

Tesis de Posgrado

Ecología reproductiva del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en la colonia de Cabo Vírgenes

Frere, Esteban

1993

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Frere, Esteban. (1993). Ecología reproductiva del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en la colonia de Cabo Vírgenes. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2583_Frere.pdf

Cita tipo Chicago:

Frere, Esteban. "Ecología reproductiva del pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) en la colonia de Cabo Vírgenes". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1993. http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2583_Frere.pdf

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ECOLOGIA REPRODUCTIVA DEL PINGUINO DE MAGALLANES
(*Spheniscus magellanicus*) EN LA COLONIA DE CABO VIRGENES

ESTEBAN FRERE

Directora: Patricia Dee Boersma

Co-Director: José María Gallardo

tesis presentada para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas

1993

1993
2580
41

INDICE

Agradecimientos	4
Resumen	5
Introducción General	7
Capítulo 1: Aspectos particulares de la biología reproductiva del Pingüino de Magallanes (<i>Spheniscus magellanicus</i>) en la colonia de nidificación de Cabo Vírgenes	
1.1 Introducción	11
1.2 Especie de estudio: El Pingüino de Magallanes	12
1.3 Area de estudio	13
1.4 Materiales y Métodos	15
1.4.1 Colección de datos en la colonia de Cabo Vírgenes	15
1.4.2 Colección de datos en la colonia de Punta Tombo	17
1.5 Resultados	19
1.5.1 Densidades medias en Cabo Vírgenes	19
1.5.2 Fecha de postura y volumen de los huevos	20
1.5.3 Período de incubación	21
1.5.4 Fecha de eclosión de los huevos	21
1.5.5 Cría de los pichones	22
1.5.6 Determinación del sexo de los adultos reproductivos	22
1.5.7 Edad de la primera reproducción	23
1.5.8 Migración	24
1.6 Discusión	25
1.6.1 Densidad y número de individuos reproductivos	25
1.6.2 Ciclo reproductivo	25
1.6.3 Migración	28
Capítulo 2: Ecología trófica del Pingüino de Magallanes en la colonia de Cabo Vírgenes y su comparación con las colonias del Chubut	
2.1 Introducción	31

2.2 Características del ambiente marítimo-costero del área de estudio	34
2.3 Materiales y Métodos	35
2.4 Resultados	38
2.4.1 Composición de la dieta	38
2.4.2 Observaciones de distancias de la colonia al área de alimentación	41
2.4.3 Estimación del tiempo invertido en el viaje de alimentación durante el período de cría de los pichones	42
2.5 Discusión	44
Capítulo 3: Variación anual en el éxito reproductivo del Pingüino de Magallanes en la colonia de Cabo Vírgenes. ¿Quién regula el éxito reproductivo?	
3.1 Introducción	51
3.2 Materiales y Métodos	55
3.2.1 Colección de datos reproductivos	55
3.2.2 Datos sobre la abundancia de gaviota cocinera (<i>Larus dominicanus</i>) en la colonia de Cabo Vírgenes	58
3.2.3 Obtención de datos climáticos	58
3.3 Resultados	59
3.3.1 Exito reproductivo	59
3.3.2 Depredación y tamaño de huevos	59
3.3.3 Peso, crecimiento y mortalidad de pichones	60
3.3.4 Peso de los adultos reproductivos	62
3.3.5 Número de individuos reproductivos de gaviota cocinera	63
3.3.6 Condiciones climáticas	63
3.4 Discusión	65
3.4.1 Causas de la variación en el éxito reproductivo	65
Capítulo 4: Estudio comparativo de la ecología reproductiva del Pingüino de Magallanes en las colonias de Cabo Vírgenes y Punta Tombo	

4.1	Introducción	71
4.1.2	Asincronía en el nacimiento de los pichones	72
4.1.3	Objetivos	74
4.2	Materiales y Métodos	75
4.3	Resultados	77
4.3.1	Exito reproductivo en Cabo Vírgenes y Punta Tombo	77
4.3.2	Parámetros reproductivos	77
4.3.3	Asincronía en la eclosión de los huevos	78
4.4	Discusión	81
4.4.1	Exito y parámetros reproductivos en Cabo Vírgenes y Punta Tombo	81
4.4.2	Asincronía en la eclosión de los huevos	83
	Conclusiones Generales	85
	Bibliografía	89

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi agradecimiento a todos aquellos que de alguna u otra manera colaboraron en la realización de esta tesis.

- A la Dra P. Dee Boersma por su dirección y el apoyo brindado en todo momento del desarrollo de esta tesis.
- A el Dr William Conway quien me brindó su apoyo y aliento durante todos los años de trabajo.
- A el Dr José M. Gallardo por su colaboración en este estudio.
- A mis padres que me impulsaron y ayudaron desde los comienzos de mi formación.
- A la Wildlife Conservation Society, una división de la New York Zoological Society por proveer los fondos necesarios para llevar a cabo todo este trabajo.
- A la Dirección de Fauna de la Provincia de Santa Cruz, el Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, a la Fundación Mundo Marino, al Servicio de Hidrografía Naval Argentino, en especial al Lic. Carlos Ereño por su gran apoyo logístico durante el transcurso de este estudio.
- A Patricia Gandini, Marta Collantes, Pablo Yorio, Arthur Kettle, David Stokes y Dee Boersma por la discusión y lectura crítica de esta tesis.
- A Tomas Holik, Carlos Liachovitzky, Philip Gavini, Alfredo Torres, Daniel Renison, Luis Borgo y miembros de la Armada y Prefectura Naval Argentina por su colaboraron en las tareas de campo.
- A los miles de pingüinos que soportaron mis molestias en todos los años de estudio.

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en la colonia de reproducción del Pingüino de Magallanes de Cabo Vírgenes, Provincia de Santa Cruz (52° 20' S, 68° 21' W), durante las temporadas reproductivas 1989/90, 1990/91 y 1991/92.

Se trabajó en seis zonas diferentes de la colonia y se realizó un seguimiento de aproximadamente 160 nidos activos por temporada. Los nidos fueron seguidos desde la postura de los huevos (octubre) hasta la independencia de los pichones (fines de enero).

Durante este estudio fueron anillados 300 adultos reproductivos y aproximadamente 1000 pichones independizados.

La colonia de Cabo Vírgenes presentó importantes diferencias en su ciclo reproductivo respecto de las colonias de la provincia del Chubut. En Cabo Vírgenes, la postura de los huevos se caracterizó por ser muy sincrónica y la fecha de su inicio muy poco variable entre años. El ciclo reproductivo se caracterizó por ser más corto respecto del descrito para la colonia de Punta Tombo.

El Pingüino de Magallanes, en la colonia de Cabo Vírgenes, sigue una ruta migratoria hacia el norte, y fue descartada una posible ruta hacia el sur.

La composición de la dieta fue muy diferente a la descrita hasta el momento para otras colonias más septentrionales, y se caracterizó por ser muy poco variable entre temporadas. Su presa principal, a lo largo de toda la temporada reproductiva, fue la sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*).

Durante toda la estación reproductiva los adultos se alimentaron muy cerca de la costa de la colonia y la duración del viaje de alimentación fue más corta que en la colonia de Punta Tombo para las

tres temporadas estudiadas. El recurso alimentario, en Cabo Vírgenes, mostró estar ubicado más cerca del área de nidificación y ser más predecible que en la colonia de Punta Tombo.

Durante las tres temporadas de estudio el éxito reproductivo fue altamente variable en Cabo Vírgenes. Esta variación respondería a condiciones climáticas extremas (bajas temperaturas, fuertes vientos e intensas lluvias) ocurridas durante el período de incubación y comienzo del período de cría de los pichones, y a una alta presión por depredación sobre los huevos por parte de la gaviota cocinera.

Las diferencias en la disponibilidad del alimento y en el tamaño poblacional (cantidad de adultos reproductivos) entre las colonias de Cabo Vírgenes y Punta Tombo determinarían diferencias en las tasas de crecimiento y en los pesos alcanzados por los pichones a la edad de la independencia. Estos resultados apoyan la hipótesis de Ashmole (1963, 1971), quien sugirió que, en áreas cercanas a la colonia, durante la estación reproductiva se produce una competencia por el alimento, que afecta negativamente el éxito reproductivo de las aves nidificantes. Del mismo modo se observaron diferencias en el patrón de asincronía en la eclosión de los huevos y su relación con la supervivencia de los pichones entre ambas colonias. Esto respondería a que los pingüinos, en ambas colonias, llevan a cabo distintas estrategias como consecuencia de las diferentes condiciones del recurso alimentario a las que están sujetas.

INTRODUCCION GENERAL

Las aves marinas son especies pelágicas que comparten una cantidad de atributos tales como: tasas de reproducción bajas, madurez sexual retrasada, períodos de desarrollo prolongados y una alta esperanza de vida. Los biólogos han explicado estas particulares historias de vida en función de las características del ambiente marino y la forma en que las aves marinas utilizan los recursos marinos (Ricklefs 1990).

Lack (1968), relacionó las adaptaciones de las aves marinas a las características del recurso alimentario. La distribución en parches y la impredecibilidad del alimento limitan su tasa de reproducción, a través de la distancia que deben recorrer desde las áreas de alimentación hasta las colonias de nidificación (Ashmole 1971).

Este estudio pretende estudiar la relación de distintos factores ambientales (disponibilidad del recurso, condiciones climáticas, etc) con los parámetros reproductivos del Pingüino de Magallanes, en especial el éxito reproductivo, en la colonia de nidificación de Cabo Vírgenes.

En el capítulo 1 se describe por primera vez el ciclo biológico de esta especie de pingüino en la colonia de Cabo Vírgenes y se discuten las posibles causas de las diferencias encontradas respecto de las colonias del norte, en particular con la colonia de Punta Tombo. Considerando que ambas colonias se encuentran ubicadas casi en los extremos opuestos de su distribución geográfica, las condiciones climáticas a las que están sujetas son diferentes, lo que indudablemente afecta su ciclo biológico anual.

En el capítulo 2 se analizan distintos aspectos de la ecología trófica del Pingüino de Magallanes. Por primera vez se estudia en forma intensiva la composición de la dieta, su variación estacional y anual, en la colonia de Cabo Vírgenes. En el mismo capítulo se lleva a cabo un estudio comparativo de las características del recurso alimentario y la forma en que es utilizado (duración del viaje y áreas de alimentación, calidad del alimento, etc) entre las colonias de Cabo Vírgenes y Punta Tombo.

En el capítulo 3 se discuten las posibles causas de la variación anual del éxito reproductivo en la colonia de Cabo Vírgenes. Se analizan tres factores diferentes:

- Cambios anuales en la disponibilidad del alimento.
- Variaciones anuales en el impacto por depredación.
- Ocurrencia de condiciones climáticas extremas.

Diferentes estudios han demostrado, que estos tres factores pueden ser determinantes del éxito reproductivo en distintas especies de aves marinas (Boersma 1976, 1978, Boersma *et al.* 1990, Burger 1982, Fisher 1971, Potts *et al.* 1980, Southern *et al.* 1985).

En este capítulo se analizan los cambios anuales en aquellos parámetros reproductivos que están fuertemente relacionados con la disponibilidad del alimento, como así también el número de huevos y pichones perdidos por depredación o por fenómenos climáticas.

Finalmente en el capítulo 4 se lleva a cabo un estudio comparativo sobre diferentes aspectos de la ecología reproductiva del Pingüino de Magallanes en las colonias de Cabo Vírgenes y Punta Tombo.

Ashmole (1971), sostuvo que las aves marinas son capaces de reducir localmente la abundancia del recurso alimentario en las cercanías de la colonia de nidificación, generándose una competencia intraespecífica que determina un costo sobre el éxito reproductivo. A partir de esta hipótesis, se espera encontrar una relación inversa entre el tamaño de

las colonias y la magnitud de los parámetros reproductivos relacionados directamente con el alimento (Gaston *et al.* 1983, Furness y Birkhead 1984).

Cabo Vírgenes y Punta Tombo, presentan diferencias en sus tamaños poblacionales (número de individuos reproductivos) como así también en las características de su recurso alimentario (predictibilidad y localización).

En este capítulo se analizan las diferencias en algunos parámetros y estrategias reproductivas entre ambas colonias de nidificación, en relación a la hipótesis propuesta por Ashmole (1971).

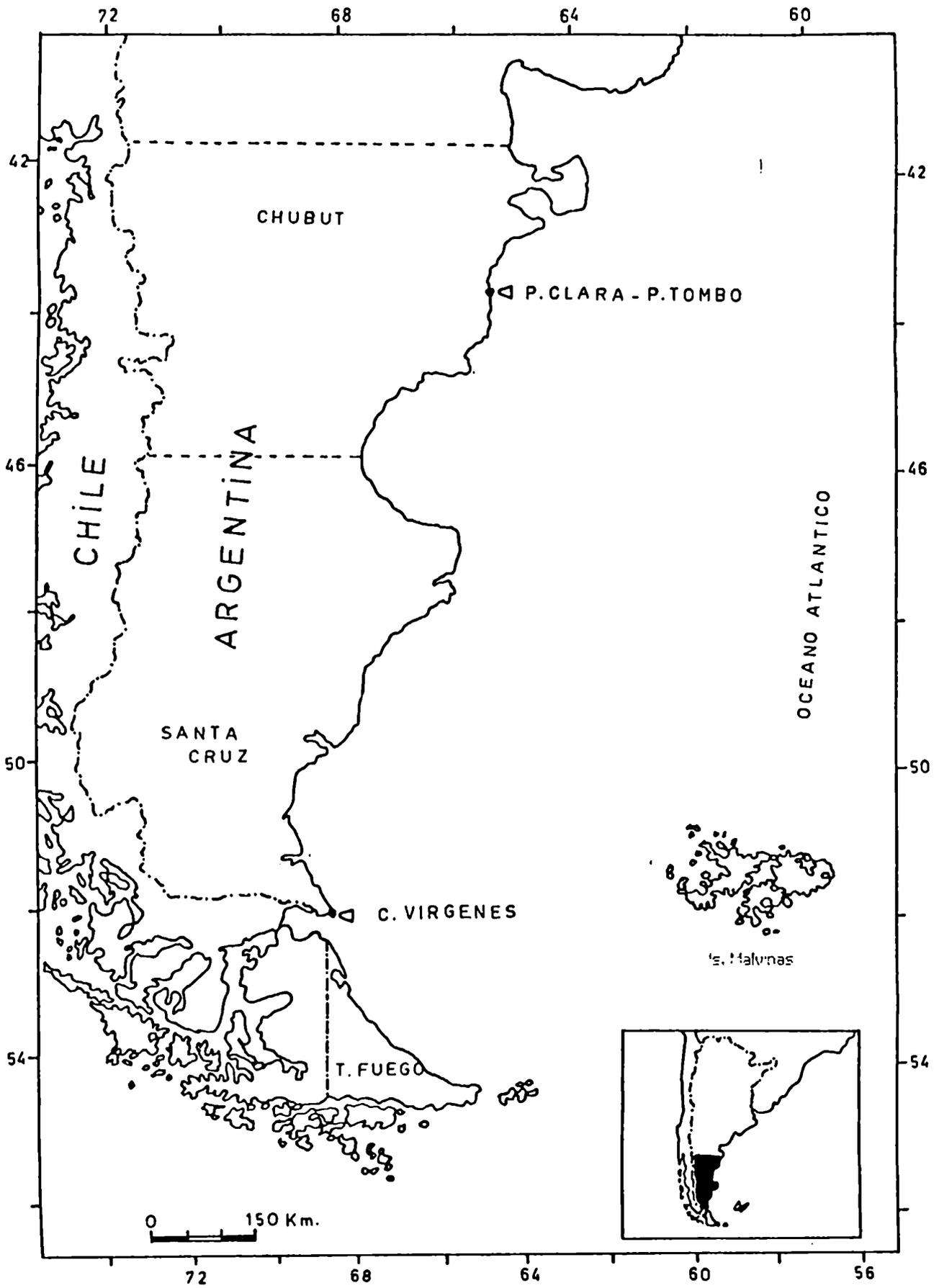
CAPITULO 1:

**ASPECTOS PARTICULARES DE LA BIOLOGIA
REPRODUCTIVA DEL PINGUINO DE
MAGALLANES (SPHENISCUS MAGELLANICUS)
EN LA COLONIA DE NIDIFICACION DE
CABO VIRGENES**

1.1 INTRODUCCION

El Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) nidifica a lo largo de la costa Atlántica en un amplio rango de latitudes. Sus colonias reproductivas se extienden desde el norte de la Península de Valdes hasta el sur en el Cabo de Hornos.

Diversos autores han publicado sobre distintos aspectos de la biología reproductiva del Pingüino de Magallanes, pero todos ellos han trabajado en las colonias de la Provincia de Chubut (Daciuk 1976a, 1976b, Badano *et al.* 1982, Conway 1971, Gochfeld 1980, Scolaro 1978, 1980, 1984, Scolaro *et al.* 1979, 1980, 1981, 1983, Rodríguez 1983, Capurro *et al.* 1988, Boersma *et al.* 1990). La información disponible sobre las colonias del Pingüino de Magallanes en la Provincia de Santa Cruz es escasa, pese a que en ella se encuentra alrededor del 40 % de la población de Pingüinos reproductivos de la República Argentina (Gandini 1993). En Santa Cruz existen hasta el momento 14 colonias de nidificación de esta especie, las que en su mayoría, presentan grandes diferencias fisonómicas y ambientales. Considerando el número de individuos reproductivos nidificantes, la colonia de Cabo Vírgenes es la más importante de la Provincia y la segunda del país (Gandini 1993). La colonia de Punta Tombo (44° 02' Sur 65° 10' W), ubicada en la Provincia de Chubut (Fig. 1.1), es la colonia más grande, tanto en extensión como en cantidad de animales reproductivos. Ambas colonias son consideradas de vital importancia para la conservación de esta especie de pingüino, ya que dichas colonias monopolizan aproximadamente el 60 % de la población total de Pingüino de Magallanes en la Argentina (Gandini 1993).



Scolaro (1984) y Boersma *et al.* (1990) mencionaron la existencia de oscilaciones anuales en el ciclo biológico relacionados con factores climáticos locales u de otra índole. En ningún caso se hizo mención a las variaciones latitudinales del ciclo biológico, que podrían responder a diferencias ambientales de distinto origen, y de la respuesta de los individuos a estas diferencias.

El objetivo de este capítulo fue estudiar la biología reproductiva de esta especie en Cabo Vírgenes, y en especial aquellos aspectos que presentaron diferencias con las colonias del norte, particularmente con la colonia de Punta Tombo, que ha sido el área más intensamente estudiada en los últimos años.

1.2 ESPECIE DE ESTUDIO: EL PINGÜINO DE MAGALLANES

El Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*) es la única especie de pingüino que nidifica en el territorio continental argentino. Durante la primavera y el verano se encuentra en tierra, donde anualmente se reproduce y muda su plumaje. Los pingüinos del género *Spheniscus* nidifican en zonas tropicales y templadas y construyen sus nidos en sitios protegidos (Frost *et al.* 1976, Stokes y Boersma 1991).

Los machos son los primeros en arribar a las colonias de nidificación, ocupando y defendiendo sus nidos hasta la llegada de las hembras, que ocurre varios días después. Es una especie monógama en la que el cuidado parental es compartido por ambos padres. El tamaño de la nidada es de 2 huevos, los cuales son incubados por ambos padres que realizan turnos de duración variable a través de relevos sincronizados (Scolaro 1978, Yorio 1991). Durante estos turnos, los padres no abandonan el nido por lo que están sometidos a un prolongado ayuno.

La eclosión de ambos huevos no es simultánea sino que existe un intervalo de tiempo entre el nacimiento de los dos pichones.

Los huevos y pichones de esta especie pueden ser depredados por la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*), el skua (*Catharacta antarctica*), el armadillo (*Chaetophractus villosus*) y el zorro gris (*Dusicyon griseus*). Por otro lado los adultos pueden ser depredados por el petrel gigante (*Macronectes giganteus*) y también posiblemente por el lobo marino de un pelo (*Otaria flavescens*) y la orca (*Orcinus orca*); (Conway 1971, Boswall y Prytherch 1972, Rodriguez 1983, Scolaro 1985).

La alimentación de los pichones se produce por regurgitación y las crías comen directamente de la boca de sus padres (Ver foto 1.1).

Una vez finalizado el período de cría, momento en el que los pichones alcanzaron un peso y tamaño considerable y mudaron completamente el plumón con que nacieron, emprenden la migración independizándose de sus padres. Posteriormente los padres comienzan el proceso anual de muda de su plumaje y una vez finalizado, ellos también emprenden su etapa migratoria.

1.3 AREA DE ESTUDIO: Colonia de nidificación de Cabo Vírgenes

Esta colonia se encuentra ubicada en el extremo sur del Continente Americano entre el Cabo Vírgenes y la Punta Dungeness (52° 20' Sur, 68° 21' W) a 139 kilómetros de la ciudad de Río Gallegos (Fig. 1.1).

El promedio anual de precipitaciones es de 249 mm, pudiendo registrarse nevadas durante la estación reproductiva. La temperatura media anual es de 6.2 °C, siendo muy comunes las temperaturas bajo cero durante la primavera y el verano. El área está sujeta a vientos muy fuertes, con un promedio de 23 kms/hr y las ráfagas pueden alcanzar hasta 150 km/hr (Servicio de Hidrografía Naval, com.pers.).

El suelo es arcilloso, lo que con frecuencia provoca pequeños anegamientos.



Foto 1.1: Pingüino adulto alimentando a sus pichones

La colonia se encuentra ubicada en forma casi equidistante de Cabo Vírgenes y la Punta Dungeness y abarca un bajo subdividido por barras costeras de canto rodado. El área de nidificación ocupa una superficie de 47,2 hectáreas y la vegetación predominante es la "mata verde" (*Lepidophyllum cupressiforme*) que es, prácticamente el único arbusto que el pingüino utiliza para nidificar (Fig. 1.2 y Foto 1.2).

Esta colonia alberga aproximadamente 180.000 individuos reproductivos que se reproducen cada año, más un número muy difícil de estimar de individuos juveniles y subadultos que arriban a la zona entre diciembre y enero y no ocupan nido alguno (Gandini 1993).

La pingüinera y un importante área circundante fue declarada Reserva Natural por la Provincia de Santa Cruz en 1986, aunque hasta el momento no fue implementada como tal y, por ende, no existe un control muy estricto en la zona.

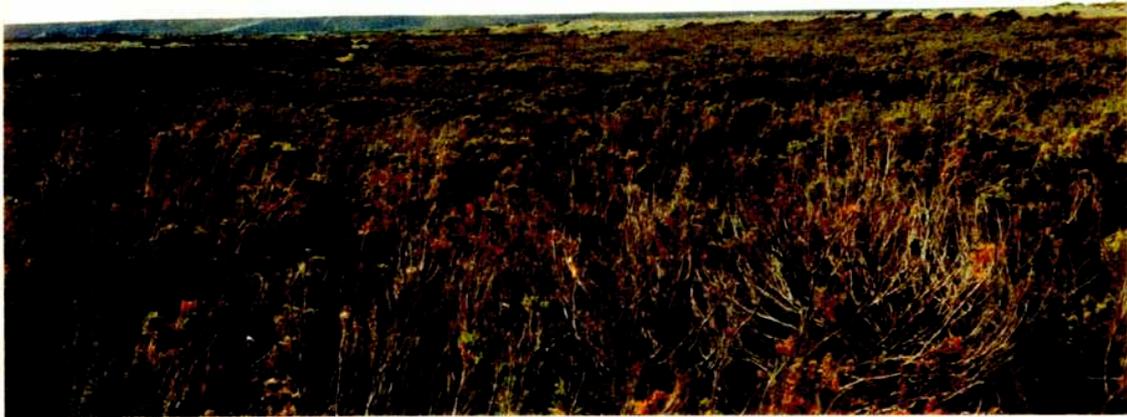
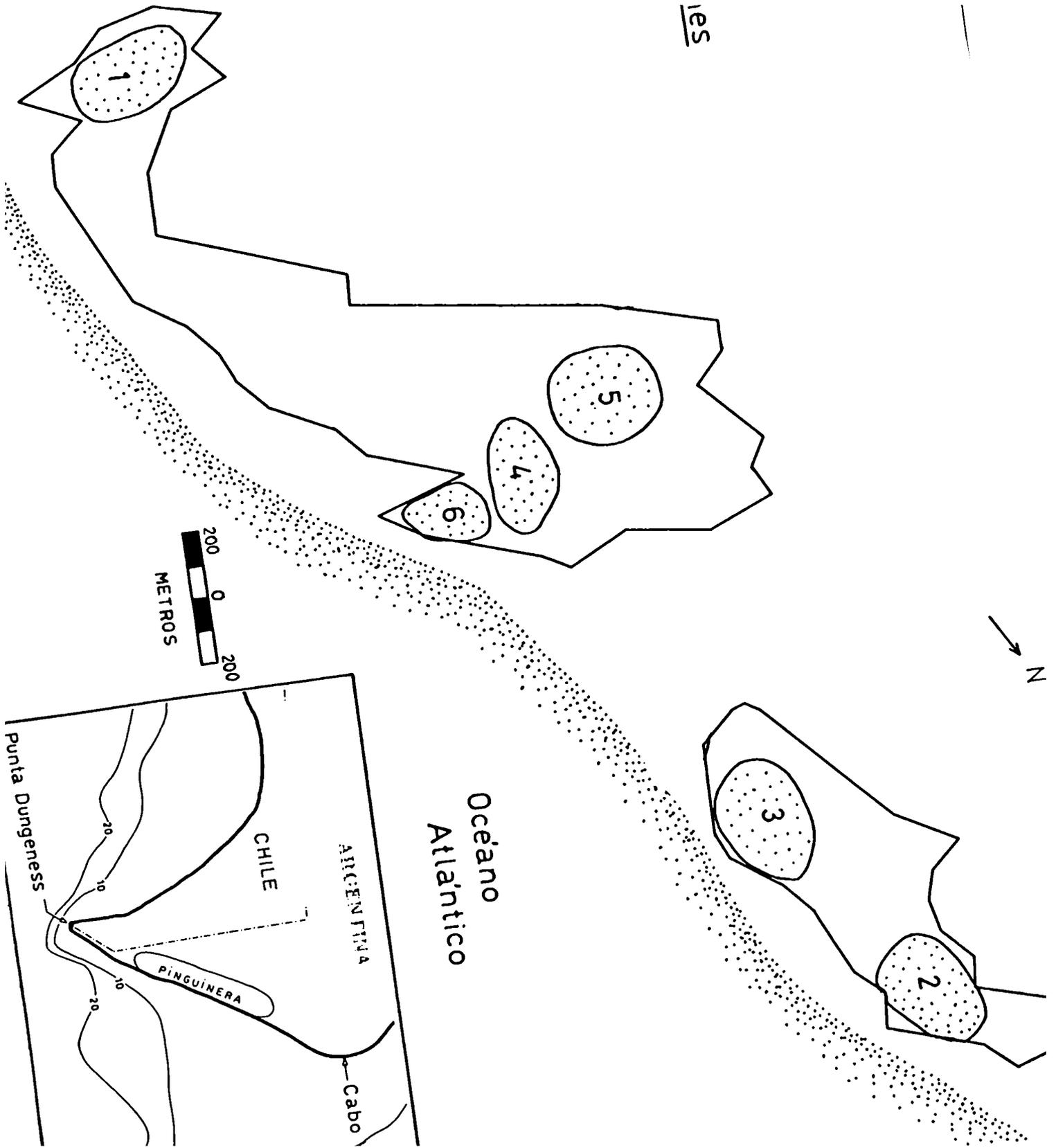


Foto 1.2: Vista parcial de la colonia de Cabo Vírgenes

ies



1.4 MATERIALES Y METODOS

1.4.1 Colección de datos en la colonia de Cabo Vírgenes

El trabajo en el campo abarca 3 estaciones reproductivas (1989/90, 1990/91 y 1991/92), durante cada una de las cuales se permaneció en el área un total de 3 meses, desde fines de septiembre hasta fines de enero o principios de febrero. Se trabajó dentro de la colonia en 6 zonas de estudio que presentaban diferentes características (Ver Gandini 1993), de manera que el estudio fuera lo más representativo del total de la colonia (Fig. 1.2).

