 meses, desde el primer huevo puesto, hasta que desciende la curva a un mínimo. Por ejemplo, para el 2009, los primeros huevos se colocaron en febrero (1 huevo), la curva llega a su máximo en mayo (537 nidos con huevos), y desciende nuevamente hasta llegar al mínimo de 6 nidos con huevos en agosto. El año con la temporada de anidación más prolongada fue 2010, con 10 meses de actividad reproductiva, en base a Nidos con Huevos observados. No se puede establecer la duración de temporadas para el año 2008, ni 2009, ya que los datos son inconclusos, faltan algunos meses para cada año.

Los datos demuestran actividad reproductiva de *S. granti* en Isla de La Plata durante todo el año, incluyendo aves en todas las fases del ciclo desde cortejo y anidación, hasta parejas con juveniles.

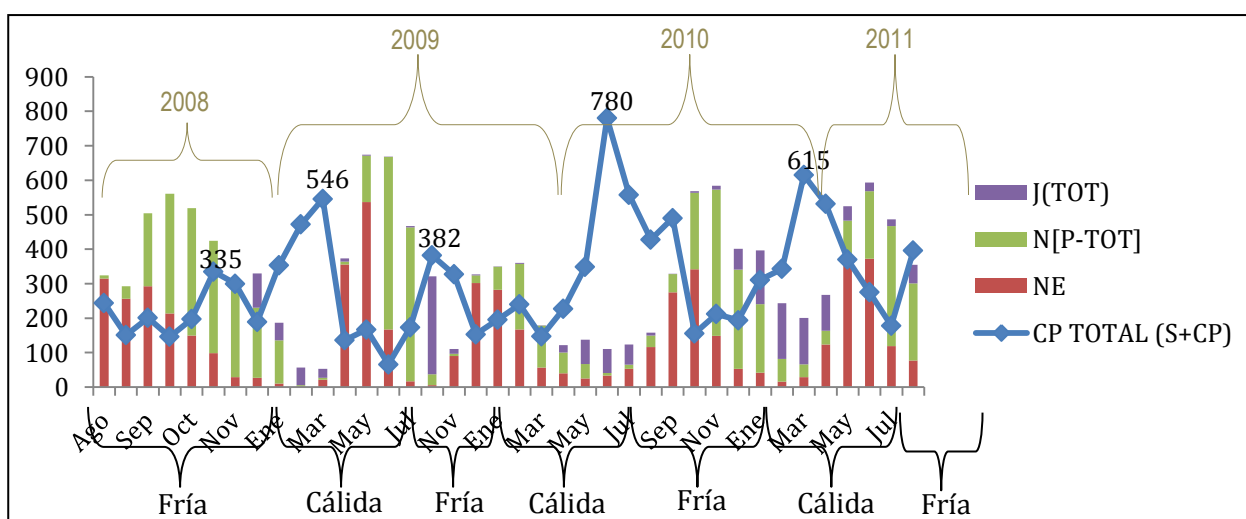


Figura 5. Fenología Reproductiva para *S. granti*, desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.

En el caso de *Sula nebouxii*, se pudo observar estaciones de reproducción más marcadas. En general, se pudo observar tres temporadas de anidación dentro de los cuatro años analizados; la primera a fines de 2008, la segunda a fines de 2009, y la tercera a fines de 2010 y comienzos de 2011.

En general, se observaron dos picos de cortejo cada año (para los años con datos completos), un pico dentro de la época de corriente cálida, y un pico en la época de corriente fría. Se observaron siete grandes picos de cortejo, entre julio de 2008 y agosto de 2011; el primero en agosto de 2008 con un total de 149 parejas; el segundo en mayo de 2009 con 167 parejas; el tercero en octubre de 2009 con 178; el cuarto en junio de 2010 con 126; en quinto en agosto de 2010 con 298; el sexto en abril de 2011 con 191; y el séptimo en agosto de 2011 con 540 parejas cortejando. El pico más alto de cortejo se observó en agosto de 2011 con 540 parejas cortejando. En los primeros cinco meses de 2010, no se observó actividad de cortejo (Fig. 6).

Se observaron tres épocas de anidación, una en cada año, y siempre finalizando el año (no se tiene los datos de fin de año para 2011, pero se presume que también mostrará picos de anidación). Todas estas temporadas de anidación se observaron a fines de la época de corriente fría, y comienzos de la época de corriente cálida. En el 2008, el pico de Nidos con Huevos observado fue durante octubre, con 309 Nidos con huevos. Para el 2009, se observó el pico de Nidos con Huevos en noviembre con un total de 320 nidos. Durante el 2010, el pico se observó nuevamente en octubre con 440 Nidos con Huevos. Entre enero y agosto de 2011, la mayor cantidad de Nidos con Huevos observada fue en agosto, con 34 nidos, sin embargo falta obtener los datos de los meses que han mostrado los picos finales en los años anteriores (Fig. 6).

Los picos para Nidos con Pichones se observaron dos meses después de cada pico de Nidos con Huevos, con excepción de comienzos del año 2010, donde la presencia de Nidos con Pichones fue nula entre febrero y septiembre. Los picos más altos de Nidos con Pichones se observaron en noviembre de 2008 con 232, seguido por diciembre del 2010 con 507 Nidos con Pichones, este último siendo el valor más alto de los 3 años (Fig. 6).

En cuanto a Juveniles, se observaron pocos nidos con juveniles durante los 3 años, y se empezó a observar un aumento en la cantidad de nidos con este estadio a partir de diciembre de 2010. El pico más alto se observó en febrero de 2011 con 371 Nidos con Juveniles. Para el resto de años, la presencia fue casi nula (Fig.6).

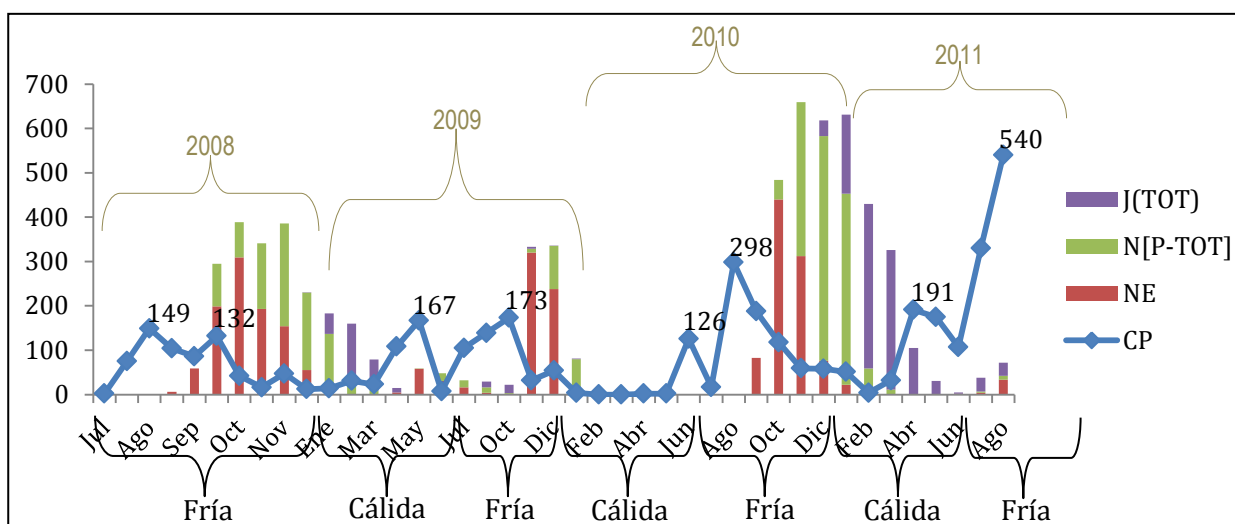


Figura 6. Fenología Reproductiva para *S. nebouxii*, desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.