En la estación 1989/90 se ubicaron al azar 10 parcelas de 100 m², donde se censaron todos los nidos activos (nidos con huevos) y nidos inactivos (nidos sin huevos). Este muestreo se repitió durante las estaciones 1990/91 y 1991/92. Cabe señalar que las 10 parcelas fueron exactamente las mismas durante los tres años y que el censo se realizó, en todas las temporadas, una vez finalizada la postura. Paralelamente, en 1989/90 se tomó un número adicional de parcelas, haciendo un total de 30.

Por otro lado en cada una de las zonas de estudio se eligieron entre 25 y 30 nidos que contuvieran una pareja reproductiva, la cual hubiera puesto al menos un huevo (para más detalle ver Gandini 1993). La muestra de nidos para toda la colonia fue de 153 nidos para la estación 1989/90, 157 para 1990/91 y 158 para 1991/92.

Los nidos de estudio fueron seguidos durante toda la temporada desde la formación de la pareja hasta la independencia de los pichones, salvo durante la primera estación (1989/90), que se comenzó a trabajar una vez ya empezada la postura de huevos.

Cada uno de los nidos de estudio fue marcado con 2 cintas, una de color fosforescente ubicada en la parte superior del arbusto que cubre al nido y otra más resistente en la parte inferior de la mata. Durante la primera estación ambos miembros de la pareja fueron anillados en la aleta izquierda con un anillo numerado de metal resistente a la corrosión del agua de mar. De cada individuo adulto anillado se obtuvieron las siguientes medidas:

- Largo del pico. (LP)
- Ancho del pico a la altura de las narinas. (AP)
- Largo de la aleta (izquierda), desde el codo hasta la extremidad inferior. (LA)
- Largo de la pata (izquierda). (LF)
- Peso corporal. (PC)

El sexo de cada uno de estos individuos fue determinado por observación directa de la cloaca luego de completada la postura de los huevos, fecha en la que las hembras son fácilmente reconocibles por poseer la cloaca dilatada (Boersma y Davies 1987 y Gandini *et al.* 1992). Las medidas del pico fueron tomadas con un calibre con una aproximación de 0.1 mm y las medidas de la aleta y pata con una regla con una aproximación de 1 mm. Para los pesos se utilizaron balanzas de resorte de 6 y 12 kilos con un error de 50 g.

Si bien el estado de la cloaca es un buen parámetro para sexar estos animales, sólo es utilizable durante unos pocos días luego de finalizada la postura de los huevos. Por esta razón se tomaron dichas medidas morfológicas de los adultos para encontrar aquellos valores que permitieran determinar el sexo de los individuos durante toda la estación de reproducción, tal como fue hecho para la colonia de Punta Tombo (Scolaro *et al.* 1983). Se utilizó para ello una técnica multivariada de análisis discriminante del programa BMDP (Dixon 1975).

Durante el período de postura de los huevos se realizaron controles diarios de los nidos, a los efectos de poder detectar el día exacto de postura y el intervalo de tiempo transcurrido entre la postura de ambos huevos. A cada uno de ellos se lo identificó con un número que representaba el nido al cual pertenecía y el orden de postura (1° o 2° huevo), utilizando un marcador indeleble. A cada huevo se le midió el largo (L) y el ancho máximo (A) y se calculó un índice volumétrico ($L * A^2$), que resulta un excelente estimador del peso del huevo al momento de la postura (Boersma *et al.* 1990).

Durante el período de eclosión los controles fueron diarios, registrándose el día de nacimiento de cada uno de los pichones y el intervalo de tiempo transcurrido entre el nacimiento del primer y segundo pichón. Para identificar a cada uno de ellos se utilizó una cinta adhesiva, que fue numerada y colocada en la aleta izquierda. Posteriormente una vez que el pichón alcanzó un peso y tamaño considerable (aproximadamente el 10 de enero), se les colocó un anillo metálico en la aleta izquierda, igual al utilizado para los adultos. Estos anillos, además del número identificatorio, llevan inscriptos la dirección del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Buenos Aires, permitiendo a aquellas personas que encontraran un individuo muerto anillado enviarlo a dicha dirección. Esto permitió obtener importante información para el estudio de la migración de esta especie.

Cabe destacar que durante temporadas reproductivas previas se anillaron aproximadamente 1000 pichones volantones, poco tiempo antes que estos emprendieran su migración, durante los últimos días de enero.

1.4.2 Colección de datos de la colonia de reproducción de Punta Tombo

Los datos obtenidos en la colonia de Punta Tombo fueron tomados por la Dra Dee Boersma y su grupo de investigación quienes utilizaron

materiales similares y los mismos métodos arriba descritos (Ver Boersma *et al.* 1990). Otros datos sobre esta colonia de reproducción fueron recogidos de la bibliografía.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Densidades medias en Cabo Vírgenes

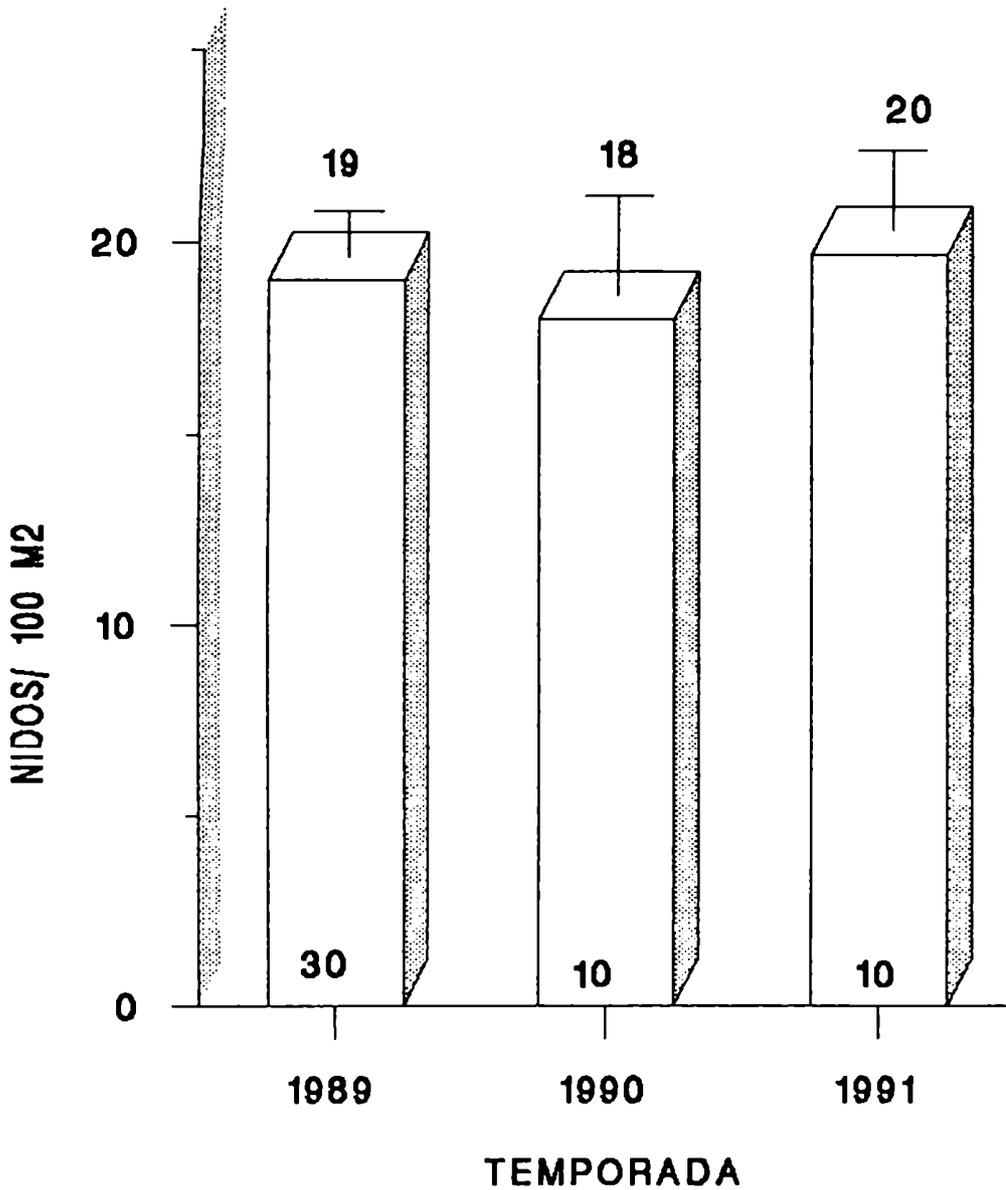
Se estimó la densidad media de nidos activos considerando 30 parcelas tomadas en la temporada 1989/90, 10 en la temporada 1990/91 y 10 en la temporada 1991/92, no encontrándose diferencias significativas entre años (Anova-F= 0.101; g.l= 2, 47; P= 0.9) (Fig. 1.3). Cuando se comparó la densidad media de nidos activos entre temporadas reproductivas, considerando solamente las mismas 10 parcelas, tampoco se encontraron diferencias significativas (Anova-F= 0.39; g.l= 2, 27; P= 0.68) (Fig. 1.4).

Conociendo la superficie total de la colonia (47,2 has.) y la densidad media de nidos, obtenida en la temporada 1991/92, se calculó el número total de parejas reproductivas en 92984 ± 9732 . Esta misma estimación se realizó en la temporada 1986/87 y se obtuvo un total de 96.531 parejas reproductivas (Gandini 1993). Esta estimación realizada cinco años antes, no difiere significativamente de la realizada en este trabajo. El perímetro de la colonia fue recorrido durante ambas temporadas, observándose que el mismo permaneció constante.

El porcentaje de ocupación de nidos (nidos activos/nidos totales) fue similar para todos los años siendo del 51 % para 1989/90, 52 % para 1990/91 y 45 % para 1991/92 (Kruskal-Wallis Test= 1.932; N₈₉= 30, N₉₀= 10 y N₉₁= 10; P< 0,01).

FIG: 1.3

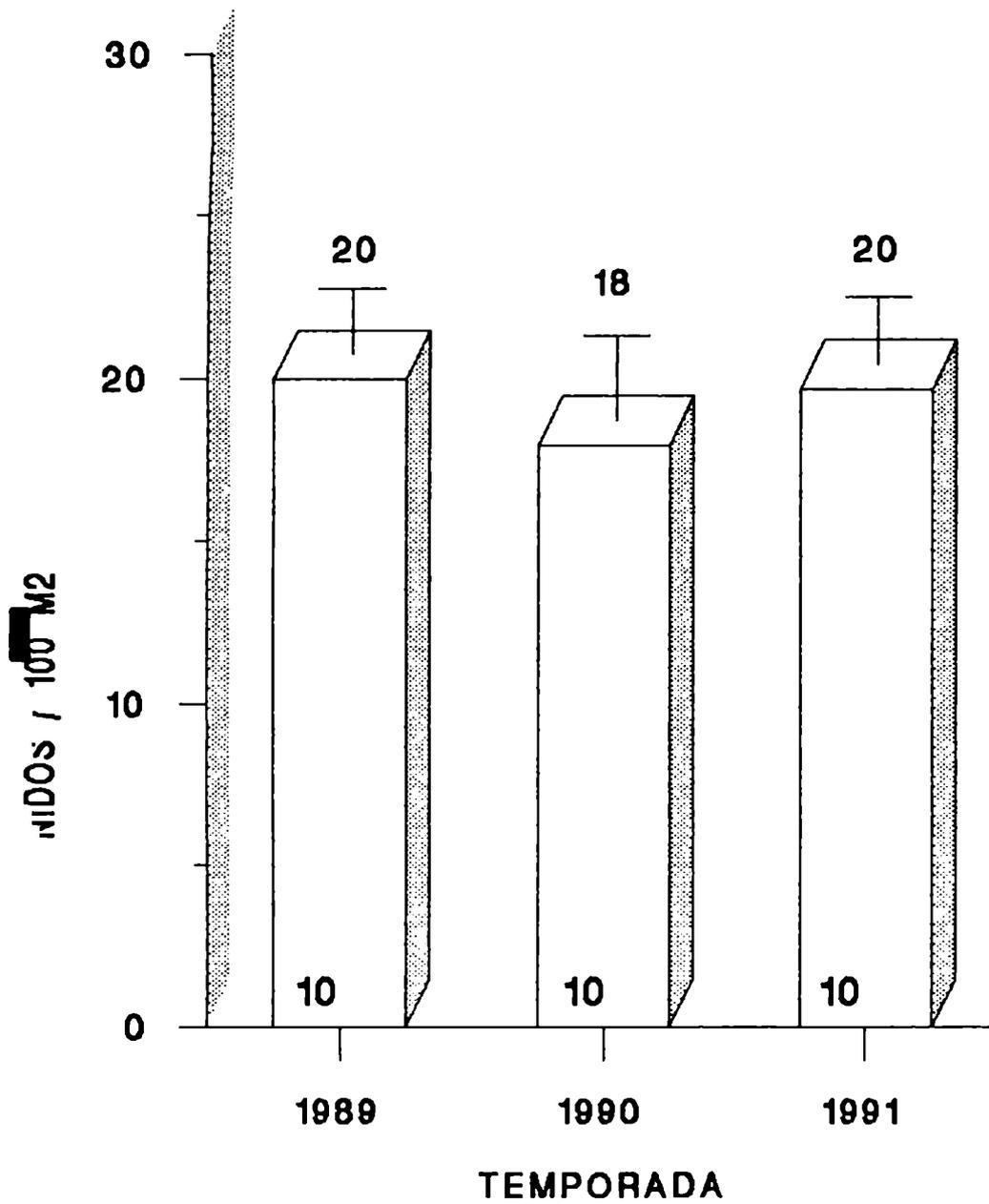
DENSIDAD DE NIDOS ACTIVOS Y SU ERROR ESTANDAR PARA EL TOTAL DE PARCELAS



El número de parcelas censadas se indica dentro de las barras

FIG: 1.4

DENSIDAD DE NIDOS ACTIVOS PARA LAS MISMAS 10 PARCELAS CENSADAS EN LAS TRES TEMPORADAS



El número de parcelas censadas se indica dentro de las barras

1.5.2 Fecha de postura y volumen de los huevos

La postura de huevos comenzó el 2 de octubre y finalizó el 24 de octubre en 1990, mientras que en 1991, la postura se inició el 3 de octubre y finalizó el 26 de octubre. La mediana de la fecha de postura, para ambas temporadas, fue el 16 de octubre (Figs: 1.5 y 1.6). Contrariamente a estos resultados, Boersma *et al.* (1990) encontraron para la colonia de Punta Tombo una variación importante en la fecha de inicio y en la mediana de la postura de los huevos entre diferentes años. Por otro lado se observó que en Punta Tombo el período de postura comienza aproximadamente entre 2 y 9 días antes que en Cabo Vírgenes. Boersma *et al.* (1990), encontraron una alta sincronización en la postura de los huevos, similar a la observada en este trabajo.

El volumen de los huevos, difirió significativamente entre años (Fig.1.7) (Anova $F= 20.21$, $g.l= 2$, 789 , $P= 0.001$). Sin embargo, sólo durante la temporada 1990/91 el volumen del primer huevo superó en volumen al segundo, mientras que en 1989/90 y 1991/92 no difirieron significativamente (Tabla 1.1).

Comparando los volúmenes para ambos huevos, obtenidos en Cabo Vírgenes en 1989/90, con los de Punta Tombo en 1988/89 se observa una marcada diferencia ($t= 2.2$; $g.l= 514$; $P < 0.05$). Los valores medios obtenidos se dan a continuación:

Colonia	Volumen (cm ³)	desv. estand.	N
Cabo Vírgenes	226.9	17.4	280
Punta Tombo	230.4	18.9	236

FIG: 1.5

FECHA DE POSTURA DE LOS HUEVOS EN CABO
VÍRGENES, TEMPORADA 1990-1991

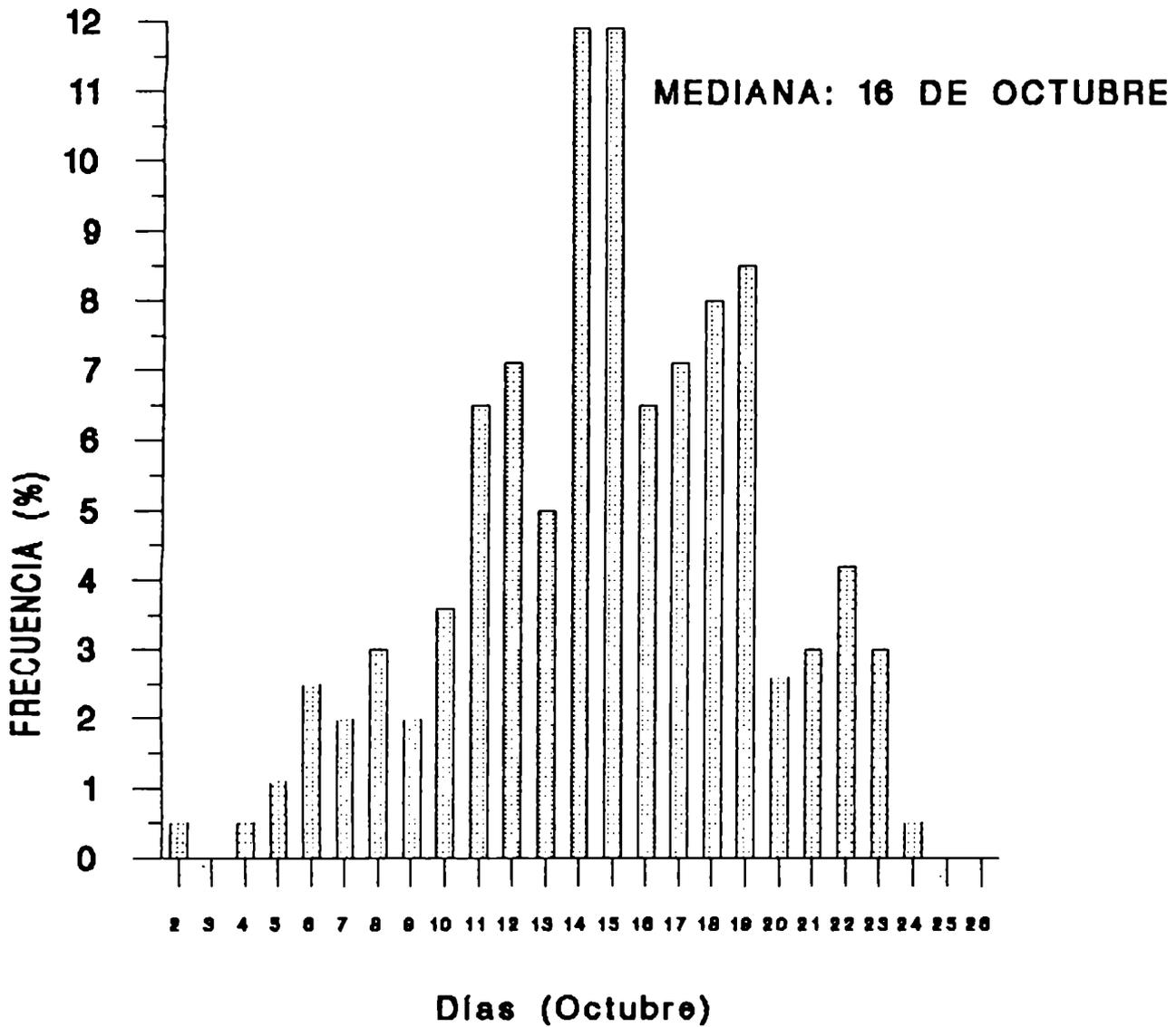


FIG: 1.6

FECHA DE POSTURA DE LOS HUEVOS EN CABO
VÍRGENES, TEMPORADA 1991-1992

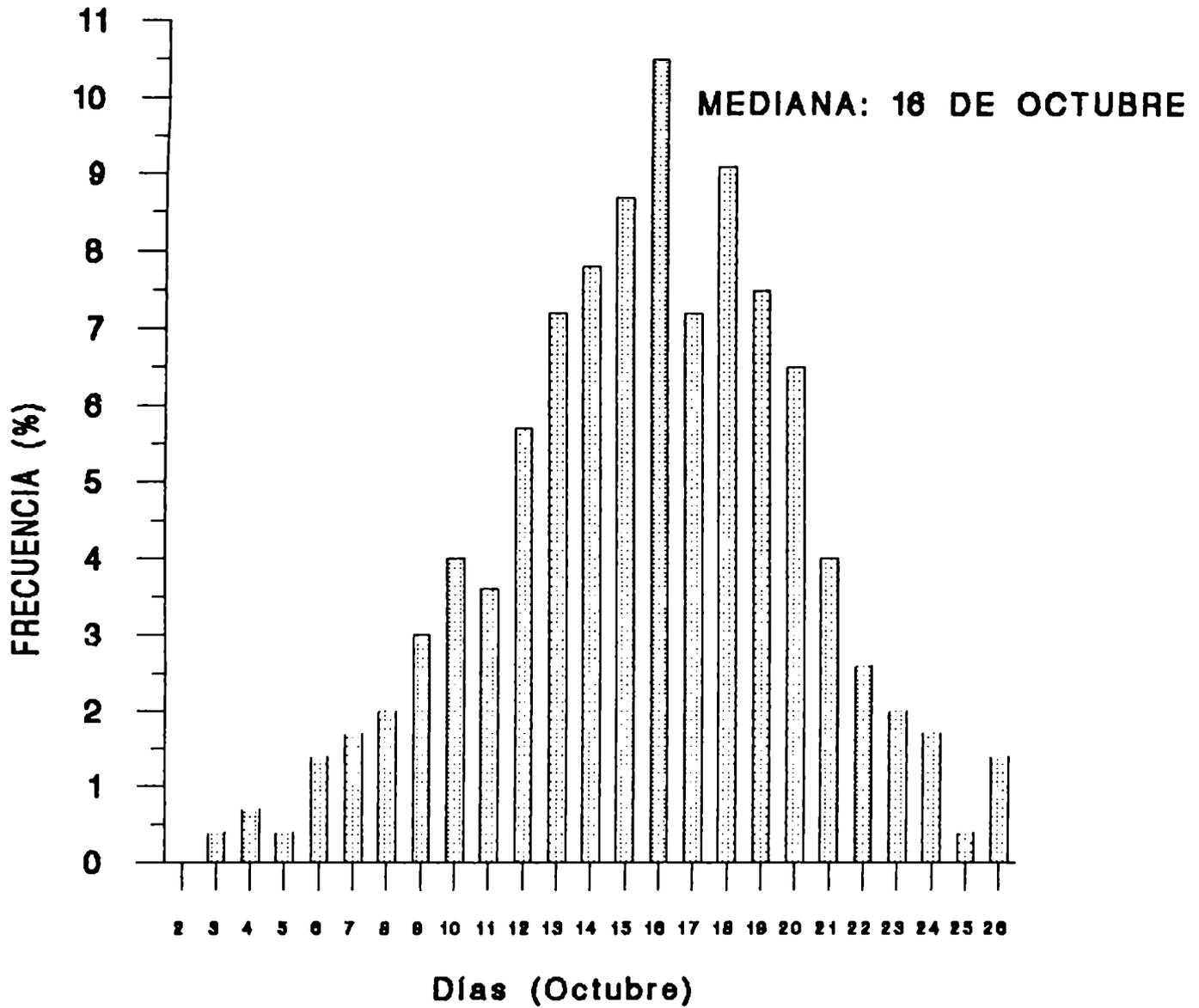
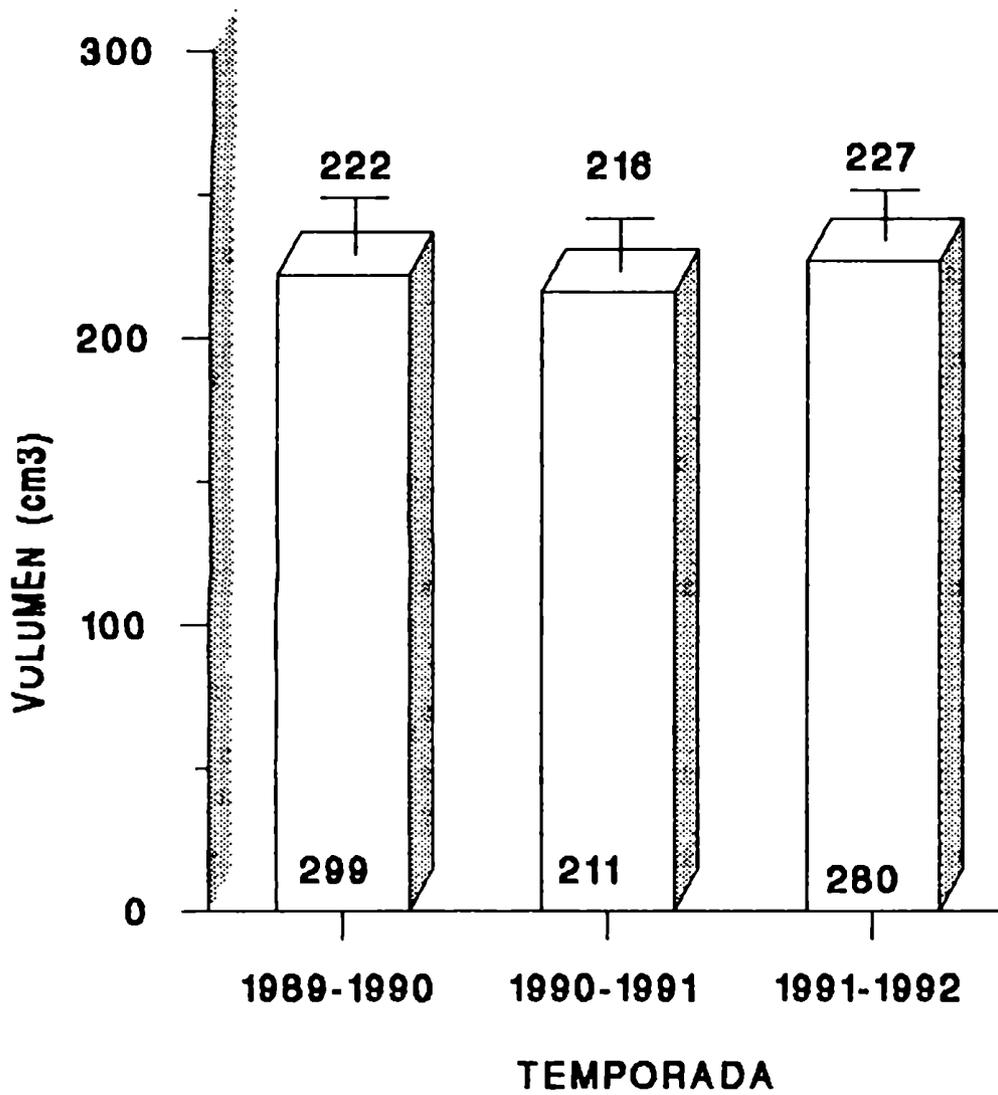


FIG: 1.7

VOLUMEN PROMEDIO (cm³) DE LOS HUEVOS Y SU DESVIACION ESTANDAR EN LAS TRES TEMPORADAS DE ESTUDIO



El número de huevos medidos en cada temporada se incluye dentro de las barras

TABLA: 1.1

**VOLUMEN (cm³) DEL PRIMER Y SEGUNDO HUEVO
EN LA COLONIA DE CABO VÍRGENES**

TEMPORADA	1989-1990	1990-1991	1991-1992
	X ± DS	X ± DS	X ± DS
HUEVO 1	224 ± 19.1 *	218 ± 18.8 **	227 ± 17.8 ***
N	152	127	153
HUEVO 2	219 ± 20.3 *	212 ± 17.5 **	225.7 ± 16.8 ***
N	147	84	127

* NS (t = 1.90, GL = 297 P > 0.05)

** S (t = 2.523, GL = 209 P < 0.01)

*** NS (t = 1.056, GL = 278 P > 0.05)

1.5.3 Período de incubación

En Cabo Vírgenes, durante 1990/91 y 1991/92 la duración del período de incubación de los huevos, definido como el número de días transcurridos entre la postura del huevo y la eclosión del mismo, no presentó variaciones entre años (Huevo 1: $t= 0.66$, $g.l= 115$, $P> 0.05$; Huevo 2: $t= 1.9$, $g.l= 115$, $P>0.05$). Sin embargo en ambas temporadas el período de incubación del 1er huevo fue significativamente más prolongado respecto del 2do (1990: $t= 3.76$, $g.l= 38$, $P< 0.001$; 1991: $t= 12.5$, $g.l= 192$, $P<0.001$), (Tabla 1.2).