Para *Sula sula*, las tendencias de fenología reproductiva no son tan claras ni concluyentes. Los datos muestran una presencia constante de unos pocos individuos, todos los estadios de actividad reproductiva (con pequeñas excepciones en el año 2008).

En relación a parejas cortejando, se observaron cinco picos de cortejo, los cuales no parecen estar relacionados a la época ni a las corrientes; el tamaño de población es muy pequeño, por lo tanto los picos de parejas cortejando no muestran mayor diferencia de lo bajos de cortejo. El pico más alto de parejas cortejando fue en junio de 2011 con 7 parejas cortejando. En el 2008 se observó muy poca actividad de cortejo, siendo 8 meses completamente nula. Para el resto de años el número de parejas cortejando es bajo (y en algunos casos igual a cero) (Fig. 7).

En cuanto a anidación, el número de nidos observados también se muestra

constante, con fluctuaciones pequeñas que no muestran ninguna tendencia en relación a la época del año y las corrientes frías o cálidas (es importante tomar en cuenta que en el caso de *S. sula*, por la dificultad de visión, los Nidos representan a Nidos con Huevos y Nidos con Pichones Desnudos, ya que en ambos casos el padre está cubriendo el nido y no se pudo distinguir el estadio). El mayor número de Nidos registrado fue de un total de 19 nidos, en marzo de 2011. Curiosamente, en la segunda quincena de septiembre de 2009, no se observó ningún nido, ni tampoco pichones (Fig. 7).

Los Nidos con Pichones muestran un patrón similar a los Nidos, sin una tendencia marcada o definida por la época y las corrientes fría o cálida. El mayor número de Nidos con Pichones se observó en mayo de 2011, con un total de 10 nidos. Con excepción de tres meses, además de la segunda quincena de septiembre de 2009, se pudo observar constantemente Nidos con Pichones (Fig. 8).

En el 2008 no se observaron Juveniles, exceptuando en agosto, y este es el único año en el que se ve tan poca presencia de este estadio (se debe tomar en cuenta que no se tiene datos de enero a julio de 2008). Nuevamente, no se puede observar un patrón de acuerdo a la época y las corrientes con la presencia de Nidos con Juveniles. La mayor cantidad de juveniles se observó en el 2011, con un máxima de 10 Nidos con Juveniles en julio y agosto de este año (Fig. 7)

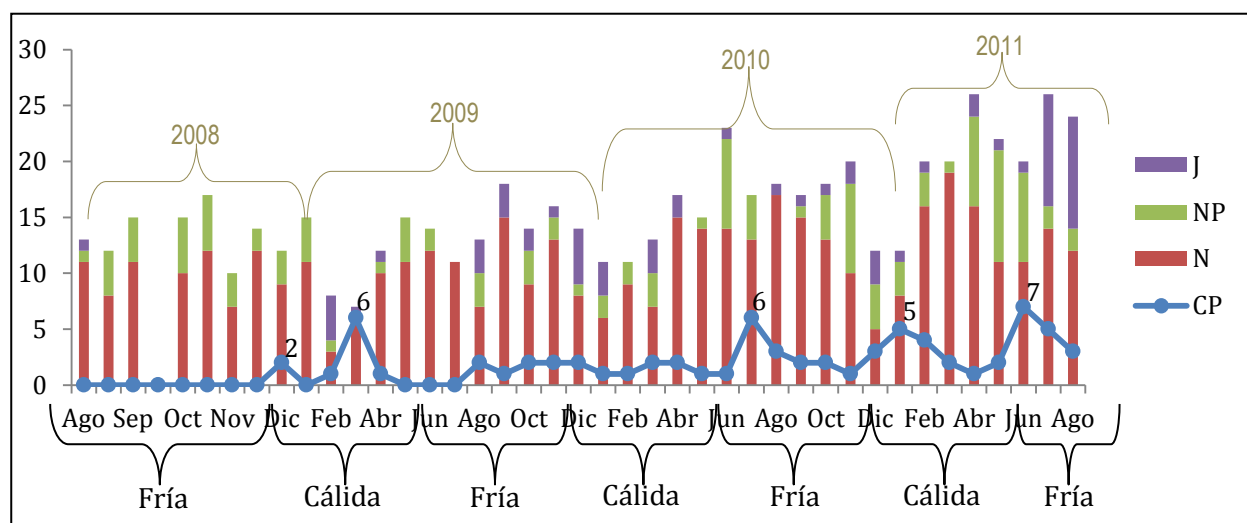


Figura 7. Fenología Reproductiva para *S. sula*, desde agosto de 2008, hasta agosto de

2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.

La Fenología Reproductiva para *Fregata magnificens* presenta patrones similares a los de *Sula sula*, en el sentido que se observa una presencia constante de la especie en actividad reproductiva, pero las observaciones no muestran tendencias concluyentes en relación a la época del año y las corrientes (es importante tomar en cuenta que los datos para *F. magnificens* son incompletos para todos los años estudiados).

En el caso de *F. magnificens*, se observó únicamente a Machos en Cortejo, con tres picos de cortejos. El primero en junio de 2009 con 473 parejas; el segundo en junio de 2010 con 293 parejas; el tercero en mayo de 2011 con 303 parejas. Esta información sugiere que los picos de cortejo se dan siempre dentro de la época influenciada por la Corriente Fría, entre mayo y junio; posiblemente lo mismo sucedió en el 2008, sin embargo no se tiene datos para esos meses. Para el resto de meses, la actividad de cortejo desciende, en la mayoría de meses dentro de la época de la Corriente Cálida, a cero cortejo (Fig. 8).

La mayor cantidad de Nidos con huevos o con pichón muy tierno (a distancia no es posible separar estas categorías) se observaron dentro de la época de Corriente Fría, sin embargo, es importante mencionar que los datos de cada época no están completos. Durante el 2008, se pudo observar la mayor cantidad de Nidos, mientras que en los años siguientes parece haber un descenso. El pico más alto de Nidos se observó en agosto de 2008, con un total de 1871. Al igual que con *S. sula*, los datos de *F. magnificens* para Nidos incluyen tanto Nidos con Huevos, como Nidos con Pichones Desnudos, ya que no se pudo observar a mayor detalle. (Fig. 8 – N)

El número de Nidos con Pichones es muy similar a los de Nidos con huevo o con pichón muy tierno, pero en menor cantidad. La presencia de Nidos con Pichones parece ser durante la época de Corriente Fría, entre septiembre y diciembre, pero faltan datos para afirmar con mayor seguridad esta observación. Nuevamente, en el 2008 se observó la mayor cantidad de Nidos con Pichones, donde también se observó el pico más alto, con un total de 1306 Nidos con Pichones en noviembre de ese año (Fig. 8).

Se observaron Juveniles durante todas las épocas, en mayor o menor cantidad. El pico más alto de Juveniles se observó en diciembre de 2008, con un total de 885. La menor cantidad observada fue durante la segunda quincena de septiembre de 2008, con 62 Nidos con Juveniles. Los datos obtenidos no muestran una tendencia de Nidos con Juveniles, de acuerdo a la época y las Corrientes (Fig. 8).

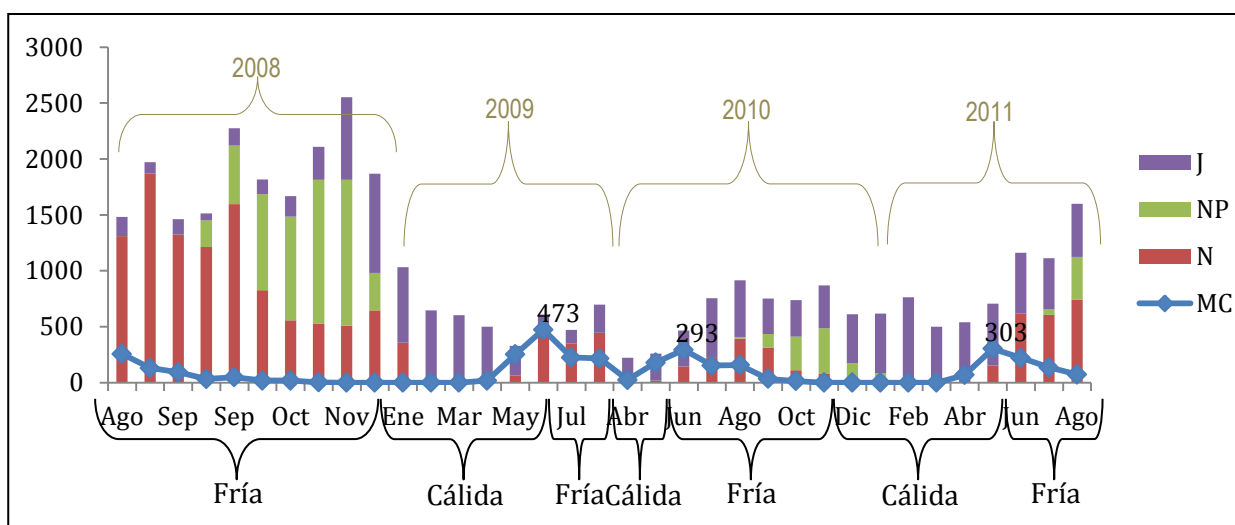


Figura 8. Fenología Reproductiva para *F. magnificens*, desde agosto de 2008, hasta agosto de 2011, en relación a la presencia de corrientes Fría y Cálida.

Éxito Reproductivo

Se observaron tendencias en cuanto al éxito reproductivo, y para *Sula granti* y *Sula nebouxii* se sacó los porcentajes de éxito reproductivo (RS) para cada año.

Para *Sula granti* se pudo observar claramente, año a año, la cantidad de juveniles que se produjeron a partir de un número específico de Nidos con Huevo y Parejas Cortejando. En el 2008, se observó el pico más alto de parejas cortejando en agosto, resultando en un pico de anidación en septiembre, y como consecuencia un pico de Nidos con juveniles en diciembre, con un total de 100 juveniles; luego en agosto de 2009 se observa otro pico de Juveniles, con un total de 284. Los juveniles de esa anidada fueron relativamente pocos, razón por la que a comienzos de 2009, se pocos nidos con Juveniles, e incluso en algunos meses ningún juvenil. El mayor número de juveniles para el 2009 se observó

durante la época de Corriente Fría (Fig. 9 – a). El porcentaje de Éxito Reproductivo (RS) que se obtuvo para el 2008 fue 29,94%, lo cual es un valor bastante alto, y no se acerca a la realidad, tomando en cuenta que para ese año solamente se tiene datos de nidos y parejas en cortejo a partir de agosto; el valor real debería estar por debajo del 29% (Tabla 1).

En el 2009, se observan dos picos de cortejo, el primero en marzo, con 546 parejas, y el segundo se asume que se encuentra entre agosto y noviembre, con un número mayor a 382 parejas, sin embargo no se tiene ese dato ya que no se tomaron datos durante esos meses. La anidación tiene su máximo abril, con 342 nidos, y se extiende hasta diciembre. Sin embargo, la cantidad de juveniles producidos es menor a la del 2008, ya que en 2010, se observan hasta 71 juveniles en el mes de marzo (Fig. 9 – b). El porcentaje de Éxito Reproductivo (RS) para el 2009 fue de 18, 16% (Tabla 1).

En el 2010, los picos de cortejo son mayores a años anteriores, con un máximo observado de 780 parejas en cortejo en el mes de junio. Como respuesta, se observó un pico de anidación con un total de 289 Nidos con Huevos en octubre del mismo año. La respuesta es juveniles al pico de anidación se observó febrero de 2011 con un pico de 161 juveniles, valor mayor a años anteriores (Fig. 9 – c). El porcentaje de Éxito Reproductivo (RS) observado para este año fue de 5, 58%, lo cual nos dice que a pesar de que el nivel de cortejo fue mayor, la cantidad de Nidos y de Pichones no tuvieron éxito, y por lo tanto no lograron llegar a juveniles (Tabla 1).

Todavía no se puede concluir sobre el Éxito Reproductivo (RS) para el 2011, ya que solo se obtuvo datos hasta agosto. El pico de cortejo observado fue de 615 parejas en marzo, y el pico de anidación fue de 359 Nidos con Huevos en mayo, por lo que se puede asumir que el éxito va a ser parecido a el año 2009 (Fig. 9 – d). El porcentaje obtenido hasta el momento es de 12, 97%; este valor puede cambiar dependiendo de la cantidad de juveniles que se produzcan al finalizar el año (Tabla 1).