En las mismas temporadas datos obtenidos en Punta Tombo (Boersma, datos no publicados) muestran que el período de incubación de los huevos fue significativamente más corto respecto de Cabo Vírgenes (Tabla 1.2).

1.5.4 Fecha de eclosión de los huevos

En Cabo Vírgenes, la eclosión comenzó el 13 de octubre para ambas temporadas reproductivas, pero finalizó el 6 de diciembre en 1991/92, dos días después que en la temporada previa (Figs. 1.8 y 1.9). La mediana de la fecha de eclosión fue el 25 de noviembre y coincidió en ambas (Figs. 1.8 y 1.9). Es interesante remarcar que en un intervalo de 22 a 24 días nacieron todos los pichones en la colonia de Cabo Vírgenes, lo que refleja una altísima sincronización.

En la mayoría de los casos, el primer huevo en eclosionar, fue aquél que había sido puesto en primer lugar y con un intervalo de días variable nació el segundo pichón. Este intervalo de eclosión fue en promedio para todos los años de 1,50 días, con un rango de 0 a 4 días.

TABLA : 1.2

DURACION DEL PERIODO DE INCUBACION (días)

	TEMPORADA	CABO VIRGENES	N	PUNTA TOMBO	N
		X ± DS		X ± DS	
HUEVO 1	1990-1991	42.25 ± 2.0 *	2	40.19 ± 1.09 *	92
	1991-1992	42.0 ± 1.45 **	97	40.6 ± 0.97 **	40
HUEVO 2	1990-1991	40.2 ± 1.4 ***	20	38.67 ± 0.89 ***	92
	1991-1992	39.61 ± 1.21 ****	97	38.73 ± 0.77 ****	40

* ANOVA F = 47.434, GL = 1, 110 P = 0.0001 (S)

** ANOVA F = 38.143, GL = 1, 135 P = 0.0001 (S)

*** ANOVA F = 40.821, GL = 1, 110 P = 0.0001 (S)

**** ANOVA F = 17.851, GL = 1, 135 P = 0.001 (S)

FIG: 1.8

FECHA DE ECLOSION DE LOS HUEVOS EN CABO VIRGENES, TEMPORADA 1990-1991

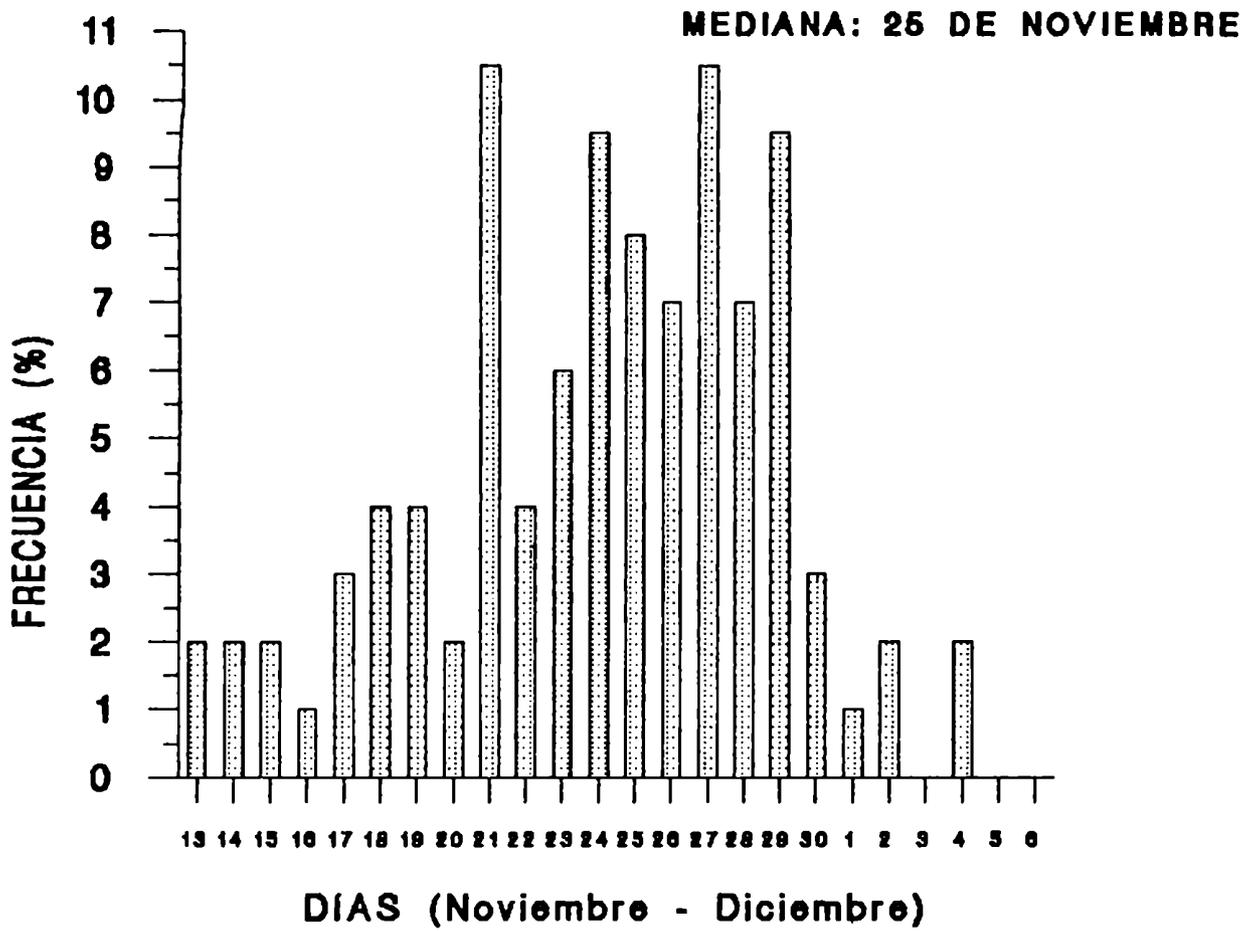
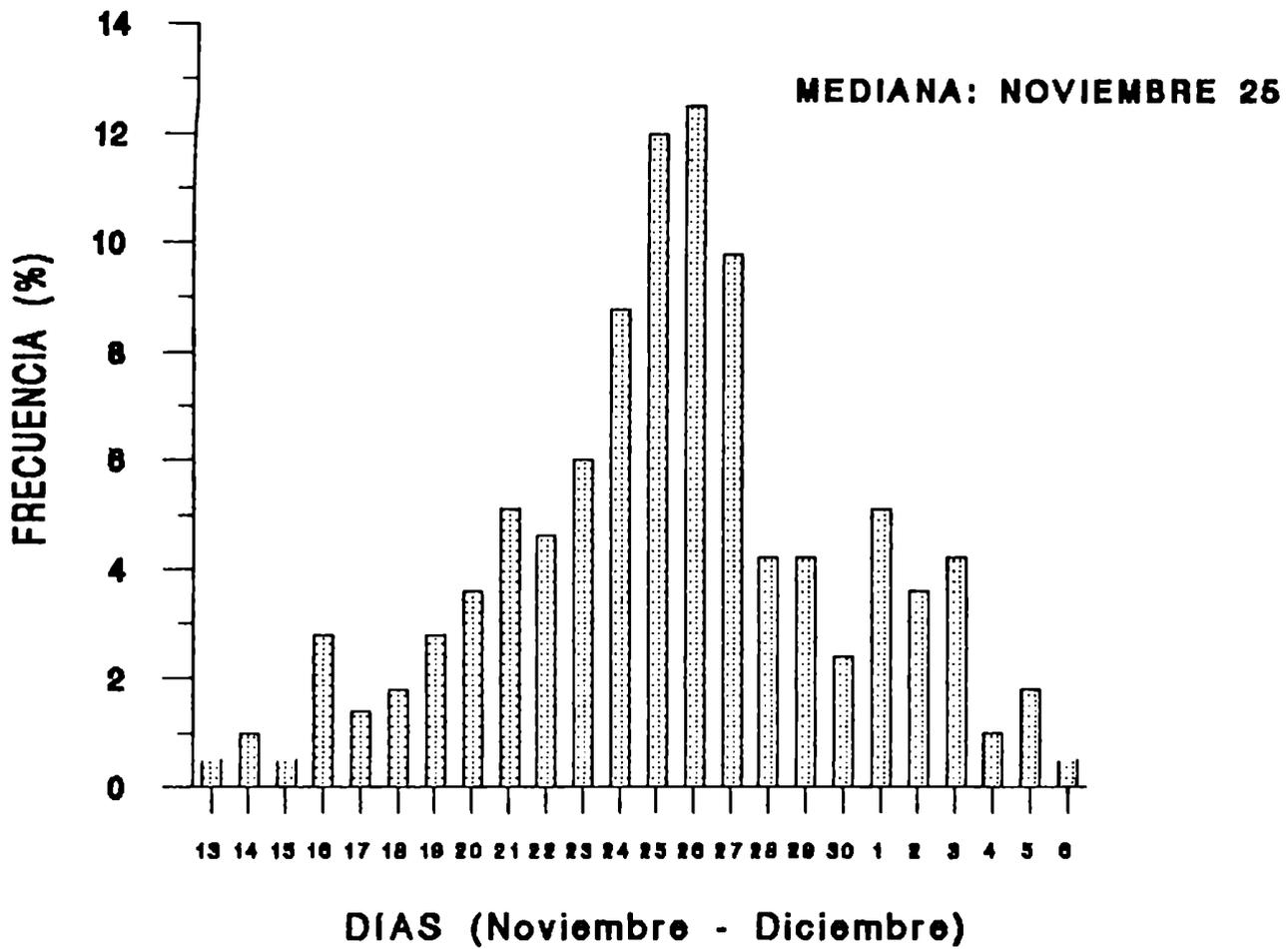


FIG: 1.9

FECHA DE ECLOSION DE LOS HUEVOS EN CABO VIRGENES, TEMPORADA 1991-1992



1.5.5 Cría de los pichones

El período de cría de los pichones se extiende desde el nacimiento hasta la independencia de los mismos. La partida de los pichones hacia el mar se lleva a cabo casi simultáneamente con la finalización de la muda de su plumaje, proceso que comienza luego de la tercer semana de enero y puede prolongarse hasta la primer semana de febrero. La duración del período de cría de los pichones fue en promedio de 69 días con un rango de 60 a 84 días, para todas las temporadas reproductivas estudiadas.

Scolaro (1984) encontró, para la colonia de Punta Tombo, que el período de cría de pichones duró en promedio 90 días (rango: 85 - 107 días), siendo sustancialmente más largo que para la colonia de Cabo Vírgenes.

1.5.6 Determinación del sexo de los adultos reproductivos

La tabla 1.3 resume los valores medios obtenidos para las cinco variables morfométricas medidas en todos los individuos reproductivos anillados durante la temporada 1989/90.

Al analizar las medidas morfométricas a través de un análisis discriminante se encontró que las variables que mejor discriminaron entre sexos fueron el ancho del pico (AP), el peso corporal (PC) y el largo del pico (LP). Se descartó el largo de la aleta (LA) y de la pata (LF).

VARIABLE	F	GL
AP	607,295	1 - 285
PC	345,422	2 - 284
LP	241,375	3 - 283
LA	NO DISCRIMINA	
LF	NO DISCRIMINA	

TABLA: 1.3

VALORES MEDIOS DE MEDIDAS MORFOMETRICAS DE
ADULTOS REPRODUCTIVOS EN CABO VÍRGENES

VARIABLE	HEMBRAS X ± DS (N = 144)	MACHOS X ± DS (N = 144)	GENERAL X ± DS (288)
AP (cm)	2.06 ± 0.12	2.40 ± 0.11	2.22 ± 0.11
LP (cm)	5.36 ± 0.25	5.77 ± 0.24	5.55 ± 0.25
LA (cm)	14.99 ± 0.73	15.74 ± 0.6	15.34 ± 0.67
LF (cm)	11.52 ± 0.56	12.3 ± 0.43	11.88 ± 0.5
PC (Kg)	3.24 ± 0.45	4.12 ± 0.44	3.65 ± 0.45

AP = ANCHO DE PICO

LP = LARGO DEL PICO

LF = LARGO DE PATA

LA = LARGO DE ALA

LA = LARGO DEL ALA

PC = PESO CORPORAL

Para las tres variables que discriminaron, se obtuvo un 94,2 % de los casos correctamente clasificados para las hembras y un 95,5 % para los machos. El análisis fue repetido considerando sólo el ancho del pico y se obtuvo un 96,1 % de casos correctamente clasificados para las hembras y un 93,2 % para los machos. Se calculó el valor límite para diferenciar entre sexos utilizando el ancho del pico, que fue de 2.23 cm. Teniendo en cuenta este valor, un individuo con ancho de pico (AP) mayor a 2.23 cm. puede ser considerado como macho y un individuo con un AP menor a 2.23 cm. como hembra, para la colonia de Cabo Vírgenes (Gandini *et al.* 1992).

Scolaro (1983) encontró que la misma medida (AP) fue la que discriminó mejor entre sexos, para la colonia de Punta Tombo. Sin embargo, el valor límite fue diferente (2.33 cm). Cuando se comparó los valores medios de las variables morfométricas entre ambas colonias (Ver Scolaro 1983 para los datos de Pta Tombo), se encontró que los individuos adultos de Cabo Vírgenes son significativamente más pequeños que los de Punta Tombo (AP $t = 5.57$ $P < 0.01$; LP $t = 2.545$ $P < 0.01$; LA $t = 2.617$ $P < 0.01$). La variable peso corporal fue descartada de la comparación por no haber sido tomada durante la misma etapa del ciclo reproductivo. El largo de la pata (LF) también fue descartado ya que fue medido con criterio diferente en ambas colonias (Ver Scolaro 1983).

1.5.7 Edad de la primera reproducción

Durante la temporada 1990/91 se encontró nidificando un único ejemplar de edad conocida en la colonia de Cabo Vírgenes, que había sido anillado como pichón en enero de 1987. Este individuo correspondió a una hembra y su edad al momento del hallazgo fue de 4 años. Dicha hembra puso dos huevos que luego fueron depredados y durante las dos temporadas siguientes fue encontrada nidificando en el misma área.

TABLA: 1.4

LOCALIDADES DE RECUPERACION Y CAUSAS DE MORTALIDAD DE PINGÜINOS DE MAGALLANES ANILLADOS EN CABO VIRGENES

ANILLO #	LUGAR	LATITUD	CAUSA DE LA MUERTE
1	CALETA OLIVIA	46° 24'S 67° 30'W	INANICION ?
2	PUNTA TOMBO	44° 02'S 65° 11'W	INANICION ?
3	VIEDMA	40° 38'S 62° 57'W	EMPETROLAMIENTO
4	BARRA VELA	26° 34'S 48° 39'W	REDES DE PESCA
5	CHAMADA DE MANGU	23° 50'S 45° 10'W	INANICION ?
6	BARRA VELA	26° 34'S 48° 39'W	REDES DE PESCA
7	ISLA COMPRIDA	25° 01'S 47° 53'W	INANICION ?
8	SAN ANTONIO OESTE	40° 35'S 64° 52'W	EMPETROLADO
9	PUNTA LOBERÍA	44° 35'S 65° 22'W	EMPETROLADO
10	FLORIANOPOLIS	27° 30'S 48° 20'W	INANICION ?

1.6 DISCUSION

1.6.1 Densidad y Número de individuos reproductivos

La colonia de Cabo Vírgenes muestra una clara estabilidad en el número de parejas reproductivas en los últimos cinco años. La misma tendencia se observa para la densidad de nidos activos en los últimos tres años. Tampoco ha variado la proporción de nidos ocupados para nidificar respecto de los desocupados.

Desde el punto de vista de la conservación de esta especie esto tendría una marcada importancia, ya que en la colonia más grande de la especie (Punta Tombo) se ha detectado una importante reducción en los últimos cinco años (Boersma, datos no publicados).

Tomando en cuenta que Cabo Vírgenes es la segunda colonia en importancia, por su tamaño poblacional, y que el número de parejas nidificantes, en dicha colonia, ha permanecido estable, resulta prioritario proteger la colonia de Cabo Vírgenes a fin de evitar una posible disminución en los números poblacionales de esta especie en la Argentina.

1.6.2 Ciclo reproductivo

En Cabo Vírgenes, al igual que en otras colonias reproductivas de esta especie, se encontró una gran sincronización en los tiempos de postura y eclosión de los huevos.

Un aspecto particular fue que dichos tiempos no variaron entre temporadas reproductivas. La ubicación geográfica de esta colonia aparece como la explicación más probable, dado que a medida que aumenta

la latitud, disminuye el período con condiciones favorables para la reproducción de estas aves.

En Cabo Vírgenes, suelen producirse intensas nevadas durante la primavera, registrándose temperaturas muy bajas. Como resultado de estas bajas temperaturas los pingüinos tienen pocas posibilidades de adelantar su arribo a la colonia de nidificación, debido a que las condiciones climáticas a enfrentarse serían muy adversas.

Por otro lado, un retraso importante en su llegada retrasaría todo su ciclo de nidificación, el cual debe llevarse a cabo dentro de un período de tiempo muy acotado.

Por lo tanto, los pingüinos de Cabo Vírgenes tendrían un margen menor de tiempo para iniciar su temporada de reproducción respecto de aquellas colonias ubicadas a latitudes menores.

Podría utilizarse el mismo argumento para explicar la menor duración del período de cría de los pichones, respecto de Punta Tombo. Una vez que los pichones se independizan, los adultos deben reponer reservas energéticas en el mar para mudar su plumaje e iniciar la migración anual antes que comiencen nuevamente las bajas temperaturas.

Los adultos reproductivos en Cabo Vírgenes estarían forzados a completar su ciclo reproductivo en un período de tiempo más acotado y reducido respecto de las colonias del norte.

El hecho que el volumen de los huevos en esta colonia sea menor que en la colonia de Punta Tombo, puede responder simplemente al tamaño menor de los adultos reproductivos.

Estas diferencias en el tamaño corporal de los adultos de ambas colonias, también podría explicar las diferencias halladas en el valor umbral del ancho del pico, utilizado para diferenciar machos de hembras.

Lo que no es claro es precisamente la causa de las diferencia en tamaño de los individuos reproductivos entre ambas colonias. Los datos aquí presentados no son suficientes para llegar a una respuesta

satisfactoria, pero existen algunas evidencias que permiten generar y discutir algunas hipótesis.

Hipótesis 1: El tamaño menor de los adultos reproductivos en la colonia de Cabo Vírgenes se debe a que comienzan a reproducirse a edades más tempranas que los adultos en Punta Tombo.

Si esta hipótesis fuera cierta, los adultos deberían seguir creciendo después de alcanzado su plumaje adulto durante algunos años. Datos obtenidos de animales en cautiverio (de edad conocida) mostraron que pingüinos adultos incrementaron su tamaño corporal de un año a otro, aunque es importante destacar que dichos individuos adultos pertenecían a edades cortas (entre 2 y 4 años) (Frere y Gandini, datos no publicados).

Si bien, en Cabo Vírgenes, se contó con un solo individuo de edad conocida, la edad de la primera reproducción para este animal fue de cuatro años. Esto apoyaría la hipótesis aquí planteada ya que si se compara con la colonia de Punta Tombo, donde miles de pichones fueron anillados, sólo un bajísimo porcentaje de los pingüinos recapturados nidificando, correspondió a animales de 4 años de edad (Boersma, com. pers.).

Por otro lado, numerosos autores encontraron que en las aves marinas existe una relación directa entre la edad de los individuos adultos y el volumen de los huevos (Richadale 1949; Coulson y White 1958 y Coulson *et al.* 1969). Esto podría ser otra evidencia que sustente la hipótesis antes planteada dado que, como ya fue mencionado anteriormente, el volumen de los huevos en Cabo Vírgenes fue significativamente menor que en la colonia de Punta Tombo.

Hipótesis 2: El tamaño corporal menor de los adultos reproductivos de Cabo Virgenes respecto de los de Punta Tombo, se debe a que ambas colonias de nidificación corresponden a dos poblaciones diferentes.

Para testear esta hipótesis sería necesario realizar un estudio genético en ambas colonias, dado que no existen datos que confirmen la existencia de un aislamiento real (falta de flujo génico) entre ellas y, si existiera, no es posible estimar el tiempo transcurrido de este aislamiento.

Hasta el momento, individuos nacidos y anillados en una de las dos colonias nunca fueron hallados, nidificando en la otra colonia. Sin embargo, no sería improbable que esto ocurriese, dado que durante su migración los adultos de Cabo Vírgenes pasan frente a las costas de Chubut.

1.6.3 Migración

Por los datos aquí presentados queda demostrada una migración hacia el norte, alcanzando como límite más septentrional las costas del sur de Brasil. Individuos anillados en la colonia de Punta Tombo fueron recapturados, en todos los casos, en sitios al norte de dicha colonia de reproducción, durante la etapa migratoria (Boersma, en preparación). Sin embargo, Daciuk (1977), para pingüinos anillados en diferentes colonias de la costa, propuso la existencia de dos rutas migratorias, una hacia el norte y otra hacia el sur, aunque no presentaba evidencia sobre esta última dirección.

Los datos presentados en este trabajo, sumados a los de Boersma (ambos con un número mayor de individuos anillados), no confirman la ruta migratoria hacia el sur. La existencia de una ruta migratoria hacia el norte estaría de acuerdo con los movimientos estacionales hacia el norte realizados por varias especies de peces (Bellisio *et al.* 1979), las cuales conforman, mayoritariamente, la dieta del Pingüino de Magallanes (ver capítulo 2).

Por otro lado se obtuvo información directa de pescadores artesanales del sur del Brasil confirmandose que los pingüinos ingresan a alimentarse dentro de sus redes durante la pesca de calamar, anchoíta y merluza, quedando atrapados. La pesca artesanal de estas especies al sur del Brasil se lleva a cabo durante el invierno a una distancia muy corta de la costa. Por lo tanto, a estas latitudes, los pingüinos se alimentaron de las mismas presas que consumen durante su período reproductivo, en la época estival (Ver capítulo 2). Esto es una fuerte evidencia que muestra que el Pingüino de Magallanes realiza su migración simultáneamente con el movimiento de los cardúmenes de sus presas principales.

CAPITULO 2:

**ECOLOGIA TROFICA DEL PINGUINO DE
MAGALLANES EN LA COLONIA DE CABO
VIRGENES Y SU COMPARACION CON LAS
COLONIAS DEL CHUBUT.**

2.1 INTRODUCCION

En cualquier especie, el estudio de la ecología trófica es de vital importancia para el conocimiento de su dinámica, su manejo y su conservación. Las aves marinas, y en especial el Pingüino de Magallanes, no escapan a esta regla. Ellas obtienen su alimento del medio costero marino, el cual es complejo en muchos aspectos y aún poco conocido.

Las aves marinas tienen un amplio rango de distribución y han desarrollado una gran capacidad para explotar sus recursos alimenticios los cuales se encuentran distribuidos en parches. Varios autores han afirmado que muchos de los parámetros reproductivos de las aves marinas son buenos indicadores de la productividad y el estado de los recursos en el ecosistema marino (Boersma 1978, Boersma *et al.* 1980, Ricklefs *et al.* 1984, Schreiber y Schreiber 1984, Croxall *et al.* 1987).

Ashmole (1963, 1971), ha sugerido que las poblaciones de aves marinas son reguladas por el alimento especialmente durante su estación reproductiva. Por otro lado Lack (1954) postuló que el alimento es un factor primordial en la regulación de las poblaciones de aves marinas, durante el invierno, es decir, fuera de la estación reproductiva.