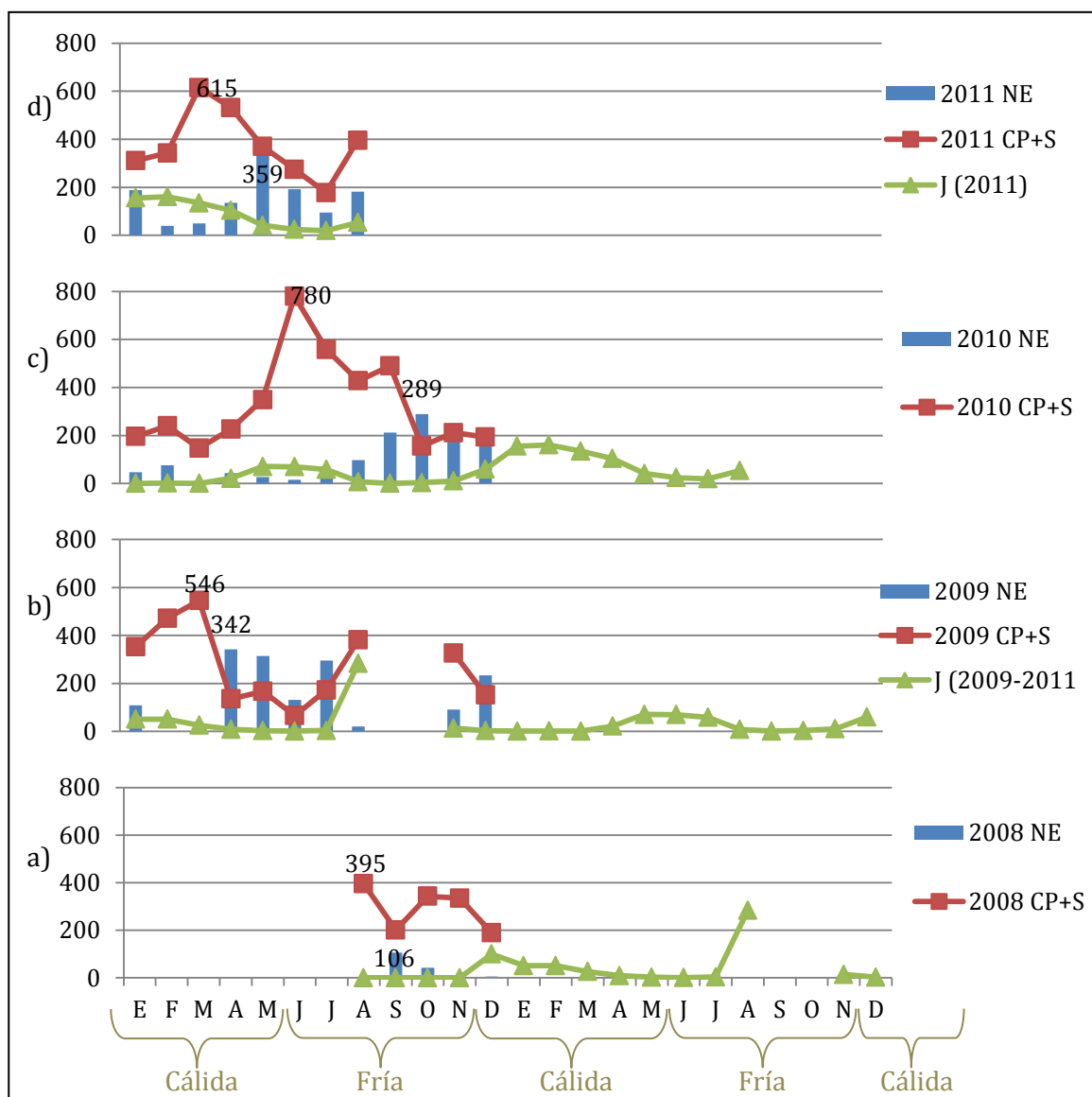


Figura 9. Seguimiento de Juveniles de *S. granti* para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida). a) Nidos y Parejas Cortejando de 2008, y el resultado en Juveniles para 2009. b) Nidos y Parejas Cortejando de 2009, y el resultado en Juveniles para 2010. c) Nidos y Parejas Cortejando de 2010, y el resultado en Juveniles para 2011. d) Nidos y Parejas Cortejando de 2011.

Tabla 1. Éxito Reproductivo (RS) de *S. granti*, en base al número de Nidos con Huevos (Δ NE) anual, y el mayor número de Juveniles observado cada año.

RS ANUAL	J	NE (DELTA)	RS (J/NE (DELTA))
2008	100	334	29,94%
2009	284	1564	18,16%
2010	71	1272	5,58%
2011	161	1241	12,97%

Para *Sula nebouxii* se observó mayor Éxito en algunos años que para *S. granti*. Por lo general, se observó el pico de números de juveniles, se daba cuatro meses después del pico más alto de anidación, y dentro de la época de Corriente Cálida.

En el 2008, se observó un pico de cortejo con un total de 224 parejas cortejando en agosto; a partir de esto se observó un pico de anidación en octubre, con un total de 415 Nidos con Huevos. La respuesta en Juveniles a la anidación del año 2008 se observó en febrero de 2009, con un total de 130 Nidos con Juveniles (Fig. 10 – a). El Éxito Reproductivo (RS) obtenido para el 2008 fue de 21,35%; a pesar de que los datos obtenidos para este año no son completos, se puede asumir que es un porcentaje muy aproximado a la realidad, ya que la mayor parte de la anidación de esta especie se da a fines de cada año (Tabla 2).

En el 2009 se observaron picos menores para todos los estadios. Se observó un total de 167 Parejas en Cortejo en mayo, siendo este valor el pico más alto del año, y 329 Nidos con Huevos en noviembre. El reflejo de este cortejo y anidación fue muy bajo para el 2010; el pico más alto observado fue de tan solo 19 Nidos con Juveniles, y la mayoría de meses no se observaron individuos en este estadio (Fig. 10 – b). El porcentaje de Éxito Reproductivos (RS) fue sumamente bajo, con tan solo 3,89% (Tabla 2).

En el 2010 se observó un incremento considerable en cortejo, anidación, juveniles, y por lo tanto en el Éxito Reproductivo. El pico de cortejo fue en abril, con 298 parejas, reflejándose en 401 Nidos con Huevos, dos mese más tarde. Como consecuencia se observó un pico de Nidos con Juveniles en febrero de 2011, con un total de 371 (Fig. 10 – c). El porcentaje de Éxito Reproductivo para el 2010 fue de 40,40% (Tabla 2).

Para el 2011 no se tiene datos concluyentes todavía ya que solo se tiene datos hasta agosto; hasta el momento se observó un pico de cortejo en agosto con un total de 540 Parejas en Cortejo, pero todavía no se ha observado el reflejo de este valor en Nidos, y por lo tanto en Juveniles (Fig. 10 – d). El porcentaje obtenido hasta el momento es de 78,77%, lo cual es un valor demasiado alto e

irreal; seguramente bajará el porcentaje al finalizar el año (Tabla 2).

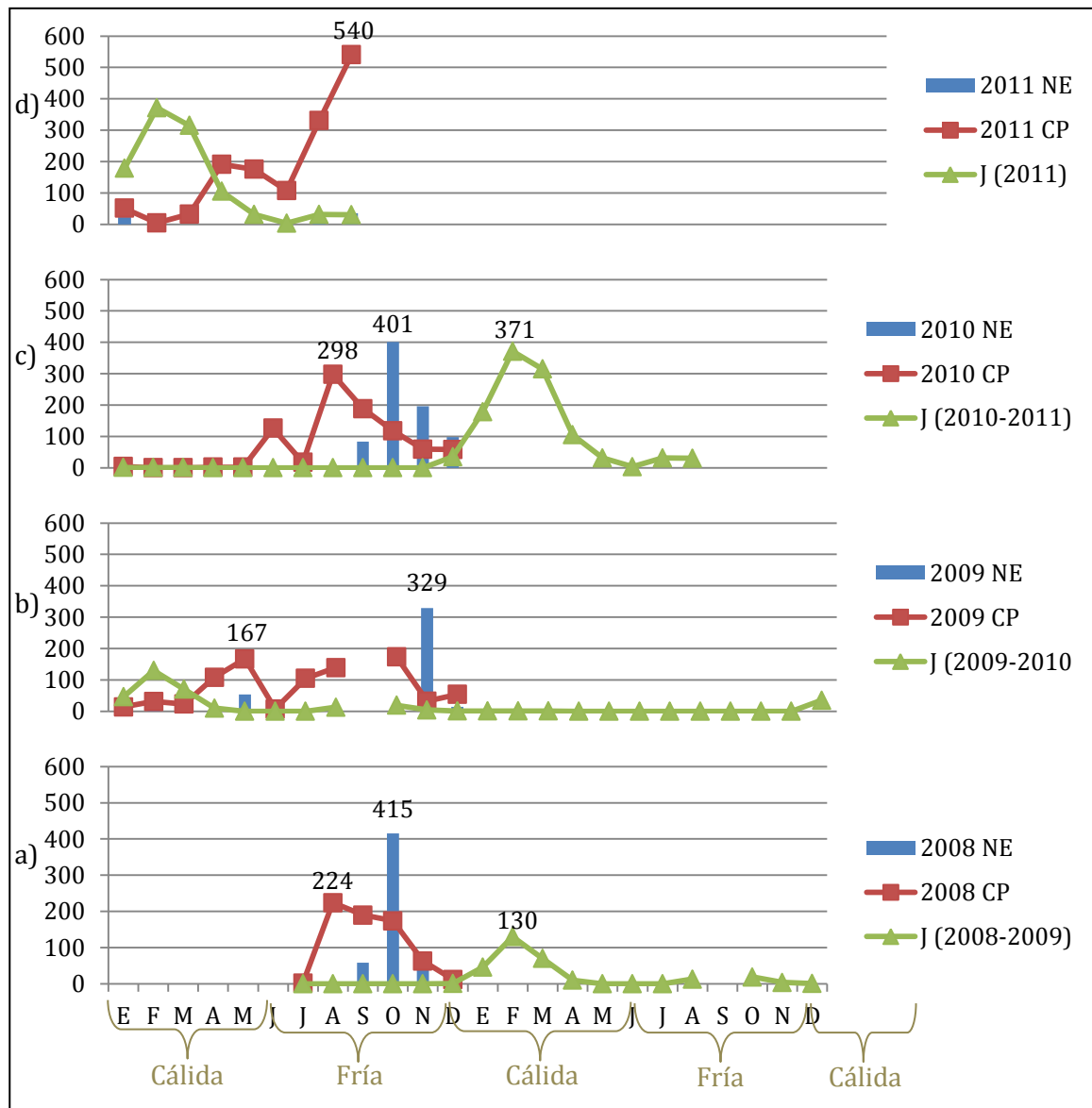


Figura 10. Seguimiento de Juveniles de *S. neboxii* para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida). a) Nidos y Parejas Cortejando de 2008, y el resultado en Juveniles para 2009. b) Nidos y Parejas Cortejando de 2009, y el resultado en Juveniles para 2010. c) Nidos y Parejas Cortejando de 2010, y el resultado en Juveniles para 2011. d) Nidos y Parejas Cortejando de 2011.

Tabla 2. Éxito Reproductivo (RS) de *S. nebouxii*, en base al número de Nidos con Huevos (Δ NE) anual, y el mayor número de Juveniles observado cada año.

RS ANUAL	J	NE (DELTA)	RS (J/NE (DELTA))
2008	130	609	21,35
2009	20	514	3,89
2010	400	990	40,40
2011	371	471	78,77

Los resultados obtenidos con *Sula sula* no son concluyentes para el Éxito Reproductivo, se muestran constantes y sin una tendencia definitiva entre todos los años; se puede inferir en base a esto que los procesos de cortejo y anidación son más prolongados que en las otras especies de Sulidos. Por este motivo, no se pudo obtener los porcentajes de Éxito Reproductivo (RS) para esta especie, en ningún año; se necesita de más tiempo y más datos para obtener esos valores.

Para el 2008, se observó el pico más alto de cortejo en diciembre, sin embargo, ese pico no se refleja en la anidación, ya que el pico de anidación se observó con anterioridad, entre octubre y noviembre con un total de 12 Nidos (este valor incluye tanto Nidos con Pichones Desnudos como Nidos con Huevos). Tres meses después de este pico de anidación, se observa un pequeño pico de juveniles, con un total de 4 Nidos con Juveniles, en febrero de 2009 (Fig. 11 – a).

Para el 2009, se observó el pico más alto de cortejo en marzo, con un total de 6 parejas; el pico más alto de anidación en septiembre con 15 nidos; y el pico más alto de Nidos con Juveniles en marzo de 2010 con un total de 5 (Fig.11 – b).

Para el 2010, se observó el pico más alto de cortejo en julio con 6 parejas, nuevamente; el pico más alto de anidación en agosto con 17 Nidos. Luego, el pico de Juveniles se observó en julio y agosto de 2011, con un total de 10 Nidos con Juveniles; este es el valor más alto observado en los 4 años (Fig. 11 – c).

En el 2011 se observó un pico de anidación en marzo, con 19 Nidos, y un pico de cortejo en junio con 7 parejas; por lo tanto, no existe una relación entre estos dos

picos (Fig. 11 – d).