Las costas de Perú y Ecuador representan un excelente ejemplo de la relación existente entre la productividad marina, la disponibilidad de alimento y la reproducción en aves marinas. En esta zona ocurre regularmente el fenómeno oceanográfico llamado "El Niño", donde se produce una disminución muy abrupta de la productividad marina (Barber y Chavez 1983). Durante este fenómeno el éxito reproductivo de las poblaciones de aves marinas cae abruptamente, pudiendo en algunos casos, ser nulo (Boersma 1978, Schreiber y Schreiber 1984).

Ainley (1980), encuentra una relación muy estrecha entre la distribución de las aves marinas y las grandes áreas pesqueras. Ambas distribuciones se solapan principalmente en las zonas de afloramiento donde la productividad marina es muy elevada.

Furness (1984), ha estimado que las aves marinas en algunas áreas consumen entre el 20 y 30 % de la producción anual de peces pelágicos planteándose, una posible competencia entre las poblaciones de aves marinas y las pesquerías comerciales. Un claro ejemplo de ello es lo ocurrido en Sud Africa y Namibia donde las pesquerías comerciales produjeron una abrupta reducción de la Sardina Pilchard que produjo una disminución del 50 % en la población del Pingüino del Cabo (*Spheniscus demersus*) (Burger y Cooper 1984).

La disponibilidad de alimento, para las aves marinas, comprende dos componentes primordiales. Uno es la abundancia del recurso, que puede ser entendida como la cantidad de alimento por individuo, presente en el área de alimentación. El otro componente importante es la localización de la fuente de alimento, medida como la distancia de la fuente a la costa de la colonia de nidificación. Otro factor importante para las aves marinas, aunque no relacionado con la disponibilidad, es la calidad del alimento medido como el contenido de grasas del mismo (Harris y Hislop 1978; Heath y Randall 1985 y Van Heezik y Davis 1990)

Las aves marinas, para reproducirse exitosamente, dependen fuertemente de la fuente de alimento cercana a su colonia de nidificación (Ashmole 1971). Esto se observa especialmente en los pingüinos por ser no voladores y estar restringidos en su movilidad, por lo cual son muy sensibles a cambios en la disponibilidad del alimento (Boersma 1978, Hays 1986, Crawford 1987).

El estudio de la alimentación no comprende exclusivamente la composición de la dieta, sino también sus variaciones en el tiempo, técnicas y estrategias de alimentación, cantidades consumidas, calidad

del alimento en términos energéticos, distancias de alimentación, tiempo invertido en la búsqueda del alimento y las relaciones de todas estas variables con la abundancia y localización de las presas.

La información previa sobre estos temas en el Pingüino de Magallanes es escasa e incompleta. Por otro lado todos los trabajos realizados hasta el momento se han llevado a cabo en la Provincia de Chubut (Gosztonyi 1984, Scolaro y Badano 1986, Scolaro y Suburo 1991), a excepción de un trabajo muy general realizado a lo largo de la Costa Patagónica (Frere *et al.* 1988). Estudios realizados con anterioridad, sólo mencionan una lista de las posibles presas que componen la dieta de este pingüino, y se han realizado por observación directa durante el período de alimentación de los pichones (Boswall y MacIver 1975, Scolaro 1978).

Debido a su ubicación geográfica, las condiciones climáticas y oceanográficas de la colonia de Cabo Vírgenes son muy diferentes a las descritas para la provincia de Chubut. También serían diferentes las especies que integran la dieta del Pingüino de Magallanes en ambas localidades. Este es un punto importante, ya que es muy poco lo que se conoce de la provincia de Santa Cruz sobre dichos temas y el conocimiento que se tiene acerca del estado y distribución de las especies que habitan estas aguas, es escaso. Por otro lado, la actividad pesquera en las aguas circundantes a Cabo Vírgenes es prácticamente inexistente, a diferencia de lo que ocurre en Chubut.

El objetivo de este capítulo es obtener un conocimiento preliminar de la ecología trófica del Pingüino de Magallanes durante la estación reproductiva en Cabo Vírgenes y analizar las diferencias respecto de las colonias más septentrionales. A dichos efectos se presentarán hipótesis acerca de las causas asociadas a estas diferencias, en relación con la distribución y abundancia de las especies presas.

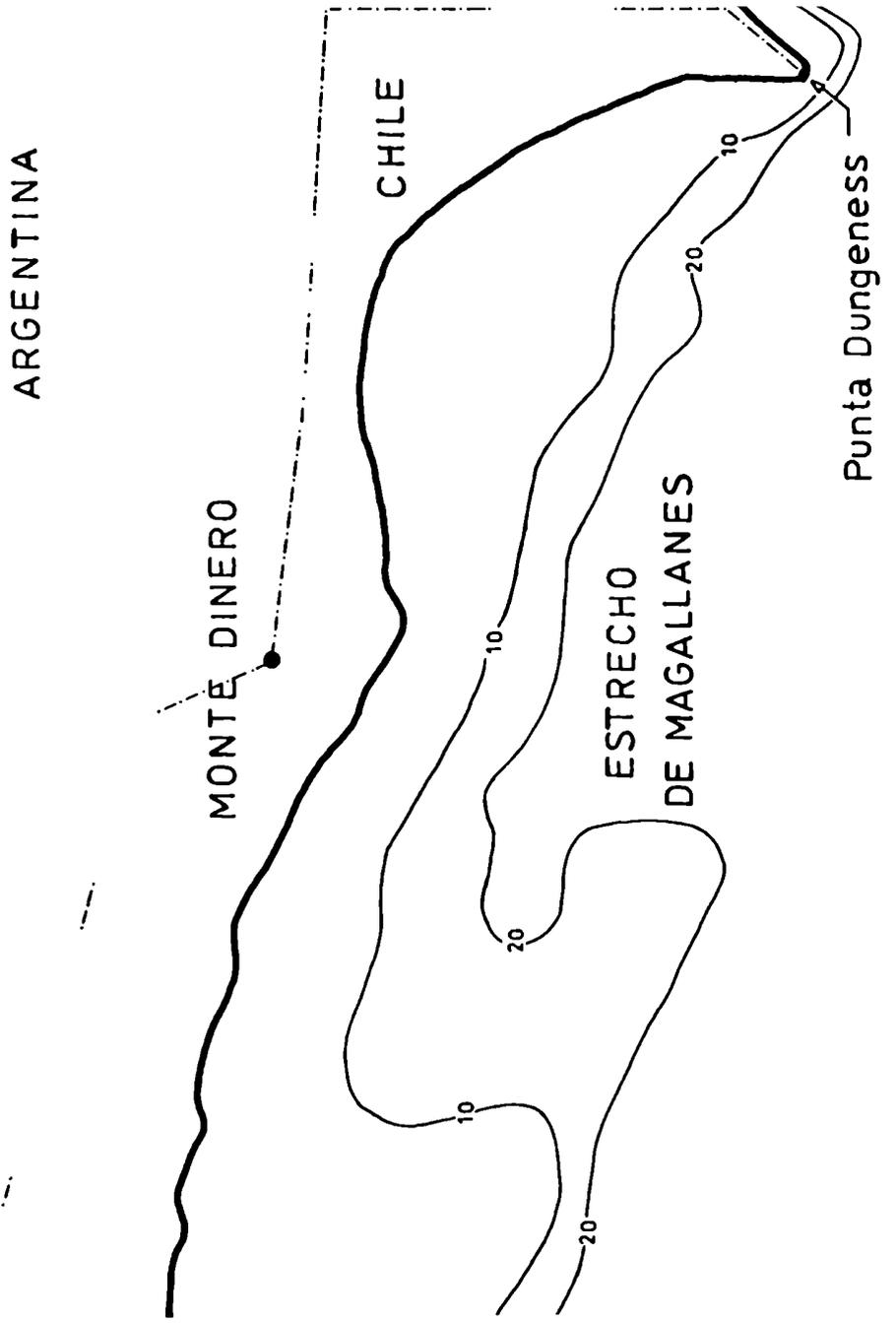
2.2 Características del ambiente marítimo-costero del área de estudio

El área marítima circundante a Cabo Virgenes (52° 20') se caracteriza por una salinidad del 32,5 ‰, mientras que en las cercanías de Punta Tombo, 44° de latitud sur, es de 33,5 ‰. (Brandhorst y Castello 1971). Krepper y Bianchi (1982), estimaron los siguientes datos de temperaturas medias del mar para áreas cercanas a ambas colonias de nidificación:

Estación	Punta Tombo	Cabo Virgenes
Primavera	11°C	6°C
Verano	15°C	10°C
Otoño	12°C	7°C
Invierno	9°C	5°C

La topografía costero-marina en la zona de Punta Tombo se caracteriza por un aumento abrupto de la profundidad. La isobata de los 20 metros se sitúa a unos 2 kms de la costa, mientras que la isobata de los 50 metros a unos 4 kms de distancia. A distancias levemente mayores de la costa, la profundidad aumenta hasta unos 75 metros (Carta Náutica H-215, Servicio de Hidrografía Naval Argentino). Por el contrario la topografía costera en la zona de Cabo Virgenes es muy diferente. La profundidad va aumentando gradualmente a medida que aumenta la distancia a la costa y frente a la colonia de nidificación se encuentra una gran plataforma de poca profundidad que no supera los 10 metros (Ver fig. 2.1). La isobata de los 20 metros se halla entre unos 4 y 11 kms de distancia de la costa de la colonia (Carta Náutica H-424, Servicio de Hidrografía Naval Argentino; Datos Empresa Sipetrol).

ESCALA 1:100.000



2.3 MATERIALES Y METODOS

Durante las temporadas reproductivas 1989/90, 1990/91 y 1991/92 se tomaron muestras de contenidos estomacales en diferentes momentos del período reproductivo. Las muestras fueron tomadas en 3 etapas, durante los primeros días de octubre (momento de arribo de las hembras), fines de noviembre y primeros días de diciembre (comienzo del período de cría de pichones) y durante el mes de enero (período avanzado de la cría de los pichones). Las muestras correspondientes al mes de octubre de 1990 y 1991 fueron tomadas entre los días 1 y 3 antes que comenzara la postura. Las hembras una vez que arriban a la colonia permanecen ayunando en sus nidos, sin ir al mar, hasta finalizada la postura de los huevos. Por lo tanto las hembras capturadas en la playa en dicho momento son hembras que están arribando por primera vez en la temporada, a la colonia.

Los contenidos estomacales fueron obtenidos siguiendo el método de Wilson (1984). Esta técnica consiste en la introducción de un cateter de 5 milímetros hasta el extremo inferior del estómago. A través de este tubo y con una pequeña bomba de mano se introduce agua de mar a temperatura ambiente hasta llenar el estómago. Posteriormente, al animal es colocado con la cabeza hacia abajo y, con sumo cuidado, se presiona la zona ventral hasta que finalice la regurgitación (Fotos 2.1 a, b, c). Durante la regurgitación es conveniente realizar continuos masajes en el cuello del animal, para facilitar la evacuación de todo el alimento. Todo este proceso es llevado a cabo por dos personas y dura sólo unos pocos minutos. Si bien el animal sufre un grado de "stress" considerable, el uso de esta técnica en forma correcta, no produce mayores trastornos y evita el sacrificio del animal. En este estudio se tomaron 60 muestras de contenidos estomacales, sin que ningún animal muriera. La tabla 2.1 muestra la fecha y la cantidad de contenidos

1911

1912

1913

1914

1915

1916

ingit

aga

nt







TABLA: 2.1

**NUMERO DE MUESTRAS DE CONTENIDOS ESTOMACALES
TOMADOS EN LA COLONIA DE CABO VIRGENES**

Estación Reproductiva	Octubre	Nov - Dic.	Enero
1989-1990		10	10
1990-1991	9	10	15
1991-1992	6		
TOTAL	15	20	25

estomacales que fueron tomados en cada una de las temporadas reproductivas.

Ryan y Jackson (1986) y Gales (1987), recomiendan la realización de varios lavados para la obtención total del contenido estomacal, cuando se pretende estimar cantidades ingeridas. Dado que este no fue el objetivo del presente estudio, ya que Gosztonyi (1984) realizó un adecuado trabajo al respecto, a cada individuo se le realizó sólo un lavado para evitar un mayor "stress" y así evitar riesgos de mortalidad.

Para la selección de los individuos a los que se les tomó muestras estomacales se procedió de la siguiente manera: el grupo de trabajo se ubicó en el límite superior de la playa, ocultándose entre las matas existentes, atrapándose los individuos a medida que retornaban del mar y se dirigían a sus nidos. Cada animal fue sexado utilizando las medidas morfométricas (Ver capítulo 1) y pesado antes y después del lavado estomacal para confirmar que la mayor parte del agua introducida había sido expulsada junto con el alimento. Inmediatamente después, se liberó al animal y el contenido estomacal fue escurrido y pesado utilizando balanzas de resorte entre 100 y 1000 gramos. Las muestras conservadas en alcohol al 70 %, fueron analizadas en el campo dentro de los 5 días, para evitar la posible destrucción del material que se encontraba entero. Sólo cuando fue necesario para su identificación taxonómica, se guardaron en agua otolitos, picos de calamar y pequeños cráneos y esqueletos.

En el análisis de las muestras se separó y pesó cada uno de los diferentes rubros alimentarios, y se calculó la composición porcentual de cada una de las presas en la muestra. En todas aquellos casos donde se encontraron presas enteras se midió la longitud total del cuerpo para el caso de los peces y la longitud total del manto, para los calamares.

Durante las temporadas 1990/91 y 1991/92 se realizaron observaciones desde tierra con el fin de detectar áreas y distancias de

alimentación. Estas se llevaron a cabo durante varios días en diferentes etapas del período de cría de los pichones. En la estación 1990/91 se realizaron observaciones durante once días consecutivos durante el mes de enero. Mientras que en la temporada 1991/92, se hicieron durante doce días en noviembre-diciembre y durante la misma cantidad de días en enero. Estas observaciones fueron realizadas con anterioridad a las 18 hs momento en que la mayoría de los pingüinos comienzan a arribar a la colonia para alimentar a sus pichones (Capurro *et al.* 1988; Obs. pers.). Los puestos de observación fueron dos, el primero correspondió a la playa de la colonia de nidificación y el segundo a un acantilado de aproximadamente 30 metros sobre el nivel del mar, situado a unos 2500 metros de la colonia, en línea recta. En ambos casos se utilizaron binoculares y las distancias fueron estimadas a simple vista, transportando distancias conocidas desde tierra al mar.

Se realizaron un total de 35 observaciones (1 observación por día) y en cada caso se registró en forma aproximada la cantidad de individuos comiendo (muchos, pocos o ninguno), la distancia aproximada a la costa y a la colonia y el estado del mar (calmo o turbulento).

Para estimar la duración promedio del viaje de alimentación de los padres durante la etapa del cuidado parental se utilizó el tiempo medio transcurrido entre dos comidas sucesivas de los pichones. Para esto se pesaron diariamente pichones de los nidos de estudio (ver capítulo 3) con balanzas de 100, 300 y 500 gramos. Estos datos fueron tomados durante los últimos días de noviembre y principios de diciembre cuando uno de los padres permanece en el nido empollando y cuidando los pichones. Durante el mes de enero, ambos padres van en busca de alimento para sus pichones. Por lo tanto, si bien la relación entre el intervalo de tiempo entre comidas y la duración del viaje de alimentación de cada uno de los padres no es directa, de todos modos, guardan una estrecha relación entre sí.

2.4 RESULTADOS

2.4.1 Composición de la dieta

Las muestras correspondientes al mes de octubre se caracterizaron por ser muy pequeñas (bajo peso) y encontrarse en un estado de avanzada digestión. Los pesos fueron variables, con un rango entre 26 y 140 gramos. Debido al estado avanzado de digestión de los contenidos no se pudo realizar un detallado análisis de la composición porcentual de la dieta. Para el mes de octubre la dieta consistió en:

sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*) como presa principal, seguido por calamar (*Lolygo sp*) con menor importancia. En dos muestras se hallaron restos de otra especie de pez que no pudo ser determinado. En muchos contenidos estomacales se hallaron restos de conchillas de moluscos, coincidiendo con lo encontrado por Boersma (datos no publicados) en Punta Tombo durante la misma época.

No se encontraron, entre temporadas, diferencias significativas en el número de hembras arribantes con restos de alimento en sus estómagos. Para octubre de 1990, se encontró que en el 78 % (n= 9) de las muestras se encontraron restos de alimento y en octubre de 1991, en el 83 % (n= 6) (Test exacto de Fisher, $P > 0.5$). Del total de muestras tomadas en octubre para ambas estaciones reproductivas el 80 % (12) de las hembras arribaron con alimento y sólo el 20 % (3) tenían su estómago vacío.

En la Colonia de Punta Tombo se tomó un mayor número de muestras (n= 25), durante el arribo de las hembras y en ningún caso se encontró restos de alimento a no ser estructuras no digeribles por el pingüino, como otolitos, cristalinos y picos de calamar y conchillas (Boersma datos no publicados).

Las muestras de contenidos estomacales correspondientes al período de cría de los pichones (noviembre - diciembre y enero), en Cabo Vírgenes, fueron tomadas en las temporadas 1989/90 y 1990/91 (Tabla 2.1). La tabla 2.2 muestra la composición porcentual de los contenidos estomacales para ambas estaciones reproductivas, durante las dos etapas del período del cuidado de los pichones. Estas muestras se caracterizaron por ser de mayor peso y encontrarse mucho menos digeridas que las obtenidas durante el mes de octubre.

Como ya fue mencionado por Gosztonyi (1984) y Scolaro y Badano (1986) no existen diferencias en la composición de la dieta ni en el tamaño de la ingesta de individuos machos y hembras del Pingüino de Magallanes. Por lo tanto en este trabajo fueron analizadas en forma conjunta, las muestras provenientes de ambos sexos.

Durante la primera etapa del período de cría (noviembre-diciembre), la totalidad de las muestras tuvieron como rubro principal a la sardina fueguina en ambas temporadas reproductivas. Durante este período, la única presa acompañante fue el calamar (*Lolygo sp*), representada en muy bajo porcentaje (Tabla 2.2). En esta primera etapa, la composición porcentual en peso de la dieta no varió entre temporadas reproductivas (Ver tabla 2.2). El peso de los contenidos estomacales fue variable con un rango entre 50 y 330 gramos, con un peso promedio de 115 grs. La talla promedio de las sardinas ingeridas fue de 41 mm ($s= 13.2$ mm; $n= 65$).

Las muestras tomadas hacia el final del período de cría (enero), muestran una leve heterogeneidad entre estaciones reproductivas. Durante enero de 1990 el 100 % de los contenidos estomacales presentaban como presa principal a la sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*), mientras que durante el mismo mes en 1991 el 87 % de las muestras presentaba esta especie presa.

TABLA: 2.2

Composición porcentual de la dieta del Pingüino de Magallanes
en Cabo Vírgenes (Porcentaje en peso)

Especie	Nov.-Dic.		Enero	
	1989/90	1990/91	1989/90	1990/91
Sardina	96 %	94 %	95 %	86 %
Calamar	4 %	6 %	2 %	8 %
Pejerrey	-	-	3 %	6 %

Analizando la composición porcentual por peso de cada rubro alimentario (Tabla 2.2), durante la última parte del período de cría (enero), la dieta tampoco varió entre temporadas reproductivas (Ver tabla 2.2). En 1991 aumentó la importancia relativa de pejerreyes (*Austroatherina sp*), pero de todas formas la sardina representó la presa más importante de la dieta del Pingüino de Magallanes. En 1990, sólo en el 20 % de las muestras se hallaba presente el pejerrey, mientras que en 1991, el 33,3 % de las muestras presentaban esta presa. De todas maneras para ambos años la importancia en peso del pejerrey fue muy poca al igual que para el calamar.

Los pesos de las muestras tomadas durante el mes de enero, para ambas estaciones, fue altamente variable con un rango entre 50 y 690 gramos, con un peso promedio de 250,16 gramos ($s= 176$; $n= 25$). La longitud total promedio de las sardinas ingeridas durante el mes de enero fue de 78 mm ($s= 21$ mm, $n= 10$).

El peso de los contenidos estomacales fue significativamente mayor al final del período de cría de los pichones respecto del comienzo (Mann-Whitney= 378; $n_1= 25$; $n_2= 20$; $P= 0.003$). La talla de las sardinas ingeridas por el pingüino durante el mes de enero fue significativamente mayor que aquellas comidas durante los meses de noviembre-diciembre (student-t= 7,575; $g.l= 73$; $P< 0.001$).

Comparando el peso de las muestras de enero entre ambas temporadas reproductivas, no se encontraron diferencias significativas (Student-test= 0,084; $g.l= 23$; $P> 0.05$).

Un estudio previo realizado en la colonia de Cabo Vírgenes y en otras colonias de la Costa Patagónica, en enero de 1987 y 1988, determinó que el 85 % ($n= 25$) de los contenidos estomacales en Cabo Vírgenes, presentaban a la sardina fueguina como presa principal (Frere *et al.* 1988).

Los resultados de estudios previos realizados en colonias de nidificación de la Provincia de Chubut, se encuentran resumidos en la tabla 2.3. Como se observa, la anchoíta en las colonias de Chubut, estaría actuando en la dieta del pingüino en forma similar a la Sardina Fieguina en Cabo Virgenes, aunque en menor medida.

El contenido de grasas promedio de la anchoíta según datos obtenidos de Aizpún *et al.* (1979) es del 7 % ($s= 2,4$; $n= 32$), mientras que para la sardina, datos tomados de Harris y Hislop (1978) en *Sprattus sprattus*, es del 11,5 % ($s= 4,2$; $n= 10$). Estas diferencias en la calidad del alimento (medida como el contenido de grasas) son significativamente distintas en favor de la sardina (Student test= 4,248; $g.l= 40$; $P < 0.001$).

2.4.2 Observaciones de distancias de la colonia al área de alimentación

Las distancias a las que pudo observarse con claridad pingüinos alimentándose tuvieron un rango entre 50 y 5000 metros. De las observaciones llevadas a cabo en noviembre y diciembre de 1991, en el 83 % (10 días) de los casos se observaron grandes cantidades de pingüinos alimentándose. Mientras que en enero (1992) de la misma temporada (1991/92) en el 75 % (9 días) de los casos se observó animales alimentándose.

Durante enero de 1991, el 73 % (8 días) de las observaciones resultaron positivas (muchos pingüinos alimentándose).

No se encontraron diferencias en el número de observaciones positivas de alimentación entre noviembre-diciembre y enero en la misma temporada (Test exacto de Fisher; $P > 0,20$). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre temporadas para el mes de enero (Test exacto de Fisher; $P > 0.50$). Cabe destacar que observaciones positivas de

TABLA: 2.3

**Composición de la dieta del Pingüino de Magallanes
en la Provincia de Chubut**

Presa	Composición (%)	Fuente
Anchoita	51.6	1
	71.2	2
Merluza	3.1	1
	9	2
Pejerrey	24.6	1
	8.1	2
Calamar	15.5	1
	8.1	2
Otros	5.2	1
	3.6	2

1 = Scolari y Badano (1986), para la colonia de Punta Clara

2 = Gosztonyi (1984), para la colonia de Punta Tombo

alimentación tuvieron lugar tanto en días donde el mar estaba calmo como en días donde no lo estaba.

En la colonia de Punta Tombo se realizaron estas mismas observaciones en distintos momentos del período de cría durante las temporadas 1988/89 y 1989/90. En ningún caso se pudo observar individuos alimentándose en la cercanías de la costa. A estas observaciones realizadas desde la costa pueden sumarse las realizadas por la Dra Boersma y su grupo de investigación durante 1986 y 1987, mediante relevamientos aéreos de la costa de Punta Tombo. En esta oportunidad no se observaron grandes concentraciones de pingüinos alimentándose dentro de los 30 km de distancia a la costa (Boersma datos no publicados).

2.4.3 Estimación del tiempo invertido en el viaje de alimentación durante el período de cría de los pichones

Como ya fue mencionado, la duración del viaje de alimentación se estimó a través del tiempo medio transcurrido entre comidas de los pichones. Los resultados para las 3 temporadas se presentan en la tabla 2.4. También se incluyen resultados para la colonia de Punta Tombo, obtenidos mediante el uso del mismo método (Boersma *et al.* 1990).

En Cabo Vírgenes, durante el comienzo del período de cría (noviembre-diciembre), el tiempo medio entre comidas no varió significativamente entre temporadas (Kruskal-Wallis $H= 3.971$; $P= 0.137$). Durante las 3 temporadas los padres ocuparon el mismo tiempo en promedio para sus viajes de alimentación. Durante la última etapa de la cría de los pichones (enero) tampoco existieron diferencias en la duración del viaje de alimentación para las 3 temporadas reproductivas (Kruskal-Wallis $H= 1.946$; $P= 0.378$). Los tiempos entre comidas de los pichones en ambas colonias, difieren significativamente (Tabla 2.4). En la colonia

TABLA: 2.4

INTERVALO DE TIEMPO ENTRE COMIDAS DE PICHONES (días)

	1989-1990	1990-1991	1991-1992
	X ± DS	X ± DS	X ± DS
	(N)	(N)	(N)
CABO VIRGENES	DICIEMBRE	1.2 ± 0.4 *	1.3 ± 0.54 #
		(108)	(80)
	ENERO	1.77 ± 0.85 **	1.66 ± 0.76 ^^
		(236)	(262)
PUNTA TOMBO	DICIEMBRE	1.5 ± 0.80 *	1.48 ± 0.64 #
		(158)	(176)
	ENERO	2.14 ± 1.22 **	1.9 ± 0.88 ^^
		(130)	(132)

* Man Whitney (U = 10.17 P = 0.001) S

** Man Whitney (U = 17.57 P = 0.01) S

Man Whitney (U = 8.092 P = 0.023) S

Man Whitney (U = 16.39 P = 0.001) S

^ Man Whitney (U = 4.563 P = 0.001) S

^^ Man Whitney (U = 19.4 P = 0.03) S

de Punta Tombo los pichones debieron esperar por más tiempo, el alimento traído por los padres, que los pichones de Cabo Vírgenes.

2.5 DISCUSION

Sin lugar a duda los pingüinos en Cabo Vírgenes son altamente dependientes de la sardina fueguina. La dieta en estos pingüinos es poco diversificada. Sólo 3 especies conformaron su dieta primordial y una de ellas, la sardina fueguina, comprendió la mayor proporción tanto en frecuencia como en peso. Esto coincide con la presencia de grandes concentraciones de sardina frente a Cabo Vírgenes durante primavera y verano (Ciechowski y Weiss 1974). De forma similar se detectaron grandes concentraciones de anchoíta frente a las costas de Chubut (Ciechowski y Weiss 1974). Esto confirmaría la idea de Ainley (1980) quien afirmó que los pingüinos tienen un comportamiento de alimentación oportunista y su dieta refleja la presa más disponible.

Sin duda uno de los momentos más conflictivos, para esta especie, es la primera etapa del ciclo reproductivo. Especialmente para las hembras ya que ellas deben copular, terminar la formación de sus huevos, poner ambos huevos y tomar el primer turno de incubación que puede durar hasta más de 15 días (ver capítulo 1). Durante todo este tiempo, que puede superar los 25 días, ellas se encuentran ayunando y por lo tanto su estado físico es fundamental para su supervivencia y éxito reproductivo.

El 80 % de las hembras arribantes a la colonia de Cabo Vírgenes tuvieron restos de alimento en sus estómagos, lo que indicó que al menos hasta unos días antes de su llegada a la colonia, ellas estuvieron alimentándose. El avanzado grado de digestión de este alimento y la poca cantidad de alimento presente, marcaría una mayor lejanía del alimento en comparación con lo que ocurre durante la época de cría.

En Punta Tombo, las hembras arribaron a la colonia con sus estómagos completamente vacíos, lo que indicaría que el alimento en ese

momento esta más lejos o es extremadamente escaso. Laugksch y Duffy (1986), calcularon la tasa de digestión del Pingüino del Cabo (*Spheniscus demersus*) y estimaron que para digerir completamente una comida se necesitan más de 24 horas. Si asumimos la misma tasa de digestión para el Pingüino de Magallanes, las hembras habrían estado al menos un día sin comer antes de su arribo a la colonia.

Al comenzar la etapa de cría de los pichones, los padres deben procurar alimento para satisfacer sus propios requerimientos y el de sus crías. Es lógico, entonces que el tamaño de la ingesta aumente a medida que los pichones crecen y junto con ellos la demanda de alimento.

La composición de la dieta fue muy poco variable a lo largo de la estación reproductiva. La sardina fueguina se mantuvo siempre como el rubro alimentario principal, seguido por el calamar. El único cambio relevante en la composición de la dieta, fue la aparición del pejerrey a medida que avanzó la etapa de cría (enero) y lo hizo a costa de una muy pequeña merma de la sardina Fueguina. Otro cambio importante durante el período de cría fue el aumento de las tallas en las sardinas ingeridas. La sardina fueguina, se reproduce entre septiembre y noviembre frente a las costas de Cabo Vírgenes (Ciechowski y Weiss 1974; Ciechowski *et al.* 1975). De acuerdo a las tallas de Sardina halladas en la dieta del Pingüino, hacia fines de del mes de noviembre y comienzos de diciembre, este depredaría sobre los juveniles y en enero sobre los adultos pequeños (2 años), según la clasificación de tallas propuesta por Ciechowski *et al.* (1975) y Gru y Cousseau (1982).

La composición de la dieta, en Cabo Vírgenes, también fue muy poco variable entre diferentes temporadas. Si el Pingüino de Magallanes tuvo un comportamiento de alimentación oportunista (depredando sobre las presas más disponibles), entonces se podría suponer que no existieron otras presas alternativas de importancia durante las temporadas de estudio. Por otro lado, aunque es muy poco lo que se conoce acerca de la

sardina fueguina, parecería ser un recurso bastante estable, en cuanto a su localización, desde la óptica del pingüino. El hecho que durante dos temporadas reproductivas los pingüinos se alimentaron con las misma frecuencia a corta distancia de la costa, y que por otro lado durante las tres temporadas la duración del viaje de alimentación no varió, confirmarían la estabilidad del stock de sardina frente a las costas de Cabo Vírgenes.

La situación en Punta Tombo fue muy diferente, si bien la anchoíta fue el rubro principal en distintas temporadas reproductivas su importancia relativa y las de las otras presas alternativas sufrieron grandes variaciones (Gosztonyi 1984; Scolaro y Badano 1986). La duración del viaje de alimentación (la frecuencia de alimentación de los pichones) sufrió cambios entre estaciones reproductivas. Por lo que el stock de Anchoíta frente a Punta Tombo no parece haber sido muy estable. Boersma *et al.* (1990), llegaron a la misma conclusión analizando durante cinco temporadas reproductivas, distintos parámetros reproductivos del pingüino, en dicha colonia. Las observaciones de distancia de forrajeo y el intervalo de tiempo entre comidas de los pichones confirmarían que el alimento en Punta Tombo debió ser capturado a mayores distancias de la costa en comparación con Cabo Vírgenes. Existen otras evidencias que confirman esta idea:

- El calamar (*Illex sp*) fue una presa importante en la dieta del Pingüino de Magallanes en el área de Punta Tombo y Punta Clara (colonia situada a unos 8 km de Punta Tombo). Durante el verano y a esta latitud, el calamar se encuentra ubicada lejos de la costa (Brunetti y Perez Comas 1989), por lo que los pingüinos debieron viajar grandes distancias para poder capturar esta presa.

- Enormes cantidades de Sardina fueguina fueron encontradas en las playas patagónicas y de Tierra del Fuego, durante el verano (Lopez 1963; Obs. pers.).

- Ciechowski y Weiss (1974), encontraron que la mayor concentración de larvas de la sardina fueguina fue en las aguas costeras, y que el área de desove se ubicaría fundamentalmente frente a las costas surpatagónicas y de las Islas Malvinas. Por otro lado, según estos autores, la época de reproducción de la anchoíta ocurre entre diciembre y enero y su área de desove es mucho más amplia ubicándose en casi toda la plataforma entre los paralelos 41° y 47° de latitud sur.

Analizando la topografía costera y las distancias de alimentación, los pingüinos en Chubut debieron obtener su alimento en un rango de profundidades más amplio que en Cabo Vírgenes. Scolaro y Suburo (1991), estimaron las profundidades de buceo máximas en dos colonias de Chubut y encontraron que la mayoría de los individuos bucearon a profundidades mayores de 20 metros, llegando a un máximo de 90 metros. De acuerdo a la topografía submarina de Cabo Vírgenes y a la alimentación fundamentalmente costera no sería posible para los pingüinos, de dicha colonia, realizar buceos tan profundos. Dado que el buceo en aves es una actividad energéticamente costosa (Butler y Woakes 1984, Nagy *et al.* 1984), es posible que estas diferencias en la profundidad de buceo hayan tenido un costo energético asociado para los pingüinos en las colonias del Chubut.

Randall *et al.* (1981), confirmaron el menor valor energético del calamar frente a peces como la sardina y las anchoítas. Los resultados aquí presentados marcaron una menor calidad de la dieta del pingüino en la zona de Punta Tombo respecto de la de Cabo Vírgenes. No sólo por el mayor contenido en grasas de la sardina, que resulta de una extrapolación de dudosa validez, sino también por la presencia de calamares en mayor proporción en la dieta en Punta Tombo.

En cuanto a la abundancia del recurso, es muy poco lo que se puede decir dado que no existen relevamientos costeros de la biomasa de sardina fueguina. Si bien existen algunos relevamientos de la anchoíta,

estos fueron hechos a gran escala y por lo tanto es muy difícil poder determinar alguna relación con las poblaciones de aves marinas.

Aunque es absolutamente necesario contar con datos de abundancia a menor escala, de todas maneras es importante marcar algunos puntos que podrían estar afectando la cantidad de recurso disponible para los pingüinos en ambas colonias.

Teniendo en cuenta las colonias de Punta Clara y Punta Tombo, la cantidad total de pingüinos nidificantes es de aproximadamente 590.000 (Boersma *et al.* 1990). Mientras que en la colonia de Cabo Vírgenes nidifican alrededor de 185.000 individuos. Estas marcadas diferencias en número podrían significar una competencia intraespecífica más alta en el área de Punta Tombo, tal como fue planteado por Ashmole (1963; 1971) y Furness y Birkhead (1984) para otras especies de aves marinas (Ver capítulo 4).

En la provincia de Chubut, existen grandes concentraciones de aves y mamíferos marinos que comparten el recurso anchoíta, como los cormoranes *Phalacrocorax albiventer* y *Ph. magellanicus*, y el lobo marino de un pelo *Otaria flavescens* (Punta *et al.* en prensa; Crespo y Pedraza 1991; Koen Alonso *et al.* 1992). Existen también peces predadores como la merluza común (*Merluccius hubbsi*), que tienen entre sus presas más importantes a la anchoíta (Angelescu y Prenski 1987). La presencia conjunta de todas estas especies podría estar limitando el recurso alimentario para ellas mismas y en particular para los pingüinos en su área de alimentación.

Otro factor a tener en cuenta es la pesca de la anchoíta en las costas de Chubut. Esta es de poca importancia, pero posiblemente no despreciable. Según información de la dirección de pesca de esa provincia, por ejemplo en 1985 se extrajeron 266 toneladas de anchoíta durante la estación reproductiva. Por el contrario en la zona de Cabo Vírgenes sólo existen una pequeña colonia de cormoranes y un apostadero

de lobo Marino de un pelo (obs. pers.). Según Angelescu y Prenske (1987), la sardina fueguina es una presa muy poco importante en la dieta de peces predadores (abadejo, merluza de cola), esto podría deberse a que durante el verano estos predadores migran hacia aguas afuera de la plataforma continental (Otero *et al.* 1981). Es importante destacar que en la Provincia de Santa Cruz la sardina fueguina no es pescada comercialmente.

Dado que hasta el momento no existen datos sobre la abundancia del recurso (anchoíta o sardina) en la zona costera, sólo es posible hipotetizar al respecto. Es necesario profundizar estos estudios si se quiere conocer la compleja relación entre la abundancia del alimento y las poblaciones del Pingüino de Magallanes.

Las diferencias en la disponibilidad (localización) y la calidad del alimento en ambas colonias, necesariamente debe reflejarse sobre muchos de los parámetros reproductivos de esta especie, los cuales serán discutidos en los capítulos 3 y 4.

CAPITULO 3:

**VARIACION ANUAL EN EL EXITO
REPRODUCTIVO DEL PINGÜINO DE
MAGALLANES EN LA COLONIA DE
NIDIFICACION DE CABO VIRGENES
"¿QUIEN REGULA AL EXITO
REPRODUCTIVO?"**

3.1 INTRODUCCION

Ashmole (1963; 1971) y Lack (1954; 1968), han sostenido que las poblaciones de aves, incluidas las aves marinas, son reguladas por medio del alimento disponible, dentro o fuera de la estación reproductiva. Ashmole (1971), afirmó que la regulación ocurre durante la estación reproductiva y que la escasez de alimento conduce a un éxito reproductivo muy bajo, produciéndose una intensa competencia intraespecífica.

Los estudios sobre los factores que determinan el éxito reproductivo son de vital importancia para aquellas poblaciones en las que se desea aplicar acciones para su conservación o para algún tipo de manejo sostenido.

Boersma *et al.* (1990), mostraron una alta variación anual en el éxito reproductivo del Pingüino de Magallanes en la colonia de Punta Tombo. Estos autores atribuyeron esta variación en el éxito reproductivo a cambios anuales en la disponibilidad del alimento. Ellos encontraron grandes cambios interanuales en aquellos parámetros reproductivos que están fuertemente relacionados con el alimento. Existen otros ejemplos en aves marinas, sobre variaciones en el éxito reproductivo atribuidos a variaciones estacionales del alimento (Boersma 1976, 1978; Reilly y Cullen 1981; y Hatch 1987a, 1987b; Monaghan *et al.* 1989).

Existen otras causas que pueden afectar el éxito reproductivo de las aves marinas, como las condiciones climáticas durante la estación reproductiva (Montevecchi 1978; Burger 1982; Salzman 1982) y como la depredación (Southern *et al.* 1985; Cairns 1985).

El objetivo de este capítulo es estudiar y analizar la causa principal de la variación interanual del éxito reproductivo del Pingüino de Magallanes en la colonia de nidificación de Cabo Vírgenes.

Es importante destacar que en este trabajo el éxito reproductivo se define como el número de pichones independizados por nido activo. El nido activo es todo aquel en el que sus ocupantes pusieron uno o más huevos.

Como ya fue mencionado antes, existe más de un factor que puede determinar el éxito en una colonia de nidificación. Si la disponibilidad de alimento durante la estación reproductiva determina esta variación anual, se espera que todos aquellos parámetros que estén fuertemente relacionados con el alimento varíen conjuntamente con el éxito reproductivo. Como ya fue mencionado en el capítulo 2, la disponibilidad de alimento está determinada por la abundancia y localización de las presas. Si varía la disponibilidad de alimento (disminuyendo o localizándose a mayor distancia de la costa) significa que los adultos deberán invertir más tiempo buscando el alimento o viajando hacia él. En este caso se espera que el peso de los pichones al nacimiento y a la independencia serán mayores en aquellas estaciones con éxito reproductivo más alto. De la misma manera la frecuencia de alimentación de los pichones, sus tasas de incremento en peso y el número de nidadas con 2 pichones independizados, serán mayores en aquellos años con mayor éxito reproductivo. Por otro lado en temporadas con bajo éxito reproductivo ("baja disponibilidad de alimento"), la muerte de pichones por inanición debería ser más frecuente respecto de los años con un éxito alto. También el peso de los adultos (machos y hembras) podría variar entre temporadas reproductivas con diferente éxito reproductivo.

Una segunda posibilidad es que las condiciones climáticas extremas existentes en la zona sean el principal factor determinante del éxito reproductivo. Considerando los fuertes vientos y lluvias, las bajas

temperaturas y las nevadas que se dan en el área, es probable que tengan un importante efecto en muchos de los parámetros reproductivos que contribuyen al éxito durante la estación de nidificación. Del mismo modo y teniendo en cuenta que en Cabo Vírgenes las condiciones de alimento son considerablemente mejores que en otras colonias de la misma especie (ver capítulo 2), es posible plantear la siguiente hipótesis alternativa: Las condiciones climáticas extremas durante la estación reproductiva son el principal determinante del éxito reproductivo en la colonia de Cabo Vírgenes. Por lo que se esperaría que durante las temporadas con condiciones climáticas más rigurosas el éxito reproductivo sea menor. Para que esta hipótesis se cumpla, temperaturas más bajas, fuertes vientos, mayores precipitaciones y nevadas, deberían registrarse durante la época de postura e incubación de los huevos y/o la primera etapa de cría de los pichones. Estos son los momentos en que la supervivencia de huevos y pichones puede verse afectada por estas condiciones. Por ejemplo intensas lluvias pueden producir la inundación de muchos nidos pudiendo determinar la muerte del embrión o del pichón cuando este no puede alejarse del nido. Algo similar ocurre con temperaturas muy bajas y nevadas que pueden producir la muerte de embriones o de pichones de muy corta edad quienes son incapaces de regular su propia temperatura corporal. Por lo tanto si las condiciones climáticas regulan el éxito reproductivo, se espera que el número de pichones muertos ahogados sea mayor en las temporadas donde el éxito reproductivo fue más bajo. Por otro lado, el número de pichones muertos por inanición debería permanecer sin cambios entre estaciones reproductivas diferentes. Del mismo modo, el peso de los pichones, la frecuencia con que son alimentados, sus tasas de crecimiento y el largo de la estación de cría deberían ser similares entre distintas temporadas dado que estas variables dependen principalmente de la cantidad de alimento aportado por los padres.

Existe una tercera posibilidad, que la depredación sea el factor primordial en la determinación del éxito reproductivo. Si esto fuera cierto se esperaría que: la depredación de huevos y pichones, por parte de la Gaviota Cocinera, sea mayor en aquellas estaciones reproductivas donde el éxito fue más bajo. Debería observarse además, que el número de depredadores varíe entre temporadas en forma inversa con el éxito reproductivo. Es importante destacar que la gaviota, único depredador presente en la colonia, sólo depreda activamente sobre huevos y en menor medida sobre pichones de corta edad (Frere *et al.* 1992). Tomando este último punto en consideración, las diferencias en el éxito, entre temporadas, deberían observarse fundamentalmente durante la primera etapa del ciclo reproductivo (incubación de los huevos).

3.2 MATERIALES Y METODOS

3.2.1 Colección de datos reproductivos

Como ya se ha mencionado en el capítulo 1, para este estudio se realizó un seguimiento de nidos activos ubicados en diferentes sitios de la colonia de nidificación de Cabo Vírgenes. El número de nidos de estudio varió entre 153 y 158, según la temporada reproductiva (Ver capítulo 1).

Los nidos fueron revisados diariamente desde la formación de la pareja hasta finalizada la postura de los huevos y primeros días de la incubación. Los mismos fueron visitados nuevamente en forma diaria, unos días antes de producirse la eclosión de los huevos. De esta manera se detectó el día exacto de postura de los huevos y del nacimiento de cada pichón.

Durante la primera etapa del período de cría de los pichones (primera semana de diciembre), se visitó diariamente la mayoría de los nidos. Hacia mediados del mes de diciembre todos los nidos fueron controlados al menos una vez (excepto durante la temporada 1989/90) retomándose el muestreo los primeros días de enero, finalizando a fines de dicho mes o principios de febrero (momento de la independencia de los pichones).

Cada uno de los huevos fue medido e identificado (Ver capítulo 1) con un número correspondiente al nido al que pertenecía y un subíndice que indicó el orden de postura (primero o segundo). Para el marcado de los huevos se utilizó un marcador indeleble y se anotó dicho número en ambos polos del huevo. Esto permitió reconocer al huevo en caso que sea predado, aún en caso de encontrarse sólo un trozo del mismo.

La mayoría de los pichones fueron pesados y medidos dentro de las primeras 24 horas de haber nacido, descartándose aquellos nidos en los que el comportamiento agresivo de alguno de los padres pudiera poner en peligro la vida del pichón.

Cada pichón fue individualizado, para poder seguirlo desde el momento de su nacimiento hasta el momento de su independencia. Durante las primeras semanas de vida se colocó una cinta adhesiva en una de las aletas que contenía un número correspondiente al nido que pertenecía y un número que indicó el orden de nacimiento (primero o segundo pichón). Al mismo tiempo se utilizó un código de agujeros en las membranas interdigitales para poder identificar los pichones en caso de perderse la cinta. Cuando el individuo alcanzó un peso y tamaño considerable se colocó un anillo de metal numerado.

A cada pichón se le midió la longitud de la aleta y de la pata al momento de su independencia. Estas medidas corporales fueron tomadas utilizando una regla plástica con una aproximación de 1mm. El peso corporal de cada individuo se registró en cada visita al nido, obteniéndose pesos diarios para poder estimar la frecuencia de alimentación de los pichones. Para el registro del peso se utilizaron balanzas de resorte desde 300 gramos a 6 kilos de acuerdo al peso del pichón.

Para la estimación del peso a la independencia, se incorporaron pichones provenientes de nidos que habían sido seguidos desde el momento de la eclosión de los huevos.

A partir del peso al nacimiento y al momento de la independencia se calculó el incremento de peso diario promedio (I) para todos los pichones. Este valor se calculó de la siguiente forma:

$$I = (P_i - P_n) / E_i$$

Donde P_i : es el peso del pichón a la independencia, P_n : es el peso al nacimiento y E_i : es la edad, en días, del pichón al momento de independizarse.

Los controles diarios durante el período de cría, permitieron detectar, en la mayoría de los casos, el día y la causa de la muerte del pichón. Las causas de mortalidad fueron clasificadas de la siguiente manera:

- Inanición: Considerada para aquellos pichones que durante sucesivos días no recibieron alimento y tuvieron un peso y tamaño corporal muy bajo para su edad.
- Lastimado: Pichones encontrados muertos con signos claros de haber recibido agresiones. En numerosas oportunidades los pichones pueden ser agredidos por sus propios padres, otros adultos o pichones (Obs. pers.).
- Ahogado: Pichones muertos en nidos anegados que se encontraban en buenas condiciones físicas. Este tipo de muerte ocurrió luego de uno o más días de intensas lluvias, durante los primeros días de vida del pichón.
- Naciendo: Pichones que se encontraron muertos, sin haber salido completamente del huevo.
- Predado: Pichones encontrados dentro o fuera del nido, que no estuvieron en muy malas condiciones físicas, con claros signos de depredación (partes del cuerpo comidas). También fueron considerados dentro de esta categoría, pichones desaparecidos de su nido que dada su corta edad les haya sido imposible alejarse del mismo. Esta causa de mortalidad sólo puede ocurrir durante los primeros días de vida del pichón.

Dado que los pichones comienzan a mudar su plumaje durante el mes de enero, se registró diariamente el porcentaje del cuerpo mudado. De esta manera se consideró que un pichón alcanzó la independencia, el día a partir del cual el individuo tuvo más del 90 % de su cuerpo mudado y

no se encontró en su nido o en las cercanías del mismo. Otra condición requerida fue que el pichón, tuviera un peso superior a los 1800 gramos al 15 de enero, de acuerdo a lo propuesto por Boersma *et al.* (1990).

Como ya fue mencionado en el capítulo 1, los datos del peso de los machos y las hembras adultas fueron tomados al momento de ser anillados.

3.2.2 Datos sobre la abundancia de gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en la colonia de Cabo Vírgenes

Existe una única colonia de nidificación de gaviotas cercana a Cabo Vírgenes, que está ubicada en una de las barras costeras que atraviesan la colonia de nidificación de pingüinos. La temporada de reproducción de la gaviota comienza a fines de octubre - principios de noviembre (obs. pers.). Hacia fines del mes de noviembre todas las parejas reproductivas ya construyeron sus nidos y la mayoría pusieron la totalidad o parte de sus huevos. Por esta razón la evaluación de la abundancia de gaviotas presentes en el área de Cabo Vírgenes fue llevada a cabo durante la última semana de noviembre. Debido al fácil acceso a esta colonia y a sus pequeñas dimensiones, se realizó un censo completo de nidos en los tres años de estudio.

3.2.3 Obtención de datos climáticos

Una estación meteorológica del Servicio de Hidrografía Naval Argentino, se encuentra ubicada en el Cabo Vírgenes. Dicha institución aportó todos los datos referidos a temperaturas y velocidad del viento diarias, para todas las estaciones reproductivas. Los datos de precipitación mensuales fueron tomados de los registros de la estancia "Monte Dinero", ubicada a menos de 15 kilómetros de la colonia de Cabo Vírgenes.

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Exito reproductivo

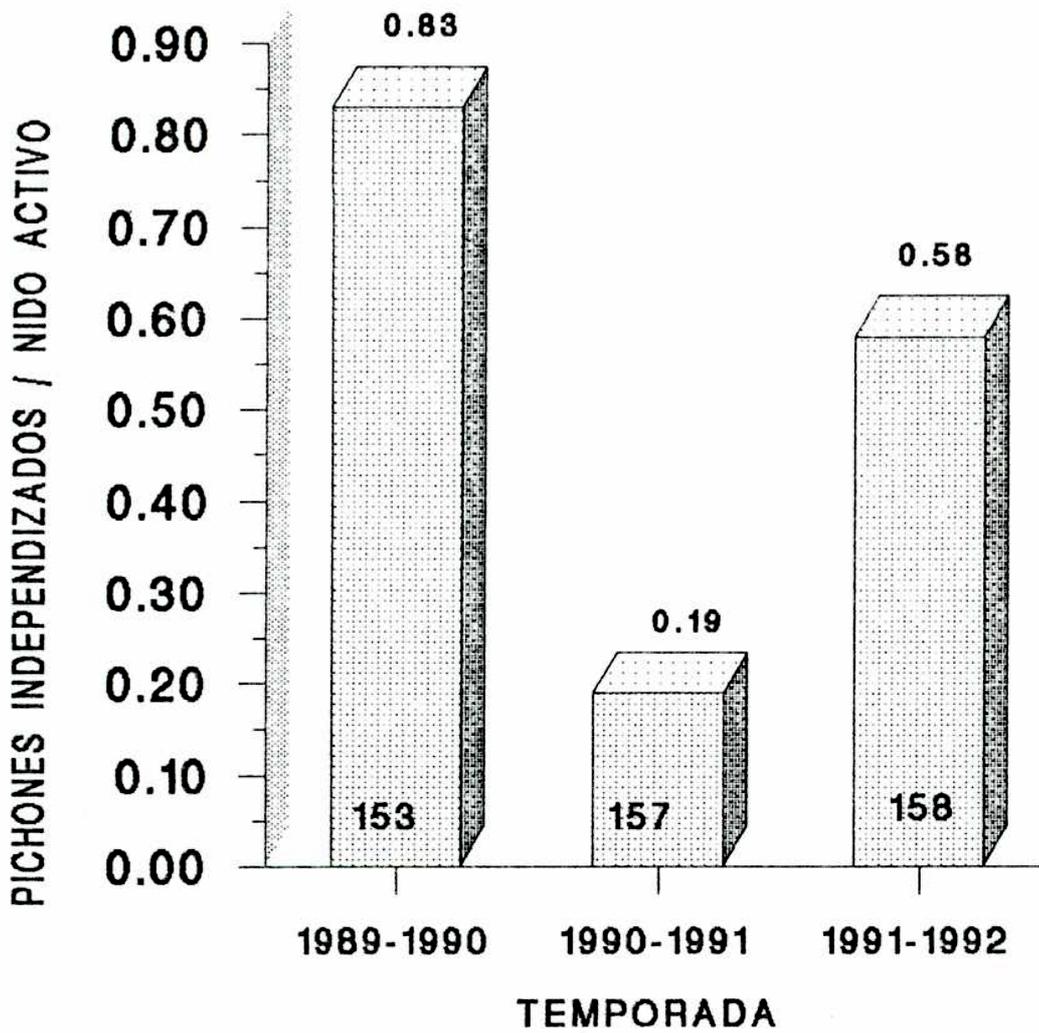
El éxito reproductivo fue extremadamente variable entre temporadas reproductivas, variando entre 0.19 y 0.83 pichones independizados por nido activo, para 1990/91 y 1989/90 respectivamente, mientras que la temporada 1991/92 tuvo un éxito intermedio (Fig. 3.1). De la misma manera, la supervivencia de huevos (éxito de eclosión) y la supervivencia de pichones hasta la independencia (éxito de independencia), fueron variables durante los años de estudio. Sin embargo, la variación en la supervivencia de los huevos fue mayor respecto de la supervivencia de los pichones (Figs. 3.2 y 3.3).

3.3.2 Depredación y tamaño de huevos

El volumen de los huevos varió significativamente entre temporadas reproductivas (Anova $F= 20,21$; $gl= 2$, 789; $P= 0.001$). Los huevos fueron más grandes (mayor volumen) en la temporada 1991/92, mientras que el menor tamaño correspondió a la temporada 1990/91 (Ver tabla 1.1).

La depredación de nidos durante la incubación de los huevos fue altamente variable entre años ($X^2= 31.3$; $gl= 2$; $P< 0.01$). La tasa de depredación de nidos fue del 19 % para 1989/90, 61 % en 1990/91 y 23,4 % en 1991/92. Estos valores incluyen los nidos donde existió una depredación directa por parte de las gaviotas y aquellos nidos donde el adulto incubante desertó, en forma temporaria o permanente, dejando los huevos solos y susceptibles a depredación.