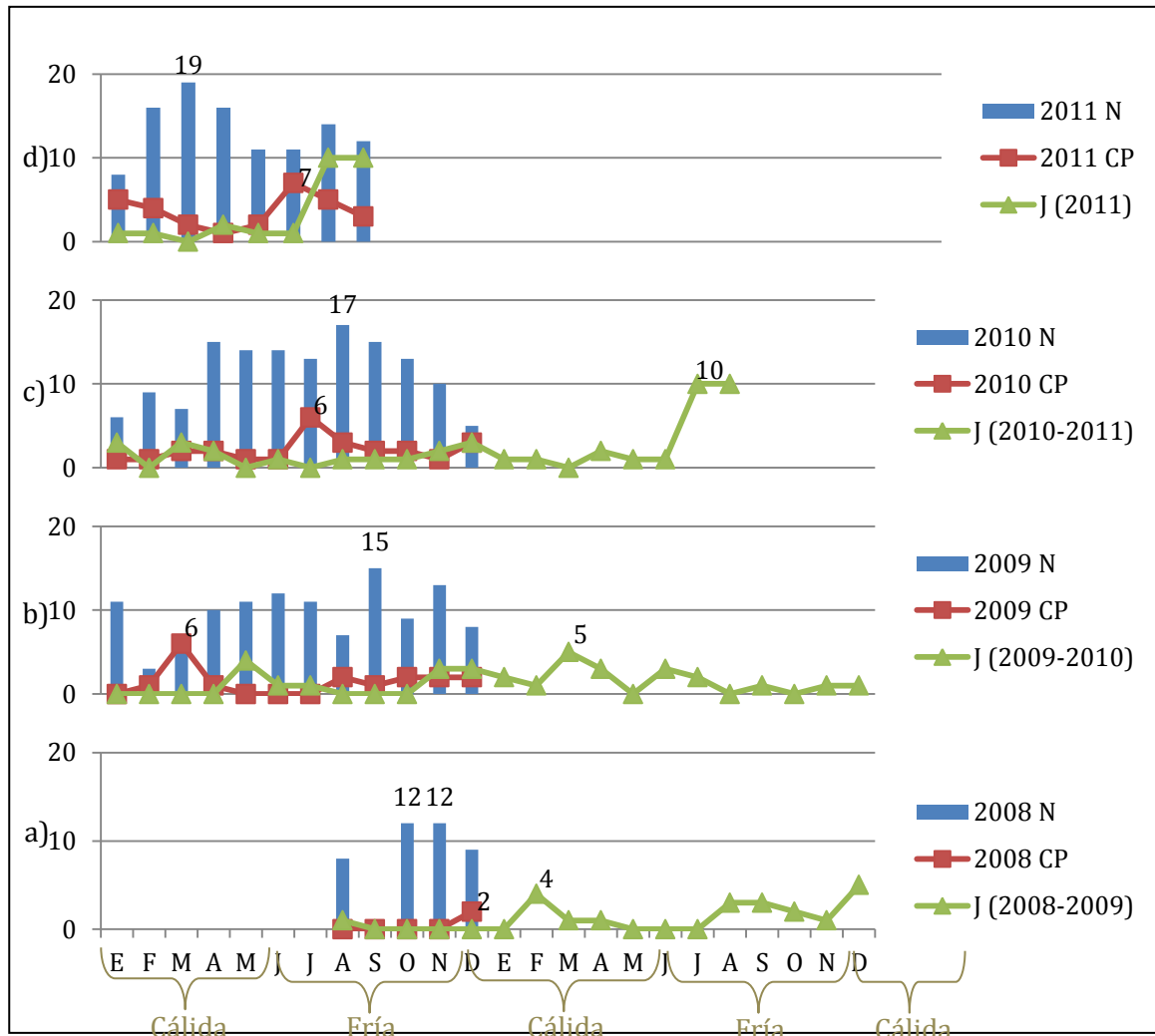


Figura 11. Seguimiento de Juveniles de *S. sula* para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida). a) Nidos y Parejas Cortejando de 2008, y el resultado en Juveniles para 2009. b) Nidos y Parejas Cortejando de 2009, y el resultado en Juveniles para 2010. c) Nidos y Parejas Cortejando de 2010, y el resultado en Juveniles para 2011. d) Nidos y Parejas Cortejando de 2011.

El caso de *Fregata magnificens* es muy similar al de *Sula sula*, en el sentido que los datos no son concluyentes para medir el Éxito Reproductivo, razón por la cual, también se puede inferir que esta especie tiene estadios prolongados, y se necesita de mayores tiempos de estudio para obtener los porcentajes de Éxito Reproductivo (RS). También es importante mencionar, que los datos para cada año, de esta especie, no están completos, otro limitante para medir el éxito.

En el 2008 se observó un pico de anidación con un total de 1871 Nidos en

agosto, y luego en diciembre, se observó un pico de Nidos con Juveniles de 885 (estos valores están relacionados) (Fig. 12 – a).

Para el 2009 no se puede concluir mucho, ya que después del pico de cortejo en junio, de 473 Machos en Cortejo, existe un blanco de datos desde septiembre hasta abril de 2010. Si se ve un pico de Juveniles en 2010, resultantes de 2009, con un total de 536 Juveniles entre julio y agosto, pero no se puede ver el éxito de los Nidos en base a esto (Fig.12 – b).

En el 2010, se observó un pico de cortejo, de 178 Machos en Cortejo en junio, y luego un pico de anidación de 395 Nidos en agosto. Seis meses más tarde, en febrero de 2011, se observó un pico de Juveniles de 758 (Fig. 12 – c).

Para el 2011 no se tiene datos que concluyan sobre el Éxito Reproductivo (Fig. 12 – d).

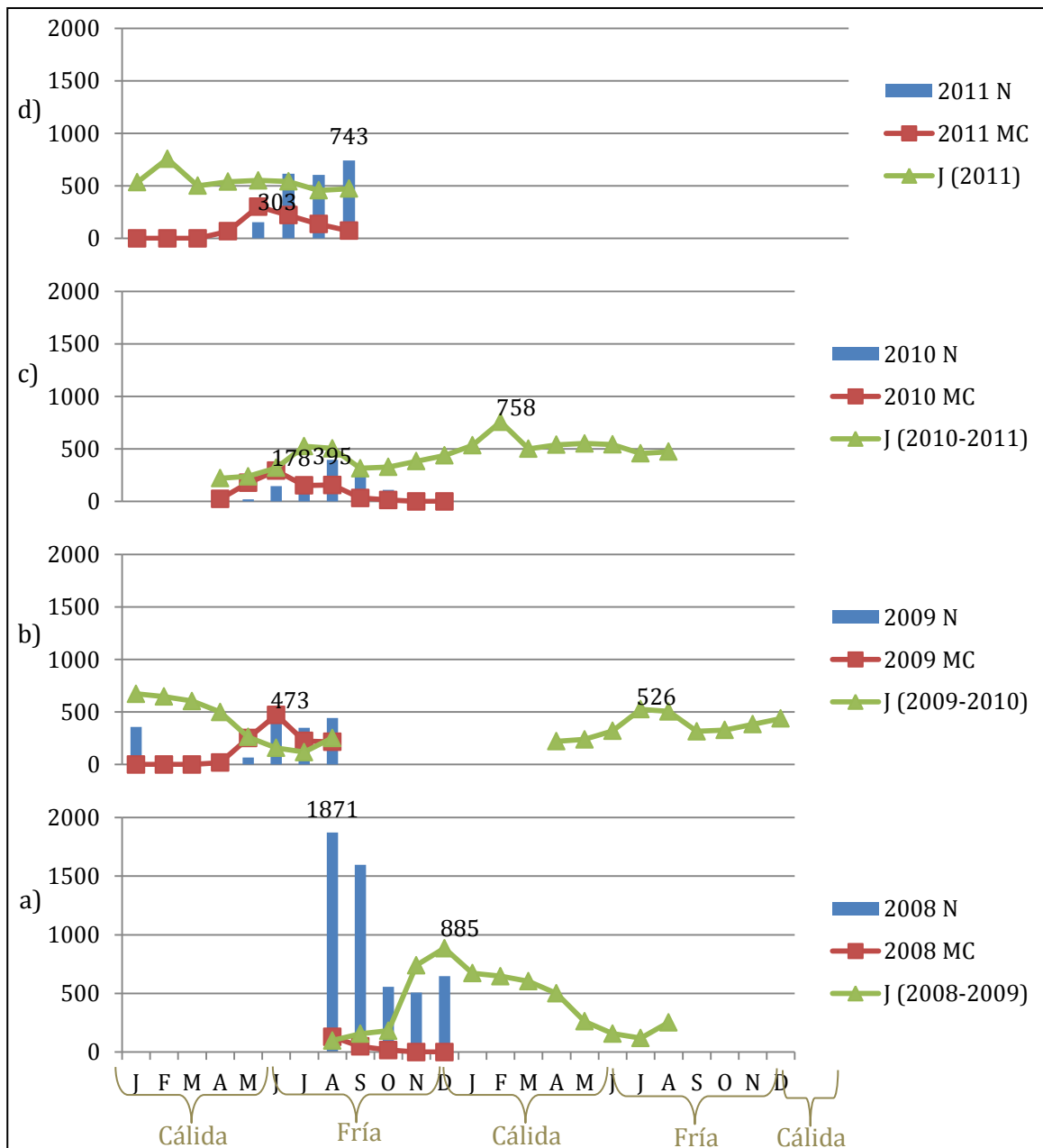


Figura 12. Seguimiento de Juveniles de *F. magnificens* para medir el Éxito Reproductivo, en base a las fechas de anidación y le época del año (Corrientes Fría y Cálida). a) Nidos y Parejas Cortejando de 2008, y el resultado en Juveniles para 2009. b) Nidos y Parejas Cortejando de 2009, y el resultado en Juveniles para 2010. c) Nidos y Parejas Cortejando de 2010, y el resultado en Juveniles para 2011. d) Nidos y Parejas Cortejando de 2011.