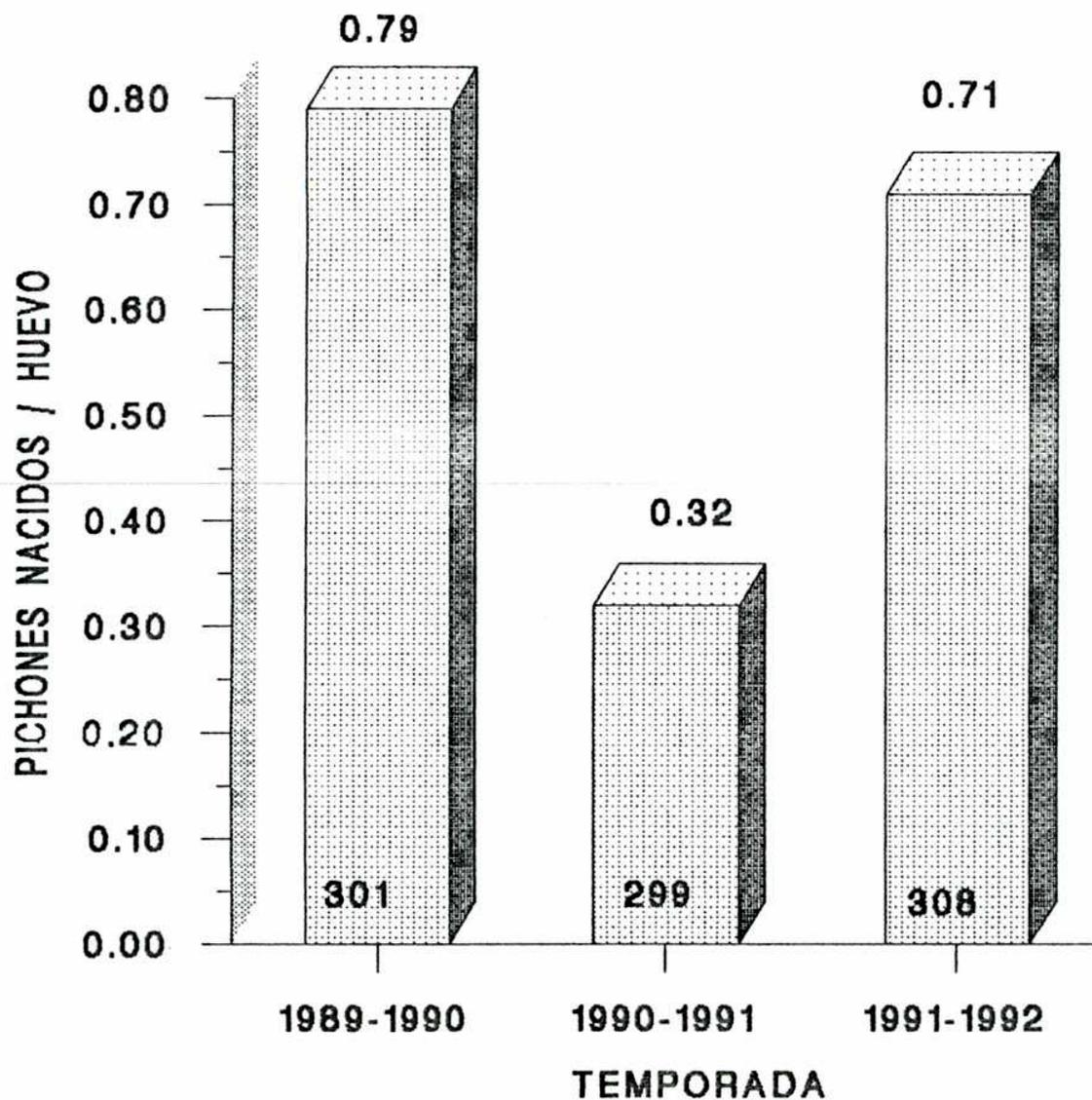
FIG: 3.1
EXITO REPRODUCTIVO EN CABO VIRGENES



Los números dentro de las barras indican la cantidad de nidos activos estudiados en cada temporada.

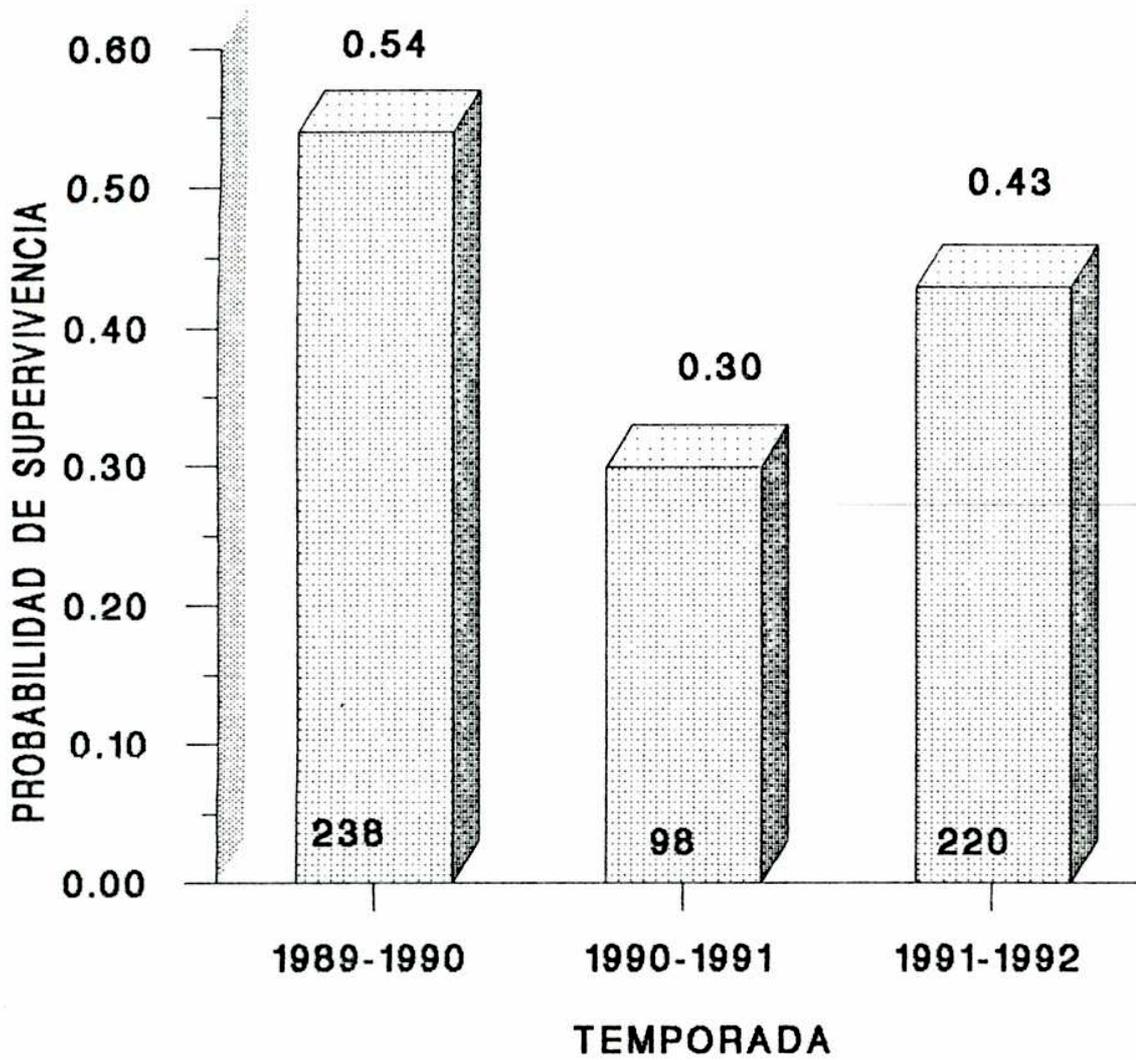
FIG: 3.2

EXITO DE ECLOSION EN CABO VIRGENES



Los números dentro de las barras indican el número de huevos puestos en cada temporada

FIG: 3.3
SUPERVIVENCIA DE PICHONES EN CABO VIRGENES



Los números dentro de las barras indican el número de pichones nacidos

La tasa de deserción de nidos, durante la etapa de incubación, también fue variable entre estaciones reproductivas ($X^2= 8,22$; $gl= 2$; $P< 0.001$). Los valores registrados fueron de 6 % en la temporada 1989/90, 16 % durante 1990/91 y 5 % en 1991/92. Cabe destacar que estos valores corresponden solamente a aquellos nidos donde la deserción por parte del individuo incubante ocurrió de forma permanente.

3.3.3 Peso, crecimiento y mortalidad de pichones

A pesar que el tamaño de los huevos no fue el mismo en todos los años, el peso de los pichones al nacer no mostró diferencias significativas entre las distintas temporadas reproductivas (Anova-F= 2.365; $gl= 2, 423$; $P= 0.10$)(Tabla 3.1). Como los pichones fueron pesados dentro de las primeras 24 horas de vida, probablemente muchos de ellos ya habían recibido su primera comida.

El peso de los pichones a la independencia no varió significativamente entre años (Anova-F= 1.144; $gl= 2, 324$; $P= 0.32$) (Tabla 3.1). Estos pesos incluyen a todos los pichones que alcanzaron la independencia sin importar si provenían de un nido con 1 o 2 pichones. Al comparar el peso a la independencia en nidos que sólo contenían un pichón, no se encontraron diferencias significativas entre temporadas reproductivas (Anova-F= 2.8; $gl= 2, 121$; $P> 0.05$). Se realizó la misma comparación, en nidos donde los dos pichones sobrevivieron hasta la independencia y tampoco se hallaron diferencias significativas (Anova-F= 1.28; $gl= 2, 108$; $P> 0.05$). Sin embargo en todas las temporadas, los pichones pertenecientes a nidadas con una sola cría, alcanzaron mayores pesos al momento de la independencia, respecto de aquellas donde ambos pichones sobrevivieron hasta su independencia (Mann-Witney $U_{90/90}= 2275$, $P= 0.007$; $U_{90/91}= 165$, $P= 0.05$; $U_{91/92}= 1565$, $P= 0.001$).

TABLA: 3.1

PESOS AL NACIMIENTO Y A LA INDEPENDENCIA, TASAS DE INCREMENTO EN PESO Y DURACION DEL PERIODO DE CRIA DE LOS PICHONES DE CABO VIRGENES

	1989-1990	1990-1991	1991-1992
	X ± DS	X ± DS	X ± DS
	(N)	(N)	(N)
PESO AL NACIMIENTO (gr)	86 ± 10.9 (166)	84 ± 10.2 (94)	86 ± 8.1 (166)
PESO INDEPENDENCIA (gr)	2902 ± 530 (119)	2900 ± 498 (108)	3002 ± 632 (100)
DURACIÓN DEL PERÍODO DE CRÍA (días)	70.8 ± 5.8 (124)	66.4 ± 4.5 (23)	67.7 ± 5.7 (88)
TASA DE INCREMENTO EN PESO (gr/día)	40.1 ± 8.7 (111)	44.2 ± 7.1 (23)	43.7 ± 10.7 (85)

La figura 3.4 muestra la proporción de nidos en los cuales ambos pichones sobrevivieron hasta la independencia. Estas proporciones fueron calculadas para aquellos nidos en los que hubieran nacido ambos pichones, no encontrándose diferencias significativas entre estaciones ($X^2= 1.28$; $gl= 2$; $P= 0.53$).

El incremento en peso diario de los pichones, varió significativamente entre temporadas reproductivas (Kruskal-Wallis= 9.716; $P= 0.01$). La estación 1989/90 mostró los valores más bajos de las tres estaciones. (Ver tabla 3.1). El incremento en peso de los pichones fue similar durante 1990/91 y 1991/92. Esta diferencia respondió a cambios en la duración de la estación de cría de pichones.

La duración del período de cría varió según la temporada de estudio (Kruskal-Wallis= 24.96; $P < 0.001$). La temporada 1989/90 tuvo el período de cría más largo (Tabla 3.1).

Como ya fue mencionado en el capítulo 2, el intervalo de tiempo entre comidas de los pichones o lo que es lo mismo la frecuencia con que las crías fueron alimentadas, fue similar en todas las temporadas al comienzo (Kruskal-Wallis= 3.971; $P= 0.137$) y durante la última etapa del período del período de cría (Kruskal-Wallis= 1.946; $P= 0.378$).

Se ajustó, el crecimiento en peso de los pichones al modelo de crecimiento de Von-Bertalanfy. Las curvas de crecimiento fueron construidas sólo para las estaciones reproductivas 1990/91 y 1991/92, dado que en 1989/90, los pesos no fueron tomados en un amplio rango de edades, imposibilitándose un correcto ajuste al modelo. La figura 3.5 muestra las curvas de crecimiento de los pichones de las dos temporadas reproductivas. En ambas temporadas se obtuvo un ajuste excelente al modelo (1990/91: $R^2= 0.89$, $N= 681$, $P < 0.0001$; 1991/92: $R^2= 0.83$, $N= 1631$, $P < 0.0001$). El crecimiento de los pichones durante ambas temporadas fue muy similar, a lo largo de todo el período de cría (Fig. 3.5).

FIG: 3.4

PROPORCION DE NIDOS EN LOS CUALES SE INDEPENDIZARON DOS PICHONES

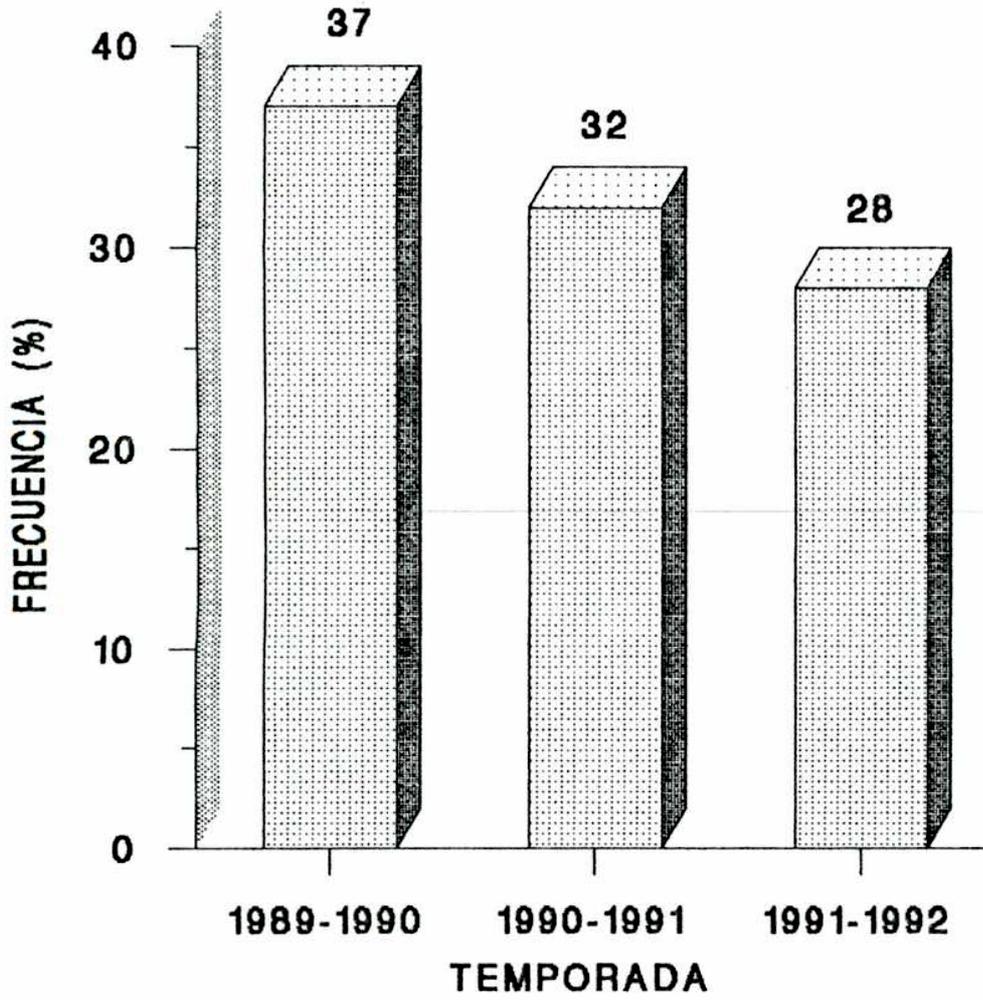
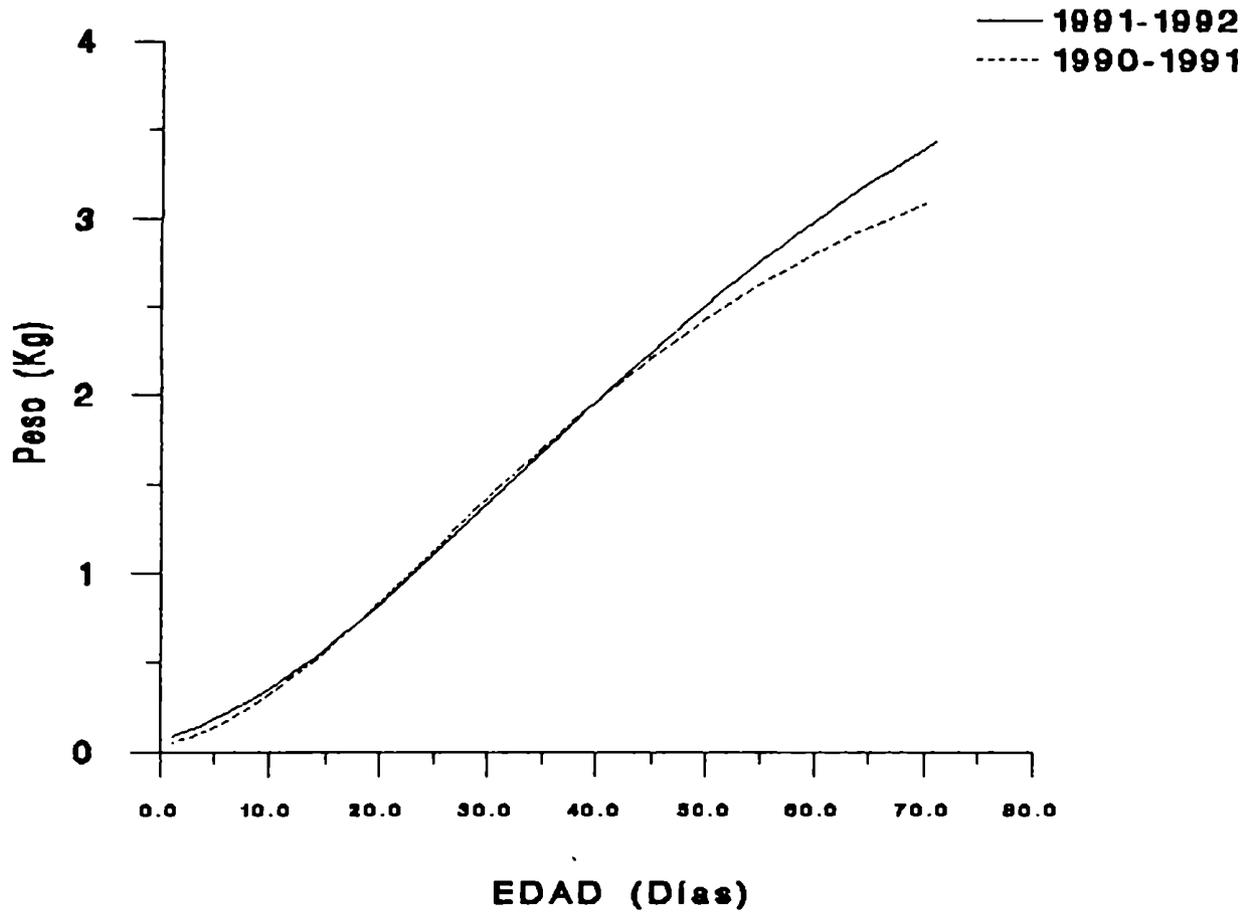


FIG : 3.5

**CURVA DE CRECIMIENTO DE PICHONES EN CABO
VÍRGENES, TEMPORADAS 1990-1991, 1991-1992**



1990-1991: $Y = 3.8403 (1 - \exp(-0.0346(x + 6.578)))^3$

1991-1992: $Y = 5.0298(1 - \exp(-0.0281(x + 10.390)))^3$

Las medidas corporales (largo de la aleta y largo de la pata) de los pichones al momento de la independencia se encuentran resumidas en la tabla 3.2. No se encontraron diferencias significativas en la longitud de la aleta entre las diferentes temporadas reproductivas (Anova-F= 0.68; g.l= 2, 206; P= 0.51). Sin embargo los pichones independizados en los distintos años mostraron diferencias en la longitud de la pata (Anova-F= 10.96; g.l= 2, 206; P< 0.001).

La tabla 3.3, muestra el número de pichones muertos por diferentes causas en cada estación reproductiva estudiada. La proporción de pichones muertos por diferentes causas (fueron agrupados ahogados, naciendo y predados) no fue variable a lo largo de las 3 temporadas reproductivas ($X^2= 4.93$; g.l= 4; P> 0.05). Sin embargo al analizar las causas individualmente, se observa que la proporción de pichones ahogados en sus nidos no fue similar entre años. La temporada 1990/91 registró el mayor número de pichones muertos por dicha causa (tabla 3.3). El número de pichones muertos por las demás causas fue similar durante las 3 temporadas (Tabla 3.3). El número de pichones muertos por inanición no varió significativamente ($X^2= 2.02$; g.l= 2; P> 0.1) y tampoco el número de pichones lastimados ($X^2= 2.1$; g.l= 2; P> 0.1).

3.3.4 Peso de los adultos reproductivos

El peso de los individuos reproductivos, fue tomado al comienzo del período de cría de los pichones en las temporadas reproductivas 1989/90 y 1990/91. El peso de los machos como el de las hembras no difirió entre temporadas (ver tabla 3.4).

TABLA: 3.2**MEDIDAS CORPORALES DE PICHONES A LA INDEPENDENCIA
LONGITUD DE LA ALETA (cm) Y LONGITUD DE LA PATA (cm).**

	1989-1990	1990-1991	1991-1992
X ± DS	15.12 ± 0.73	15.13 ± 0.71	15.26 ± 0.86
ALA			
N	(118)	(18)	(73)
X ± DS	11.7 ± 0.56	11.63 ± 0.57	11.31 ± 0.58
PATA			
N	(118)	(18)	(73)

TABLA : 3.3

**NUMERO DE PICHONES MUERTOS POR DIFERENTES CAUSAS
EN CABO VÍRGENES**

CAUSA	1989-1990	1990-1991	1991-1992
INANICION	22	22	25
LASTIMADO	9	9	18
AHOGADO	0	8	1
NACIENDO	2	0	2
PREDADO	0	0	3
TOTAL	33	39	49

TABLA: 3.4

PESO DE ADULTOS REPRODUCTIVOS AL COMIENZO DEL PERIODO DE CRIA DE LOS PICHONES (Noviembre- Diciembre) EN CABO VIRGENES.

	1989-1990	1990-1991
	X ± DS (gr)	X ± DS (gr)
	(N)	(N)
HEMBRAS	3627 ± 403.5 *	3603.8 ± 311.6 *
	(30)	(13)
MACHOS	4085.78 ± 399.04 **	4077.69 ± 484.8 **
	(90)	(13)

*** Student t = 0.18; g.l = 41; P > 0.05 NS**

**** Student t = 0.07; g.l = 101; P > 0.05 NS**

3.3.5 Número de individuos reproductivos de gaviota cocinera

Si bien la colonia de gaviotas no sufrió grandes cambios durante los años de estudio, se detectó alguna variación en el número de individuos reproductivos. En la temporada 1989/90 nidificaron 1110 adultos, en 1990/91, 1442 y en 1991/92, 1080. En la estación reproductiva 1990/91 se registró el mayor número de individuos reproductivos, siendo aproximadamente un 25 % más numerosos que en las temporadas 1989/90 y 1991/92.

3.3.6 Condiciones climáticas

En la tabla 3.5 se encuentran resumidas las temperaturas mínimas promedio y velocidad promedio del viento para los meses de octubre y noviembre de cada uno de los años de estudio. Se presentan datos de temperatura e intensidad del viento sólo para los meses de octubre y noviembre, que es el momento en que se lleva a cabo la incubación de los huevos. Como ya fue mencionado anteriormente, esta es la etapa en la cual si se producen condiciones climáticas extremas, la supervivencia de los huevos puede verse afectada.

Durante el mes de octubre no se registraron variaciones significativas de las temperaturas mínimas diarias entre los diferentes años (Anova-F= 0.667; g.l= 2, 84; P= 0.52). Por el contrario, para el mes de noviembre las temperaturas mínimas fueron diferentes entre las distintas temporadas (Anova-F= 6.99; g.l= 2, 81; P= 0.002). La estación reproductiva 1990/91, fue la que registró menores temperaturas mínimas. Cabe destacar que en las temporadas 1990/91 y 1991/92 se registraron nevadas durante el período de incubación de los huevos.

La velocidad del viento durante el mes de octubre fue similar para todos los años (Kruskal-Wallis= 2.290; P= 0.318). Sin embargo la

TABLA: 3.5

**VALORES PROMEDIO DE TEMPRATURA MINIMA (°C) Y VIENTOS MAXIMOS (NUDOS)
PARA LOS MESES DE OCTUBRE Y NOVIEMBRE EN CABO VIRGENES**

		1989-1990	1990-1991	1991-1992
		X ± DS	X ± DS	X ± DS
		(N)	(N)	(N)
OCTUBRE	Temperatura	3.113 ± 2.2 (30)	2.7 ± 1.7 (28)	2.45 ± 2.4 (29)
	Viento	17.87 ± 4.86 (30)	16.26 ± 5.4 (27)	18.69 ± 7.24 (29)
NOVIEMBRE	Temperatura	5.42 ± 2.66 (30)	3.45 ± 1.41 (27)	4.01 ± 1.77 (27)
	Viento	13 ± 6.2 (30)	19.1 ± 5.7 (29)	20.3 ± 5.1 (30)

intensidad del viento en el mes de noviembre fue significativamente variable entre las distintas temporadas (Kruskal-Wallis= 22.93; $P < 0.001$). Como muestra la tabla 5, las velocidades del viento fueron mayores en las temporadas 1990/91 y 1991/92 que en 1989/90.

Las precipitaciones durante el mes de diciembre, momento en el cual los pichones nacen y son susceptibles a morir ahogados en sus nidos, mostraron una importante variación entre años. En diciembre de 1989, se registró 13.8 mm de lluvia, el mismo mes en 1990 registró 74.4 mm y diciembre de 1991, 58.5 mm. Nuevamente las condiciones más extremas se registraron durante la temporada 1990/91. En dicha temporada, durante los dos primeros días del mes de diciembre llovieron 14 mm y durante los mismos días en la estación 1991/92 también se registró una importante lluvia, aunque no tan intensa como la del año anterior.

3.4 DISCUSION

La colonia de Cabo Vírgenes está sujeta a grandes fluctuaciones anuales en su éxito reproductivo. Durante la temporada de nidificación 1989/90 se alcanzó un éxito muy alto, produciéndose 4 veces más volantones por nido activo que en la temporada 1990/91.

El éxito reproductivo consta de dos componentes básicos: el primero, el éxito de eclosión, es decir la proporción de huevos que eclosionaron y el segundo, el éxito de independencia, es decir la proporción de pichones nacidos que alcanzaron a independizarse. Durante las temporadas de estudio el éxito de eclosión fue más variable que el éxito de independencia, por lo que su aporte a las fluctuaciones en el éxito reproductivo fue de mayor importancia. Es decir, en Cabo Vírgenes, la etapa de incubación de los huevos es el principal "cuello de botella" que los pingüinos deben superar para lograr una nidada exitosa. Sorprendentemente, es exactamente lo contrario de lo que ocurre en la colonia de Punta Tombo, donde las variaciones anuales en el éxito reproductivo se deben fundamentalmente a diferencias en la supervivencia de los pichones (Boersma *et al.* 1990). Esto evidencia una diferencia en los factores que estarían regulando el éxito reproductivo en cada una de estas colonias.

3.4.1 Causas de la variación en el éxito reproductivo

Como ya fue mencionado anteriormente, las variaciones en el éxito reproductivo de las aves marinas coloniales pueden deberse a cambios en la disponibilidad del alimento, condiciones climáticas y/o a la depredación.

Los resultados obtenidos de los parámetros reproductivos estudiados en esta colonia durante las 3 temporadas de nidificación, no parecen sustentar la hipótesis que el principal factor que regula el éxito reproductivo, son los cambios en la disponibilidad del alimento.

El tamaño menor de los huevos durante la estación 1990/91, representaría una escasez de alimento en una etapa previa al arribo a la colonia, ya que la hembra comienza la formación del huevo, durante la migración. Boersma *et al.* (1990), encontraron, para la colonia de Punta Tombo, diferencias en el tamaño de los huevos y en la fecha de comienzo de la postura entre temporadas, atribuyéndolo a una baja disponibilidad de alimento antes de la estación reproductiva. Si bien se encontró que el tamaño de los huevos fue menor durante la estación 1990/91, no hubo diferencias en la fecha de inicio de la postura (Ver capítulo 1).

La deserción de nidos fue muy variable entre años y fue máxima en la temporada de menor éxito reproductivo (1990/91). Yorio (1991), sostuvo que las causas de deserción de nidos en la colonia de Punta Tombo fueron debida fundamentalmente a una mala condición física de los adultos al comienzo de la estación reproductiva, y a la inundación de nidos producida por fuertes tormentas.

En Cabo Vírgenes, durante la estación 1990/91 se produjo la mayor proporción de nidos desertados (16 %). Esto coincidió con los registros de temperaturas mínimas más bajos y de mayor intensidad del viento, para el mes de noviembre. Estas condiciones climáticas extremas pudieron acelerar el consumo de reservas de los adultos incubantes y forzarlos a abandonar sus nidos para ir a alimentarse. Esto pudo haber exacerbado la depredación, que fue excepcionalmente alta durante la temporada 1990/91. Sin embargo el peso de los adultos al comienzo del período de cría de los pichones fue similar entre años, significando que luego del prolongado ayuno llevado a cabo durante la incubación, machos y hembras

lograron reponer sus reservas, antes de comenzar la etapa de cuidado parental de los pichones.

El desarrollo de los pichones, no reflejó cambios aparentes en la disponibilidad de alimento a lo largo de todo el período de cría. El hecho de que sus pesos al nacimiento y al momento de la independencia sean similares así lo demuestran. Sin embargo a pesar que la frecuencia de alimentación de los pichones entre años fue la misma, la tasa de incremento en peso fue menor durante la temporada 1989/90 respecto de las dos restantes. Esto respondió a que en dicha temporada, los pichones tardaron 4 días más en alcanzar su independencia. Durante la estación 1989/90 hubo un altísimo éxito reproductivo (0.83 pichones independizados por nido) lo que significa que durante dicha temporada se encontraban en la colonia un número mucho mayor de pichones respecto de las otras temporadas reproductivas. Esta mayor demanda de alimento en toda la colonia podría haber determinado un pequeño aumento de la competencia, que no modificó ni la supervivencia de los pichones ni el éxito reproductivo sino que obligó a los padres a incrementar la duración del período de cría. Esto ocurriría sólo durante las estaciones con un muy alto éxito reproductivo, dado que no se observó lo mismo en las temporadas 1990/91 y 1991/92 a pesar que la cantidad de pichones presentes en la colonia en una y otra temporada fue muy distinta.

Una evidencia adicional, que muestra que no existieron cambios importantes en la disponibilidad de alimento entre los años de estudio, la conforman las curvas de crecimiento de los pichones. En ambas temporadas los pichones mostraron el mismo patrón de crecimiento en peso y sin embargo el éxito reproductivo fue tres veces mayor en 1991/92 respecto de 1990/91.

Ashmole (1971), sostiene que en algunos casos es posible que las curvas de crecimiento en peso de los pichones, en dos sitios con distinta disponibilidad de alimento, sean similares. Este autor propone

que los pichones en el sitio con mayor disponibilidad de alimento invertirían más en el crecimiento del cuerpo y no tanto en el peso corporal. Sin embargo para el caso de la colonia de Cabo Vírgenes, las medidas morfométricas de los pichones al momento de la independencia, no parecen confirmar la idea propuesta por Ashmole.

Por otro lado, las diferencias que existen en el peso a la independencia entre pichones provenientes de nidos con 1 o 2 crías, marcarían un límite en la capacidad de los padres en la captación de alimento para sus pichones. El hecho que en todas las temporadas la proporción de nidos con dos pichones independizados haya sido similar, confirma una vez más que la disponibilidad de alimento no fue importante en la determinación de los cambios en la supervivencia de los pichones en la colonia de Cabo Vírgenes. Según Lack (1968), en muchas especies de aves marinas cuando el alimento es escaso, sólo el primer pichón recibe alimento y el segundo pichón muere de hambre. De esta manera los padres evitan "mal gastar" su inversión en el segundo pichón que de todas formas morirá por falta de alimento y se aseguran la supervivencia del primer pichón.

El patrón de mortalidad de pichones en las distintas estaciones reproductivas apoya la idea que la disponibilidad del alimento no explica las variaciones en el éxito reproductivo. En todos los años la proporción de pichones muertos por inanición fue similar y en cambio la proporción de pichones muertos ahogados fue mucho mayor en la temporada de menor éxito reproductivo.

El número de individuos reproductivos de gaviota cocinera presentes en la colonia de Cabo Vírgenes fue más abundante durante la temporada de menor éxito reproductivo y la de mayor proporción de nidos depredados. Sin embargo, el aumento del número de gaviotas fue del orden del 25 % y la depredación de nidos de pingüino, en la misma temporada, fue 3 veces mayor que en los restantes años. Aunque probablemente no exista una

relación directa entre el número de gaviotas reproductivas y la tasa de depredación de huevos de pingüinos, es posible asumir que al existir un mayor número de gaviotas presentes, mayor será la presión por depredación en la colonia de pingüinos. Por lo tanto el aumento en la población de gaviotas no parece explicar completamente las variaciones anuales en la pérdida de huevos.

Como ya fue mencionado, el número de nidos en los que ocurrió una deserción permanente, fue mayor durante la temporada 1990/91. Esto apoya la idea que las condiciones climáticas extremas registradas, durante la temporada reproductiva 1990/91 condujeron a una mayor deserción de los nidos, tanto en forma permanente como temporaria. Sumado a esto, la presencia de un mayor número de gaviotas, fue el determinante de la alta proporción de huevos perdidos. Adicionalmente las lluvias durante el mes de diciembre produjeron una gran mortalidad de pichones, contribuyendo al bajo éxito reproductivo de la temporada 1990/91.

Aunque en forma más atenuada, algo similar ocurrió durante la temporada 1991/92. Las condiciones climáticas durante el mes de noviembre pudieron haber determinado un pequeño aumento en la depredación de huevos y las lluvias durante diciembre produjeron una mayor mortalidad de pichones respecto de la estación 1989/90.

En resumen, las condiciones climáticas extremas combinadas con una alta presión por depredación, resultan una buena alternativa para explicar las variaciones en el éxito reproductivo en la colonia de Cabo Vírgenes. Si bien en la colonia de Cabo Vírgenes, no existen evidencias que la disponibilidad de alimento cambió durante el período de estudio, podría existir un bajo nivel de competencia por el alimento que no afectaría la supervivencia de los pichones, pero sí obligaría a los padres a prolongar el período de cuidado parental en temporadas con muy alto éxito reproductivo.

CAPITULO 4:

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ECOLOGIA
REPRODUCTIVA DEL PINGÜINO DE
MAGALLANES EN LAS COLONIAS DE CABO
VIRGENES Y PUNTA TOMBO**

4.1 INTRODUCCION

La influencia de la disponibilidad de alimento sobre la reproducción en aves marinas ha sido probada en muchos casos con evidencia indirecta y circunstancial (Birkhead y Furness 1984).

Anderson *et al.* (1980, 1982), encontraron que el éxito reproductivo del pelícano marrón (*Pelecanus occidentalis*), estuvo asociado con las mediciones de abundancia local de sus presas en los alrededores de sus colonias ubicadas al sur de California. Del mismo modo se encontró una relación estrecha entre el éxito reproductivo de los frailecillos (*Fratercula artica*) y la calidad de su dieta (Harris y Hislop 1978; Harris 1983).

Ashmole (1963), postuló la existencia de procesos denso-dependientes relacionados con la disponibilidad de alimento, en la regulación de las poblaciones de aves oceánicas. Este autor, sostuvo que durante la estación reproductiva las aves son capaces de disminuir la abundancia del alimento en las cercanías a la colonia, generándose una competencia intraspecífica por el alimento y una reducción del éxito reproductivo. Si bien la hipótesis de Ashmole fue propuesta para aves marinas tropicales, Furness y Birkhead (1984) sugieren que también puede extenderse a zonas de mayor latitud. Una predicción importante que se desprende de esta hipótesis es que existe una relación negativa entre el tamaño de las colonias de nidificación y los parámetros reproductivos. Gaston *et al.* (1983) encontró, para alcas (*Uria lomvia*), una correlación negativa entre el tamaño de las colonias y el peso de los pichones a la independencia, sugiriendo que la competencia por el alimento alrededor de grandes colonias determina menores tasas de alimentación de los

pichones y un crecimiento de los mismos más lento. Coulson *et al.* (1982), encontró que luego de reducirse sensiblemente el tamaño de una colonia de gaviota arenquera (*Larus argentatus*), el peso de los huevos se incrementó, la edad de la primera reproducción se redujo e incrementó el tamaño y el peso de los adultos que permanecieron en la colonia.

Varios estudios en pingüinos han mostrado a la disponibilidad de alimento como un factor limitante en el crecimiento y en el tamaño de la nidada. Por ejemplo, en el pingüino de adelia (Ainley y Schlatter 1972), en el de las Galápagos (Boersma 1976), en el pingüino del cabo (Cooper 1977) y en el pingüino de ojos amarillos (Van Heezik y Davis 1990). Mientras que Williams (1980), muestra el efecto de la disponibilidad de alimento sobre la supervivencia de los pichones en el pingüino papua. Según Williams y Cooper (1984), el pingüino del cabo y probablemente todas aquellas especies de pingüinos que se alimentan cerca de la costa, pueden ajustar el número de pichones a criar y su tasa de crecimiento, de acuerdo al alimento disponible.

4.1.2 ASINCRONIA EN EL NACIMIENTO DE LOS PICHONES

Lack (1954, 1966, 1968) propuso que la asincronía en la eclosión de los huevos es una respuesta adaptativa de las aves frente a una fuente de alimento impredecible. Este autor explicó el significado adaptativo de esta asincronía a través de la hipótesis de la reducción de nidada. Lack, propuso que las diferencias de tamaño entre pichones hermanos, debidas al intervalo de tiempo transcurrido entre sus nacimientos, produce una mortalidad diferencial dentro de la camada de manera de maximizar el número de pichones independizados, en años con baja disponibilidad de alimento. De esta manera cuando el alimento no sea suficiente para criar a ambos hermanos, el pichón más joven y pequeño morirá. Los padres invertirán todos los recursos en su primer pichón,

aumentando su probabilidad de supervivencia. Según Amundsen y Stokland (1988), cuando ocurre la reducción de nidada, el pichón más pequeño de camadas asincrónicas, tendrá un crecimiento más lento, menor peso a la independencia y mayor mortalidad. Entonces la supervivencia total de pichones será mayor en nidadas asincrónicas que en las sincrónicas. Estas diferencias sólo serían aparentes bajo condiciones de baja disponibilidad de alimento. Por el contrario, muchos autores han sugerido que la asincronía en la eclosión puede ser desventajosa cuando el alimento es abundante (Slagsvold 1982; Skagen 1987, 1988; Stokland y Amundsen 1988; Bryant y Tatner 1990).

Por lo tanto existirían situaciones bajo las cuales la asincronía en el nacimiento de los pichones podría ser ventajosa y otras donde podría ser desventajosa. De acuerdo a esto los padres podrían controlar dicha asincronía, comenzando o no la incubación del primer huevo antes que el segundo haya sido puesto.

En los últimos años, se han llevado a cabo muchos estudios en pingüinos sobre la asincronía en la eclosión de los huevos y su relación con la supervivencia de pichones (Boersma 1990; Lamey 1990; Seddon y Van Heezik 1991; Williams y Croxall 1991). Los resultados de estos trabajos no son completamente claros, Seddon y Van Heezik (1991), para el pingüino del cabo, y Williams y Croxall (1991), para el pingüino papua, no encontraron una relación entre la asincronía en la eclosión y la supervivencia de pichones. Sin embargo Boersma (1990), para el Pingüino de Magallanes en la Colonia de Punta Tombo, encontró que en nidadas sincrónicas y muy asincrónicas se alcanzó un éxito reproductivo menor.

Cabo Vírgenes y Punta Tombo, las dos colonia de nidificación de esta especie de pingüino más numerosas, están sujetas a diferentes condiciones de disponibilidad de alimento (Ver capítulo 2).

Punta Tombo muestra una alta variabilidad e impredecibilidad del alimento, durante la estación reproductiva (Boersma *et al.* 1990). Por

otro lado, Boersma *et al.* (1990), concluyen que la disponibilidad del alimento en dicha colonia, es el principal determinante del éxito reproductivo y de su variación anual. Es importante destacar que Punta Tombo, es la colonia más numerosa de esta especie y contiene más del doble de individuos reproductivos que la colonia de Cabo Vírgenes (Ver Capítulo 1).

En Cabo Vírgenes el recurso alimentario se muestra mucho más predecible y existe una mayor disponibilidad de dicho recurso para los individuos nidificantes (Capítulo 2). La disponibilidad de alimento no tuvo un efecto importante en la determinación y variación del éxito reproductivo de esta especie (Capítulo 3).

4.1.3 OBJETIVOS

El objetivo de este capítulo es estudiar el efecto de la disponibilidad de alimento, sobre algunos parámetros y estrategias reproductivas del Pingüino de Magallanes (*Spheniscus magellanicus*).

Bajo la hipótesis de Ashmole, se espera que en la colonia de Punta Tombo las tasa de incremento en peso, la frecuencia de alimentación de los pichones y el peso de los mismos a la independencia, sean menores que en Cabo Vírgenes. Por otro lado, si el recurso alimentario en Cabo Vírgenes es más predecible respecto de Punta Tombo, se espera que el patrón de asincronía en la eclosión de los huevos y su relación con la supervivencia de los pichones, sean diferentes entre ambas colonias de nidificación.

4.2 MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó paralelamente en las colonias reproductivas de Cabo Vírgenes, Provincia de Santa Cruz y Punta Tombo, Provincia de Chubut, durante las temporadas reproductivas de 1989/90, 1990/91 y 1991/92.

En Cabo Vírgenes se estudiaron aproximadamente 160 nidos activos en cada una de las tres temporadas (Ver capítulos 1 y 3). Los nidos de estudio fueron seguidos desde su ocupación hasta el momento de la independencia de los pichones. Como fue mencionado en capítulos anteriores los controles de los nidos fueron diarios durante los días cercanos a la postura y a la eclosión de los huevos. De esta manera fue posible conocer el día exacto de postura y eclosión en cada uno de los nidos estudiados.

Los huevos fueron marcados e individualizados el mismo día que fueron puestos (Ver capítulo 1). Durante las estaciones 1990/91 y 1991/92, al momento de marcar el primer huevo (Huevo 1) se registró su temperatura y se diferenció en caliente, tibio o frío. Este dato permitió tener una estimación de la proporción de huevos 1 que comenzaron a ser incubados dentro de las primeras 24 horas de haber sido puestos. Una vez puesto el segundo huevo (Huevo 2) se lo marcó y se calculó el intervalo de postura (ITP) para cada nido durante las temporadas 1990/91 y 1991/92. El ITP se definió como el tiempo transcurrido, en días, entre la postura del huevo 1 y la del huevo 2. Como ya fue mencionado en capítulos anteriores, no se cuentan con datos completos sobre la fecha de postura de los huevos para la estación reproductiva 1989/90.

Del mismo modo todos los pichones fueron marcados y pesados dentro de las 24 hs de haber nacido (Ver capítulo 3). A través de los controles

diarios fue posible conocer el día de nacimiento de cada pichón, lo que permitió calcular la duración de la incubación de cada huevo y el intervalo de eclosión (ITE) en todos los nidos estudiados. El largo de la incubación es definida como el número de días transcurridos desde la postura hasta la eclosión del huevo. El ITE se definió como el intervalo de tiempo transcurrido, en días, entre el nacimiento del primer pichón y el nacimiento del segundo.

Los pichones de los nidos de estudio fueron seguidos y pesados a intervalos de tiempo variables desde su nacimiento hasta su independencia (Ver capítulos 1 y 3). Esto permitió estimar la tasa de incremento en peso de los pichones, la cual ya fue definida en el capítulo 3. Los pesos de los pichones fueron registrados utilizando balanzas de resorte de 300 ± 5 gr; 500 ± 5 gr; 1000 ± 10 gr; 3000 ± 50 gr y 6000 ± 50 gr.

Los datos sobre la colonia de Punta Tombo correspondientes a las temporadas 1989/90, 1990/91 y 1991/92 fueron tomados por la Dra Dee Boersma y su grupo de investigación. Se siguió el mismo procedimiento anteriormente descrito para la colonia de Cabo Vírgenes. La información sobre el éxito reproductivo, en Punta Tombo, durante esas temporadas no se encuentra publicada y me fue permitido utilizarla por la Dra Boersma. Datos procesados correspondientes a otras temporadas reproductivas (Por ej. intervalo medio de postura y eclosión) fueron extraídos de la bibliografía (Boersma 1990).

El peso de los pichones a la independencia, la duración del período de cría (edad a la independencia) y la tasa de incremento en peso de los pichones (velocidad promedio de crecimiento en peso) fueron comparadas entre ambas colonias para las mismas temporadas reproductivas.

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Exito reproductivo en Cabo Vírgenes y Punta Tombo

El éxito reproductivo, considerado como el número de pichones independizados por nido activo, fue altamente variable en las dos colonias estudiadas (Fig. 3.1 y Fig. 4.1). Comparando temporadas con alto éxito reproductivo en ambas colonias, se observó que en Cabo Vírgenes, se independizaron más pichones por nido que en Punta Tombo. Del mismo modo durante las temporadas con bajo éxito, para ambas colonias, el número de pichones independizados por nido fue menor en Punta Tombo (Fig. 3.1 y Fig. 4.1).

4.3.2 Parámetros reproductivos

Los pesos de los pichones a la independencia, la duración del período de cría y la tasa de incremento en peso de los pichones, para la colonia de Punta Tombo y Cabo Vírgenes se encuentran resumidos en las tablas 4.1 y 3.1 respectivamente. En la colonia de Punta Tombo, los 3 parámetros reproductivos antes mencionados, fueron significativamente diferentes entre las estaciones reproductivas estudiadas (tabla 4.1).

El peso de los pichones a la independencia fue significativamente más alto en Cabo Vírgenes que en Punta Tombo, para las temporadas reproductivas 1989/90 y 1990/91 (Anova- $F_{88-90} = 13.622$; g.l= 1, 242; $P < 0.001$; Anova- $F_{90-91} = 81.99$; g.l= 1, 208; $P < 0.001$). Sin embargo en la temporada 1991/92, no se encontraron diferencias significativas entre colonias (Mann-Whitney $U = 1397$; $N_1 = 24$, $N_2 = 100$; $P = 0.211$) para la misma variable, aunque los pichones alcanzaron un peso levemente mayor en Punta Tombo (Ver Tablas 3.1 y 4.1). Se obtuvieron resultados similares

FIG: 4.1

EXITO REPRODUCTIVO EN PUNTA TOMBO

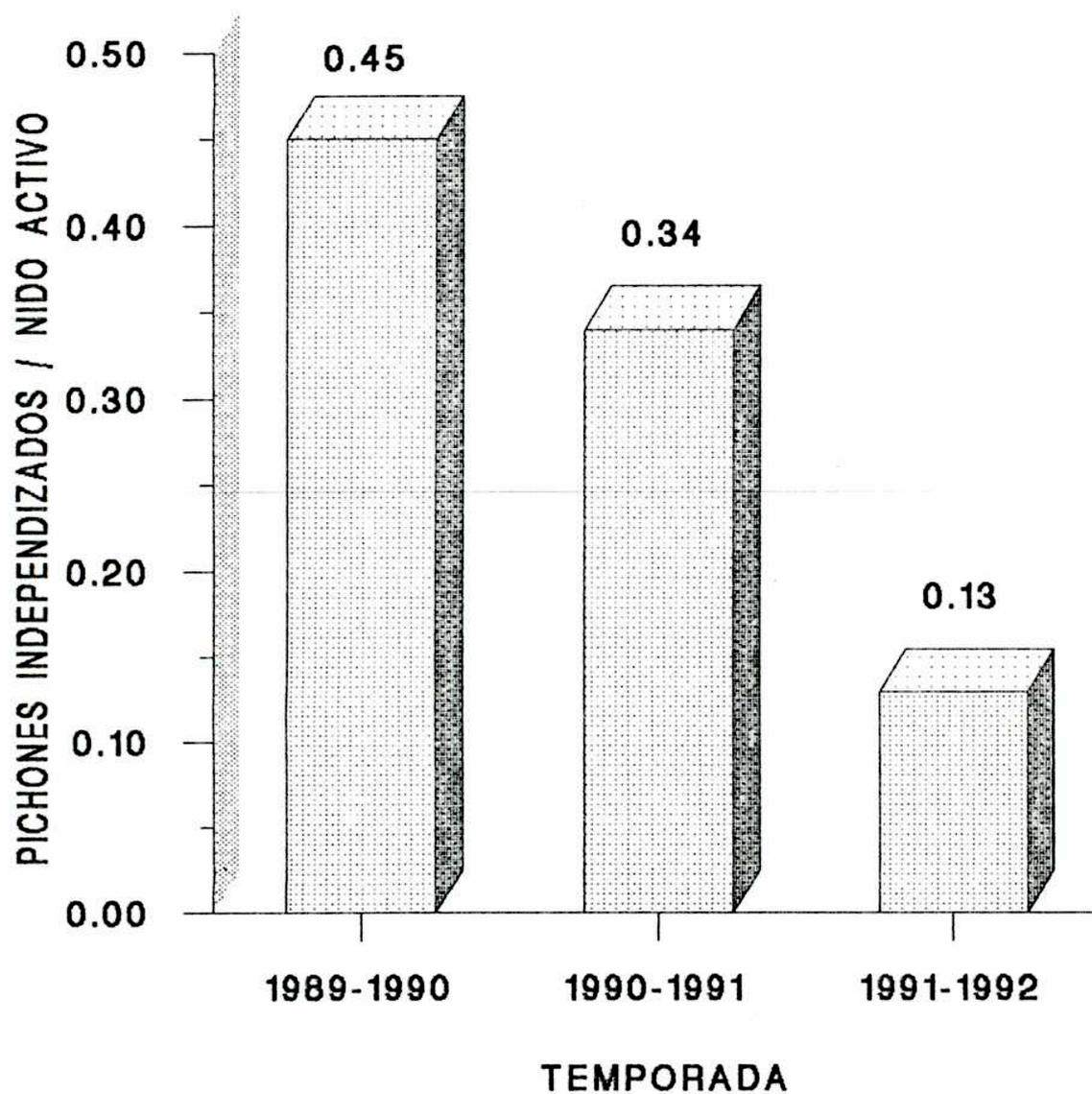


TABLA : 4.1

PESOS AL NACIMIENTO Y A LA INDEPENDENCIA, TASAS DE INCREMENTO EN PESO Y EDAD A LA INDEPENDENCIA EN PUNTA TOMBO

	1989-1990	1990-1991	1991-1992	
	X \pm DS	X \pm DS	X \pm DS	
	(\bar{n})	(\bar{N})	(\bar{n})	
PESO AL NACIMIENTO (gr)	90 \pm 10 (109)	88 \pm 8 (100)	88 \pm 6 (21)	*
PESO A LA INDEPENDENCIA (gr)	2666 \pm 467 (125)	2330 \pm 402 (102)	3134 \pm 369 (24)	
EDAD A LA INDEPENDENCIA (días)	77.99 \pm 6.96 (125)	77.36 \pm 7.89 (102)	71.33 \pm 5.05 (24)	***
TASA DE INCREMENTO EN PESO (gr/día)	33 \pm 7.0 (125)	29 \pm 5.5 (102)	43.1 \pm 7.4 (25)	****

* ANOVA (F = 1.488, GL = 2, 227 P = 0.23) NS

** ANOVA (F = 39, GL = 2, 248 P < 0.001) S

*** KRUSKAL WALLIS (KW = 19 P < 0.001) S

**** ANOVA (F = 45.46, GL = 2, 248 P < 0.001) S

al comparar las tasas de incremento en peso de los pichones que alcanzaron la independencia en ambas colonias. Dichas tasas fueron mayores en Cabo Vírgenes en las temporadas 1989/90 y 1990/91 (Mann-Whitney $U_{89/90} = 4271$; $N_1 = 125$, $N_2 = 114$; $P < 0.001$; Mann-Whitney $U_{90/91} = 112$; $N_1 = 102$, $N_2 = 23$; $P < 0.001$), mientras que para la temporada reproductiva 1991/92 no se encontraron diferencias significativas (Mann-Whitney $U = 998$; $N_1 = 24$, $N_2 = 85$; $P = 0.872$).