Tamaño Poblacional

En base a los censos, y utilizando el radio de sexos sesgado hacia los machos de 1,43 (Ecuación 5), para *Sula granti*, se obtuvo que el tamaño poblacional es de por lo menos 2175 individuos. En base al método de Captura-Recaptura, utilizando el Estimador Modificado de Chapman, con la confiabilidad del 95% se

estima una población de 2800 ± 250 individuos (límites de confianza = 2582 – 3070) de esta especie en la Isla de La Plata (Tabla 3). De acuerdo a los censos (Ecuación 4), se encontró que el tamaño poblacional de *Sula nebouxii* es de por lo menos 1436 individuos. Para *Sula sula*, también en base a los censos (Ecuación 4), se encontró que existen por lo menos 62 individuos en la población de esta especie. Finalmente, para Fregata magnificens, se encontró que existen por lo menos 5106 individuos en la población, también utilizando los datos de los censos y la Ecuación 4.

Tabla 3. Valores de Tamaños Poblacional para *S. granti* utilizando los Estimadores de Petersen, Bailey, y Chapman. Donde, M = número de aves marcadas inicialmente, C = número total de aves recapturadas, R = número de aves recapturadas que estaban marcadas, y N = tamaño poblacional.

Estimadores	M	C	R	N
Petersen	591	1177	248	2804,87
Bailey				2796
Chapman				2800

Observaciones Adicionales

Durante los procesos de Captura-Recaptura, se encontraron tres aves con bandas distintas a las colocadas durante este estudio. Dos de esas bandas pertenecen a David Anderson, razón por la cual se asume que las aves fueron marcadas en las Islas Galápagos. Se desconoce el origen de la tercera banda.

Otra dato interesante es que se encontró un individuo macho de *Sula dactylatra*, dentro de la colonia de Punta Escalera de *Sula granti*. Este piquero se encuentra hibridándose con *S. granti*; se lo ha observado en procesos reproductivos durante dos años consecutivos. Se logró marcar este individuo, para realizar seguimiento a futuro.

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio sugieren tendencias muy interesantes e importantes para la Isla de La Plata y sus áreas circundantes. Se encontró que *Sula granti* muestra actividad reproductiva durante todo el año, lo cual es muy interesante ya que en las Islas Galápagos, en donde la actividad de esta especie está bien documentada por Anderson (1989), existe una estacionalidad laxa. *Sula neboxii*, por el contrario muestran una mayor estacionalidad en La Isla, hecho distinto también de Galápagos. No se puede concluir mucho con la información obtenida de *Sula sula*, ya que los patrones que muestra son más constantes y poco estacionales; esto sugiere que *S. sula* es una especie con una posible asincronía reproductiva y con ciclos reproductivos muy prolongados en la Isla de La Plata. Los datos de *Fregata magnificens* muestran una situación similar a la de *Sula sula* y también se puede asumir que esto se debe a ciclos reproductivos muy extendidos en el tiempo.

Se estimó los tamaños poblacionales de las cuatro especies; este es el primer estudio que presenta tamaños poblacionales utilizando otros métodos, que son más exactos, que simples observaciones y conteos con censos, para la Isla de La Plata. En conclusión, se puede asumir que los tamaños de población son mayores a: 2175 (incluso hasta 3070) individuos de *Sula granti*; 1436 individuos de *Sula neboxii*; 62 individuos de *Sula sula*; 5106 individuos de *Fregata magnificens*. Se puede asumir que son mayores a esto, ya que los resultados se basan en Parejas en Cortejo, y Nidos (todos los estadios), pero puede ser que durante los censos, muchas parejas hayan estado ausentes; también no se tiene el ratio de sexos para todas las especies, lo cual aumentaría el total obtenido.

En base a los resultados obtenidos de fenología reproductiva, éxito y tamaños de población se puede inferir que existe disponibilidad y abundancia de alimento en las áreas circundantes a la Isla de La Plata, durante todo el año, tanto bajo influencia de la Corriente Fría como de la Corriente Cálida. Esto es especialmente para el caso de *Sula granti*, que según la literatura es una especie estacional, y en la Isla se encuentra en reproducción durante todo el año. Con observaciones más minuciosas, se puede ver que los mayores picos de cortejo, para la mayoría de las especies, se dan con la presencia de la Corriente Fría, que es cuando la abundancia de alimento aumenta; puede ser que la temperatura del agua sea el interruptor para dar inicio con los procesos

reproductivos de la Isla.

Se necesita continuar tomando los mismos datos, por periodos más largos de tiempo, especialmente para definir en concreto la fenología reproductiva y el éxito de reproducción de *Sula sula*, y de *Fregata magnificens*. También, con más tiempo de datos, se puede encontrar cuales son las tendencias reproductivas de estas cuatro especies, a largo plazo, y se puede definir concretamente, cual es el efecto de eventos oceanográficos de gran escala, tales como El Niño y La Niña, sobre las poblaciones de las especies estudiadas.

Utilizando los datos de este estudio, se puede expandir el conocimiento de estas cuatro especies y de su entorno a través de muchas ramas. Es posible utilizar estos datos para encontrar correlaciones de los tamaños de poblaciones, picos de reproducción y éxito reproductivo con la productividad primaria del océano circundante a la Isla de La Plata; hoy existen muchas herramientas, tales como imágenes satelitales y otras tecnologías para medir niveles de clorofila con los que se puede obtener información sobre la productividad primaria. Otro tema interesante que se puede encontrar utilizando estos datos, es la correlación que existe entre eventos de El Niño, o La Niña, con las fluctuaciones en los tamaños poblaciones y el éxito reproductivo. Finalmente, las aves marinas son indicadores directos de la salud y productividad del mar; a través de estudios poblaciones y de alimentación de aves marinas, se puede definir cambios en el mar y en los stocks de peces (García y López-Victoria, 2007; Montevecchi & Myers, 1995); Tasker, et al., 2006); los datos obtenidos de este estudio pueden servir para definir en qué estado se encuentran los stocks de peces que son de gran interés comercial (como las sardinas y las anchovetas) en las zonas circundantes a la Isla de La Plata, y así puede proveer información para la conservación de especies que son utilizadas con mucha frecuencia por el hombre, para un mejor manejo.

REFERENCIAS

- Ancona, S., Sánchez-Colón, S., Rodríguez, C., & Drummond, H. 2011. El Niño in the Warm Tropics: local sea temperature predicts breeding parameters and growth of blue-footed boobies. *Journal of Animal Ecology*. 80:4. 799-808.
- Anderson, D.J. 1989. Differential responses of boobies and other seabirds in the Galapagos to the 1986 - 87 El Niño - Southern Oscillation Event. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol 52: 209 – 216.
- Burgos, L. & Gamboa M.C. 2002. Condiciones físico químicas en el entorno de la isla de La Plata (Agosto/2001). *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Instituto Oceanográfico de la Armada INOCA: Guayaquil. Vol. 11. No. 1.
- Cisneros-Heredia, D.F. (2005). La avifauna de la isla de La Plata, Parque Nacional Machalilla, Ecuador, con notas sobre nuevos registros. *Cotinga*, 24: 22-27.
- Coulter, M., C. Methods used in research on blue-footed boobies, *Sula nebouxii*, in the Galapagos Islands, Ecuador. Savannah River Ecology Laboratory.
- Escalante, I., & Sandoval, L. 2007. Primeros registros del Piquero Patirrojo (*Sula sula*) en las costas del Pacífico norte y del Caribe de Costa Rica. *Boletín SAO* Vol. XVII: 138–140.
- Félix, F., and Haase, B. 2001. The humpback whale off the coast of Ecuador, population parameters and behavior. *Revista de Biología Marina y Oceanográfica*, 36 (1): 61-74.
- Figuroa, J., & Stucchi, M. 2008. Possible hybridation between the Peruvian Booby (*Sula variegata*) and the Blue Footed Booby (*Sula nebouxii*) in Lobos de Afuera Islands, Perú. *Marine Ornithology*. 36. 75-76.
- García, S., & López-Victoria, M. 2007. Ecología Trófica del Piquero de Nazca *Sula granti* (Aves: Sulidae) en la Isla Malpelo, Colombia. *Bol. Invest. Mar. Cost.* 36: 9 – 32.

- González-Jaramillo, M., Rangel-Salazar, J. L., & De La Cueva, H. 2010. Annual Apparent Survival Rates of Immature Magnificent Frigatebirds in a Large Breeding Colony in Western Mexico. *Waterbirds*, 33 (4). 518-526.
- Harris, M., P. 1984. The Puffin. T. & A. D. Poyser, Calton.
- Jiménez, R. 2008. Aspectos biológicos de El Niño en el Océano Pacífico Ecuatorial. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 330.
- Lack, D. 1968. Bird migration and natural selection. *Oikos*, 19:1-9.
- López-Victoria, M. & García, S. 2010. Anotaciones sobre la dieta del Piquero Patirrojo (*Sula sula*) en la isla Malpelo, Pacífico Colombiano. SE- Aves Marinas en Colombia. 42-45.
- Madsen, V., Dabelsteen, T., Osorio, D., & Osornol, J. L. 2007. Morphology and Ornamentation in Male Magnificent Frigatebirds: Variation with Age Class and Mating Status. *The American Naturalist*, 169.
- Montevecchi, W., & Myers, W. 1995. Prey harvests of seabirds reflect pelagic fish and squid abundance on multiple spation and temporal scales. *Marine Ecology Progress Series*. 177:1-3. 1-9.
- Nelson, J., B. 1969. The breeding behavior of the red footed booby *Sula sula*. *Ibis*, 111(3): 357-385.
- Okuda, Taizo, et al. 1983. Variación Estacional de la Posición del Frente Ecuatorial y su Efecto sobre la Fertilidad de las Aguas Superficiales Ecuatorianas. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR. Ecuador.
- Robert E. **Ricklefs**, R.E., D. Duffy and M. **Coulter**. 1984. Weight gain of **Blue-footed Booby** chicks: an indicator of marine resources. *Ornis Scand.* 15: 162-166.

- Sandvik, H. 2004. Life-history and breeding biology of seabirds in a changing environment: a comparative approach. A dissertation for the degree of doctor scientiarum. University of Tromsø.
- Santander, T., Hidalgo, J. R., Haase, B. (2006). Reporte Final Aves Acuáticas en Ecuador. *Conservación de las Aves Acuáticas para las Américas*. Aves y Conservación.
- Sapoznikow, A and Quintana F. 2009. Asincronía de puesta y reposición de la nidada en el cormorán cuello negro (*Phalacrocorax magellanicus*): ¿Evidencias de las características de su fuente de alimento?. *Hornero*, 24(1): 21-30.
- Snow, D., W., and Nelson, J., B. 1984. Evolution and adaptations of Galapagos sea-birds. *Biological Journal of the Linnean Society*, 21(1-2): 137-155.
- Tasker, M.L., Camphuysen, C. J., Cooper, J., Garthe, S., Montevecchi, W.A., y Blaber, S. J. M. (2000). The impacts of fishing on marine birds. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 531-547.
- Townsend, H. M., & Anderson, D. J. 2007. Assessment of costs of reproduction in a pelagic seabird using multistate mark-recapture models. *Evolution*, 61 (8): 1956-1968
- Valle, C.A. 2008. Monitoreo de la comunidad de aves marinas: Protocolos para Isla La Plata. Sin Publicar.
- Valle, C. A., Tj. De Vries and C. Hernandez. 2008. Kleptoparasitism in Magnificent Frigatebirds: social dominance, sexual size dimorphism and aerodynamic constraints. Pages 17-37 *in* L. Hacquebord and N. Boschman, editors. *A Passion for the Pole: Ethological Research in Polar Regions*. Circumpolar Studies, Vol. 4. Arctisch Centrum, Groeningen.
- Valle, C. A. 1998. Isla Santa Clara-estudio de su ambiente terrestre y el establecimiento de un sistema de monitoreo para las aves marinas. Reporte interno presentado al Ministerio del Ambiente de Ecuador. Quito, Ecuador.

- Valle, C. A. 1997. Monitoreo de las poblaciones de aves marinas de Isla Santa Clara, Ecuador. Reporte interno presentado al Ministerio del Ambiente de Ecuador. Quito, Ecuador.
- Valle, C.A., F. Cruz, J.A.B. Cruz, G. Merlen, and M.C. Coulter. 1987. "The impact of the 1982-1983 El Niño Southern Oscillation on seabirds in the Galapagos Islands, Ecuador," *J. Geophys. Research* 92:14,437-14,444.
- Valle, C.A. 1985. Alteración de las poblaciones del Cormoran no volador, el Pinguino y otras aves marinas de Galapagos por efecto de El Niño 1982-83 y su subsecuente recuperación. In: Robinson, G.R. and M.E. del Pino (eds.), El Niño en las Islas Galapagos: el evento 1982-83, pp. 245-258. Fundación Charles Darwin para las Islas Galapagos, Quito.
- Valle, C.A. 1984. "Breve nota sobre el impacto de El Niño 1982-83 en las aves marinas de las Galápagos," *Rev. Coms. Permanente del Pacífico Sur (CPPS)* 15:259-261.
- Vanderwerf, E., Becker, B. L., Eijzena, J., Eijzena, H. 2008. Nazca Booby *Sula Granti* and Brewster's Brown Boobie *Sula Leucogaster Brewsteri* in the Hawaiian Islands and Johnston and Palmyra Atolls. *Marine Ornithology* 36: 67 -71.