Los pichones en Punta Tombo alcanzaron la independencia a edades mayores o bien lo que es lo mismo, la duración del período de cría en dicha colonia fue más prolongado que en Cabo Vírgenes para todas las estaciones reproductivas estudiadas (Mann-Whitney $U_{89/90} = 12187$; $N_1 = 125$, $N_2 = 124$; $P < 0.001$; Mann-Whitney $U_{90/91} = 2077$; $N_1 = 102$, $N_2 = 23$; $P < 0.001$; Mann-Whitney $U_{91/92} = 1449$; $N_1 = 24$, $N_2 = 88$; $P = 0.005$).

Como ya fue mencionado en el capítulo 2, la frecuencia de alimentación de los pichones fue significativamente mayor en Cabo Vírgenes que en Punta Tombo (Ver tabla 2.4). Esto concuerda con los resultados obtenidos de las observaciones de distancias de alimentación de los pingüinos en una y otra colonia (Ver capítulo 2).

4.3.3 Asincronía en la eclosión de los huevos

Se estimó el intervalo de postura medio para Cabo Vírgenes utilizando conjuntamente los datos obtenidos en las temporadas 1990/91 y 1991/92, mientras que para Punta Tombo los datos corresponden a las temporadas reproductivas 1985/86, 1986/87 y 1987/1988 y fueron tomados de Boersma (1990). El intervalo de postura promedio para Cabo Vírgenes fue de 3.7 días ($s = 0.61$; $n = 222$) y para Punta Tombo de 3.8 días ($s = 0.67$, $n = 419$), no encontrándose diferencias significativas (Mann-Whitney $U = 43.735$, $P = 0.12$). Las figuras 4.2 y 4.3 muestran la distribución de

FIG: 4.2

INTERVALO DE POSTURA EN CABO VIRGENES,
1989-1992

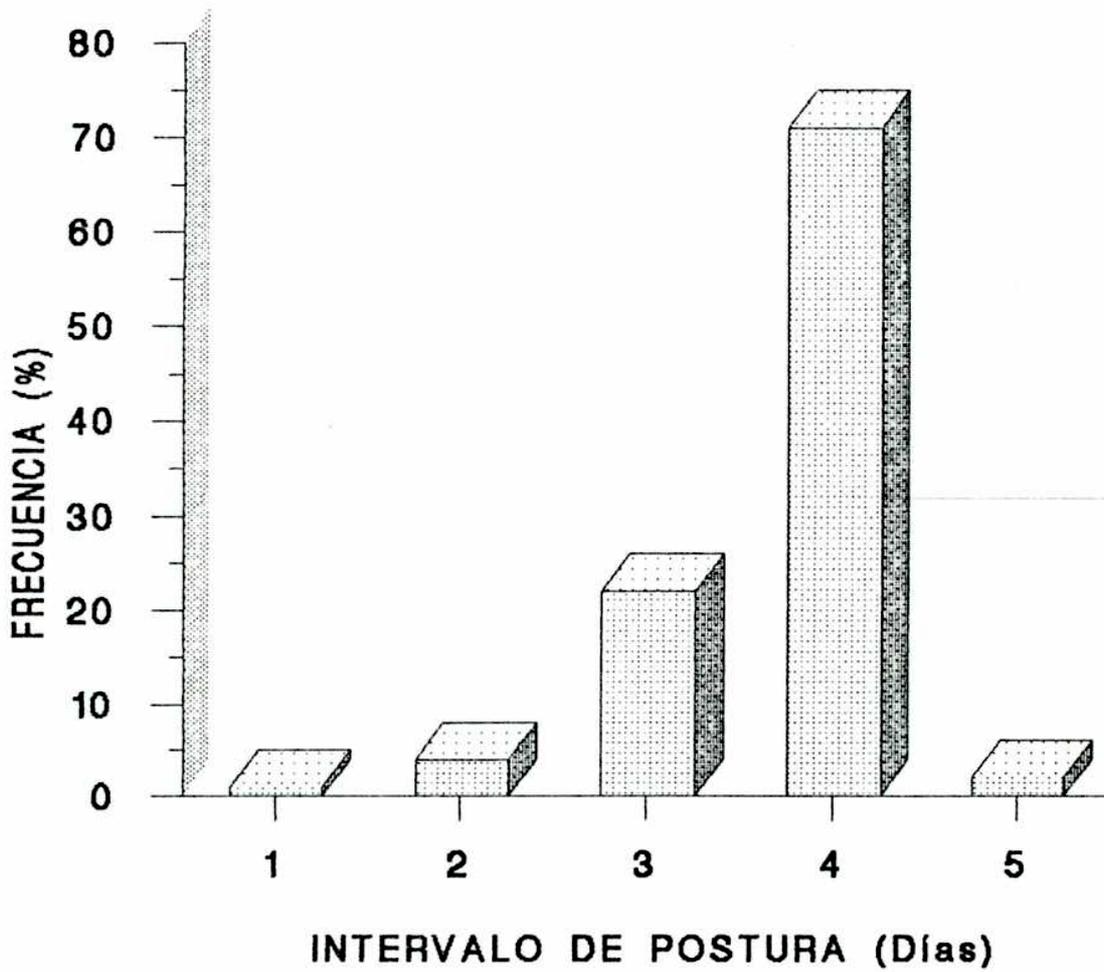
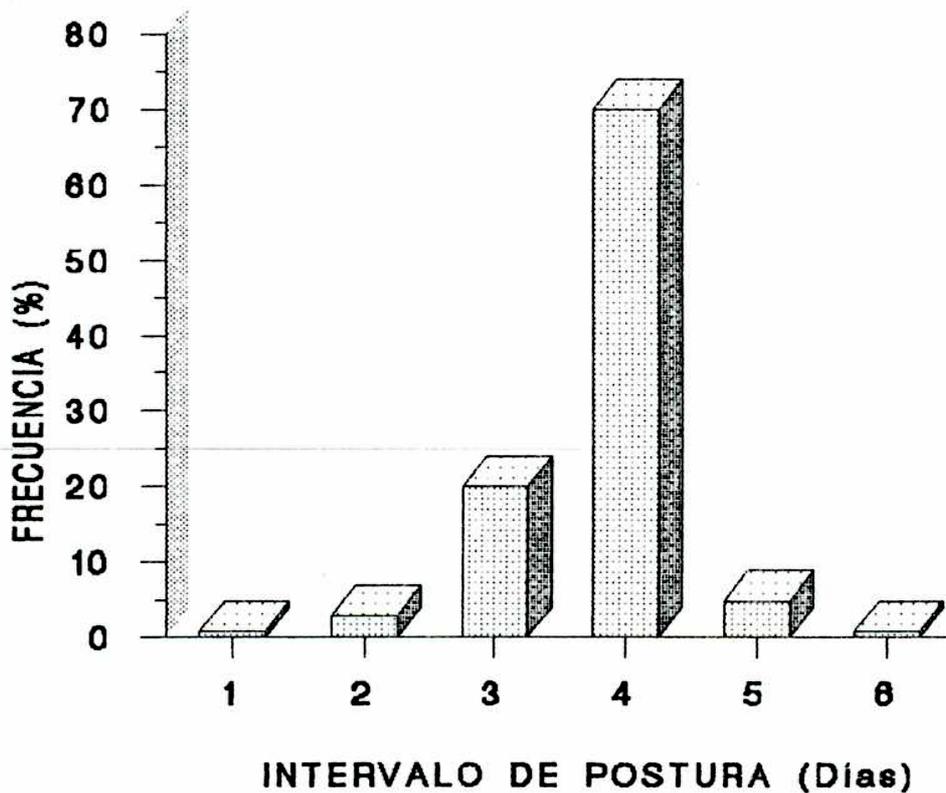


FIG: 4.3

INTERVALO DE POSTURA EN PUNTA TOMBO,
1985-1988



frecuencias de los distintos intervalos de posturas en Cabo Vírgenes y Punta Tombo respectivamente.

El intervalo promedio de eclosión entre colonias fue significativamente más corto en Cabo Vírgenes (Mann-whitney $U= 24.064$; $P < 0.001$). En Cabo Vírgenes los pichones hermanos nacieron con un intervalo promedio de 1.5 días ($s= 0.88$; $n= 220$), mientras que en Punta Tombo lo hicieron en un intervalo promedio de 2 días ($s= 1.0$; $n= 299$). Cabe aclarar que para la estimación de dicho intervalo en Cabo Vírgenes se utilizaron datos de las 3 temporadas reproductivas que fueron estudiadas, mientras que los datos de Punta Tombo fueron tomados de Boersma (1990). La distribución de frecuencias de los distintos intervalos de eclosión, para ambas colonias, se muestran en las figuras 4.4 y 4.5.

Podría argumentarse que la diferencia entre el ITP (3.7 días) y el ITE (1.5 días) en Cabo Vírgenes es debido a la inclusión de la temporada 1989/90 en el análisis del ITE. Sin embargo, el intervalo de eclosión promedio en Cabo Vírgenes fue similar entre las 3 temporadas reproductivas estudiadas (Anova- $F= 0.57$ $g.l= 2, 117$; $P= 0.56$). Por lo tanto la diferencia entre los intervalos de postura (ITP) y de eclosión (ITE), en dicha colonia, no se debió a la inclusión de la temporada 1989/90 al estimar el intervalo de eclosión.

La temperatura de incubación del primer huevo, dentro de las primeras 24 horas de haber sido puesto, no fue significativamente distinta entre ambas colonias ($X^2= 1.1$; $g.l= 2$; $P > 0.05$).

En Cabo Vírgenes la supervivencia de pichones decrece a medida que el intervalo de eclosión aumenta (Fig. 4.6). En esta misma colonia, se encontró una correlación negativa entre la supervivencia de los pichones y el tiempo transcurrido entre el nacimiento del primero y del segundo pichón (ITE) ($r= -0.964$; $n= 5$; $P < 0.01$).

FIG: 4.4
INTERVALO DE ECLOSION EN CABO VIRGENES,
1989-1992

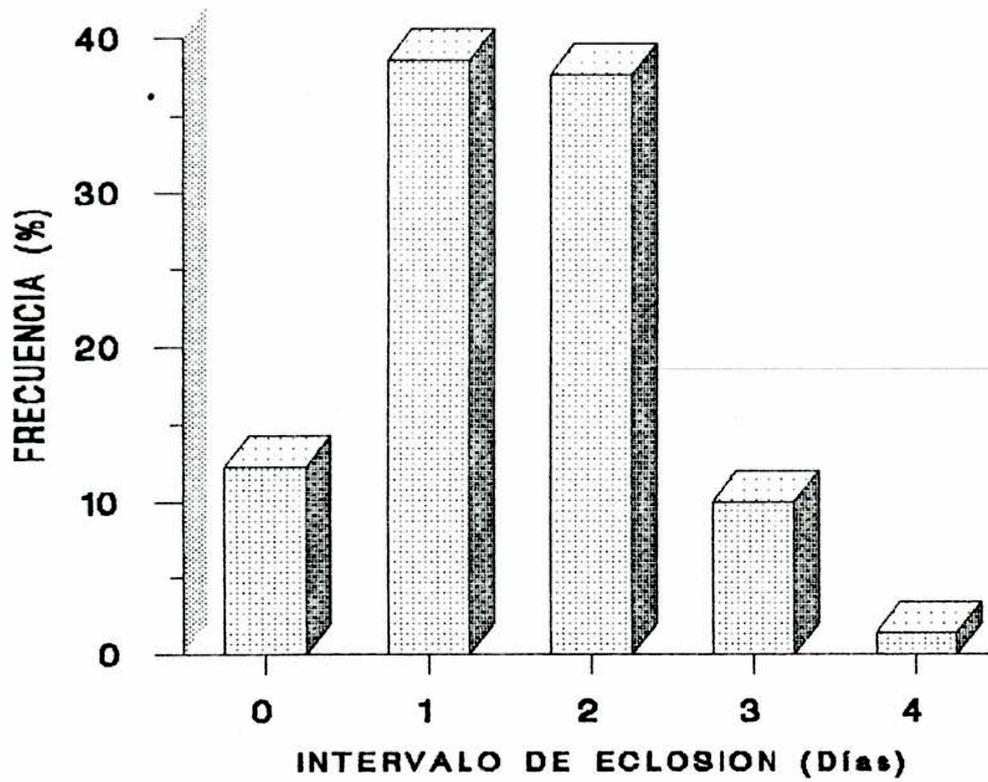


FIG: 4.5

INTERVALO DE ECLOSION EN PUNTA TOMBO, 1985-1988

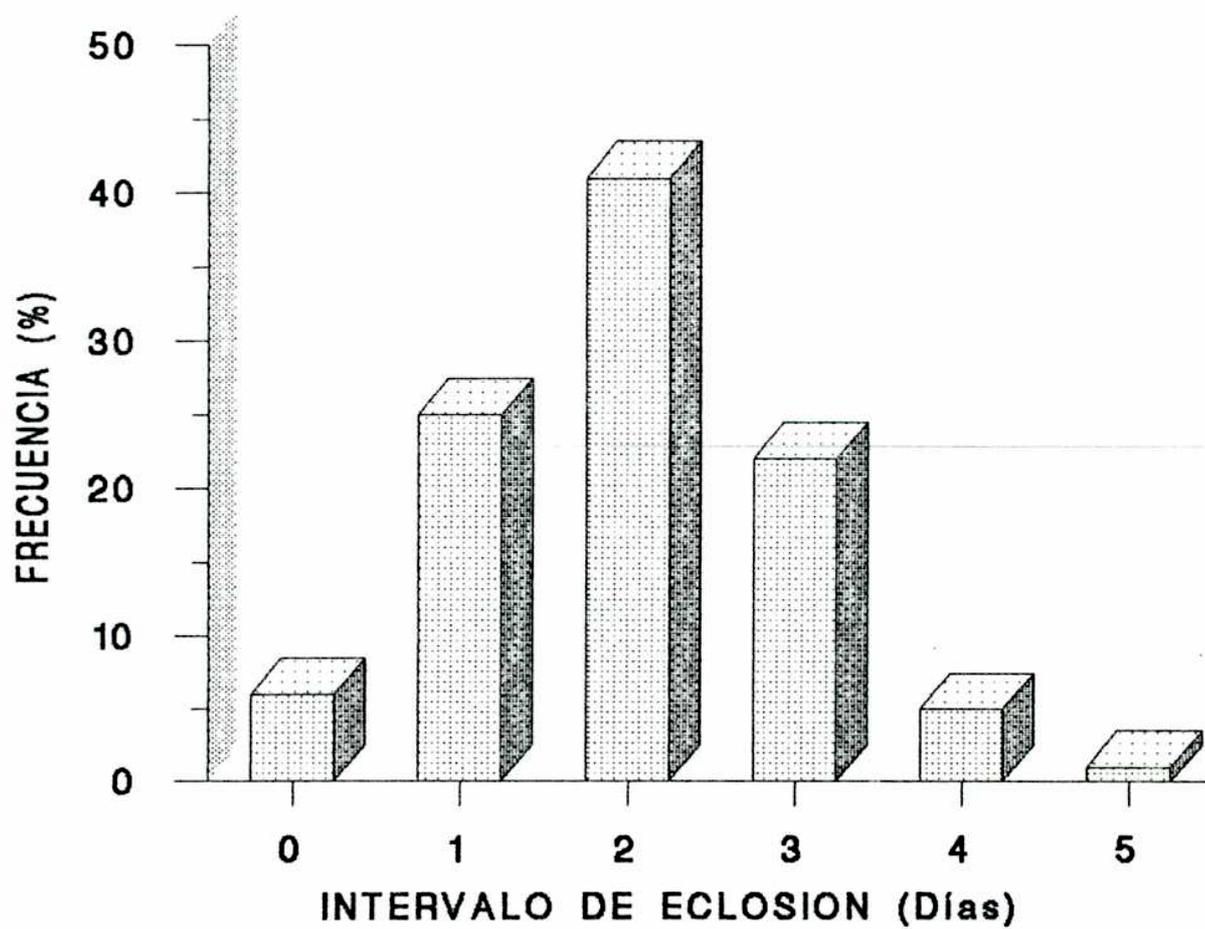
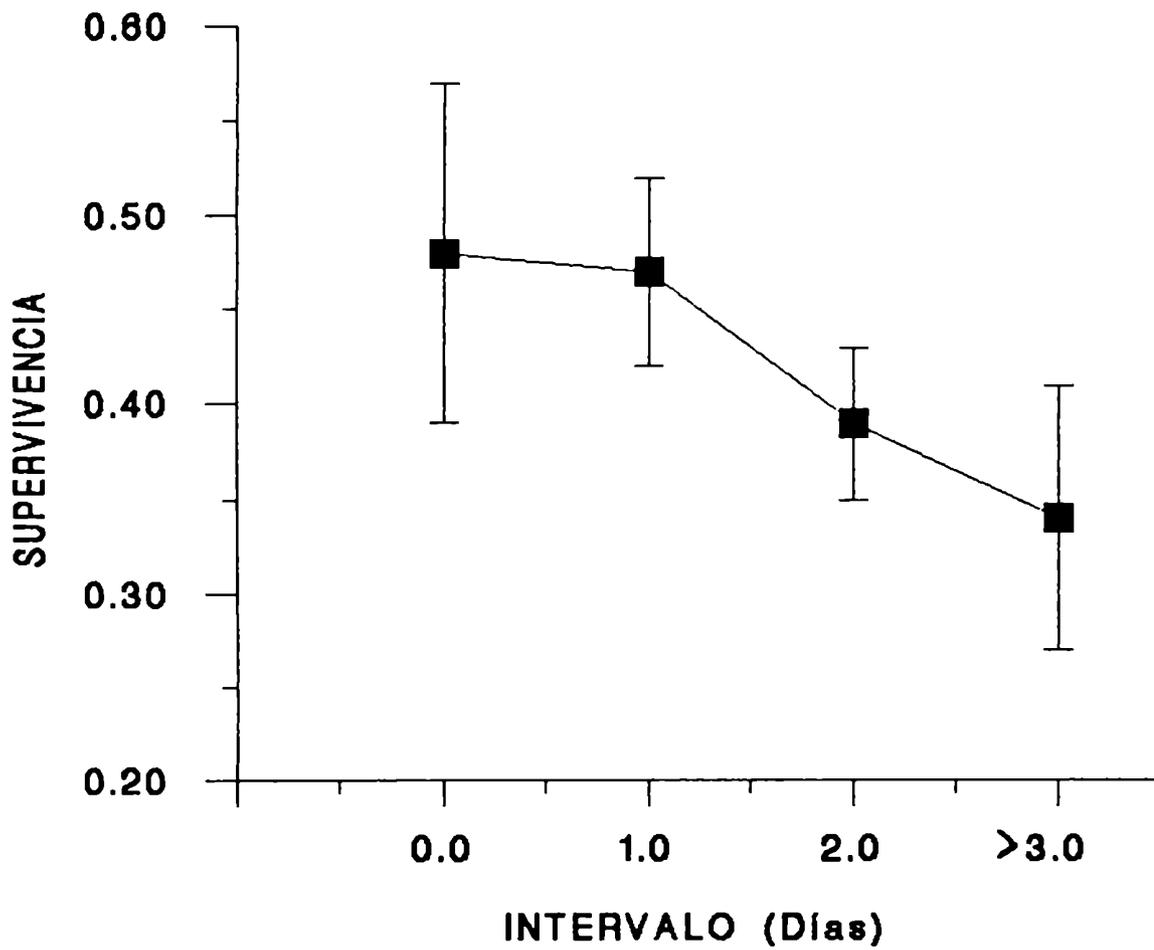


FIG: 4.6

INTERVALO DE ECLOSION Y SUPERVIVENCIA DE PICHONES EN CABO VIRGENES, 1989-1992



En Punta Tombo Boersma (1990), encontró que los nidos con intervalos de eclosión intermedios (2 y 3 días) tuvieron un mayor éxito reproductivo debido a una mayor supervivencia de sus pichones. Los nidos sincrónicos (0 días) o los muy asincrónicos (4 o más días), tuvieron consecuentemente menor éxito reproductivo.

4.4 DISCUSION

4.4.1 Exito y parámetros reproductivos en Cabo Vírgenes y Punta Tombo

La colonia de Cabo Vírgenes tuvo una mayor producción de pichones independizados por nido que la colonia de Punta Tombo, para las 3 temporadas reproductivas estudiadas. Considerando sólo una temporada (1989/90) para Cabo Vírgenes, se produjeron casi tantos pichones por nido como en Punta Tombo para las 3 temporadas (1989/90, 1990/91 y 1991/92). Cabe destacar que en Cabo Vírgenes durante la temporada 1992/93 el éxito fue de 1.01 pichones independizados por nido (Frere y Gandini datos no publicados). Esto demuestra que los distintos factores que regulan el éxito reproductivo en cada una de estas colonias no lo estan haciendo de igual forma y tampoco están actuando a los mismos niveles.

Este trabajo encontró un fuerte sustento, aunque indirecto, a la hipótesis de Ashmole. La velocidad de crecimiento, el peso final alcanzado y la frecuencia con que los pichones fueron alimentados fue menor en la colonia de Punta Tombo, la cual contiene más del doble de los individuos que Cabo Vírgenes (Ver capítulo 2). Esto permite suponer que los adultos en Punta Tombo debieron viajar mayores distancias en busca de su alimento afectando el aprovisionamiento de alimento para los pichones. Ashmole (1963, 1971), sugirió que los individuos pertenecientes a grandes colonias serían capaces de producir una disminución de sus presas en las cercanías a los sitios de reproducción, incrementándose la competencia intraespecífica. Por esta razón los individuos se verían forzados a buscar su alimento a mayores distancias de la colonia. Esto podría implicar la existencia de un mecanismo denso-dependiente en la colonia de Punta Tombo. Si bien hacen falta estudios

más completos, los datos aquí presentados mostraron evidencia sobre la existencia de este mecanismo. Durante la temporada 1991/92, en Punta Tombo, se produjo la menor cantidad de pichones independizados por nido de las 3 temporadas estudiadas, sin embargo el peso alcanzado por los pichones y la velocidad de crecimiento en peso de los mismos fue mayor respecto de las otras dos (Fig. 4.1 y tabla 4.1). En dicha temporada, una lluvia excepcional (142 mm en 4 días) causó la muerte del 81 % de los pichones al comienzo de la estación reproductiva (Boersma com. pers.). Los pichones que sobrevivieron crecieron a una tasa mayor y alcanzaron pesos mayores en un período más corto que otros años. Por lo tanto una alta mortalidad de pichones al comienzo del período de cría, habría producido un aumento en la cantidad de alimento disponible por pichón, permitiéndoles crecer más rápido y alcanzar pesos más altos.

En Cabo Vírgenes, la competencia intraespecífica no parece tan evidente y no se encontraron evidencias de denso-dependencia a no ser una pequeña prolongación del período de cría en la temporada 1989/90 (Ver capítulo 3). La falta de evidencias de denso-dependencia pudo deberse a que en 1978 la construcción del gasoducto General San Martín en la zona de Cabo Vírgenes, produjo una importante disminución del área de nidificación, por destrucción de la vegetación arbustiva en el límite sur de esta colonia (Gandini 1993). Si bien no existen estimaciones anteriores sobre el número de individuos reproductores presentes en esta zona, es muy probable que la disminución del área de nidificación haya producido una reducción en el tamaño poblacional de la colonia de Cabo Vírgenes. Por lo tanto esta colonia podría encontrarse debajo del nivel poblacional donde se manifiesta el efecto denso-dependiente del alimento.

Este trabajo no aporta evidencia directa sobre si realmente los pingüinos son capaces de producir una disminución en la abundancia de sus presas en las cercanías a los sitios de nidificación. Las

diferencias encontradas entre ambas colonias podrían ser una simple consecuencia de la abundancia y localización del recurso alimentario en cada una de las zonas estudiadas. De cualquier manera este trabajo intenta mostrar el efecto de la disponibilidad del alimento sobre algunos parámetros reproductivos de estas aves marinas que nidifican a relativamente altas latitudes.

4.4.2 Asincronía en la eclosión de los huevos

En ambas colonias, la mayoría de los individuos no comenzaron la incubación del huevo 1 durante las primeras 24 horas. En ambas colonias, las diferencias entre el intervalo de postura y el de eclosión, demostraron que el primer huevo comenzó a ser incubado antes de la postura del segundo en ambas colonias, aunque en Cabo Vírgenes la incubación del huevo 1 en relación a la postura del huevo 2 comenzó antes que en Punta Tombo.

En Cabo Vírgenes, a medida que aumentó la asincronía en la eclosión de los huevos, disminuyó la probabilidad de sobrevivencia de los pichones. Por lo tanto las nidadas sincrónicas (ITP= 0 y 1 días) fueron más exitosas, implicando que existió un costo de la asincronía en la eclosión de los huevos.

Esta diferencia en tiempo en el nacimiento de los pichones determinó una asimetría en tamaño entre ambos hermanos. Boersma (1990) sugirió que un incremento en la diferencia de los tamaños entre pichones hermanos, aumentaría la competencia entre ellos determinando una distribución del alimento desigual entre los miembros de la nidada. Si la competencia entre hermanos fuera importante en el Pingüino de Magallanes tal como fue sugerido por Blanco (1991), la asimetría entre pichones podría disminuir la supervivencia del pichón más pequeño, debido a una monopolización del alimento por parte del pichón más

grande. Werschkul (1979), sostuvo que una asincronía en la eclosión puede ser desventajosa debido a que la cría más grande podría monopolizar más alimento que el necesario para su crecimiento.

En Cabo Vírgenes, donde existió una alta proporción de nidadas que lograron producir 2 pichones, los adultos reproductivos tenderían a disminuir los efectos negativos de las diferencias en tamaño entre hermanos a través de una eclosión lo más sincrónica posible. El éxito de esta estrategia supone condiciones de abundancia y predictibilidad en el recurso alimentario, de manera de poder proveer el alimento necesario para ambos pichones.

Boersma (1990) sugirió para la colonia de Punta Tombo que si bien existe una competencia entre hermanos por obtener una posición preferencial durante el acto de alimentación, los padres controlan la distribución del alimento entre las crías. Sin embargo, reconoce que cuando las asimetrías son altas los padres podrían perder dicho control.

Punta Tombo presenta una situación muy diferente en cuanto a las asincronías en la eclosión de los huevos. Las nidadas más exitosas fueron aquellas con ITE intermedios (2 y 3 días). Bajo una situación de impredecibilidad en la disponibilidad de alimento se favorece una asimetría entre pichones hermanos de manera tal que los padres puedan manejar la distribución del alimento. Bajo esta situación, el pichón más grande recibiría el alimento necesario para satisfacerse y el más débil sólo el alimento restante.

La estrategia seguida en una y otra colonia respondería a las características del recurso alimentario (predictibilidad y disponibilidad) en las cercanías de las mismas. Por lo tanto puede concluirse que las diferencias en las condiciones del alimento habrían modelado las distintas estrategias seguidas por el Pingüino de Magallanes en ambas colonias reproductivas.

CONCLUSIONES GENERALES

Este trabajo aporta nueva información sobre la biología y ecología reproductiva del Pingüino de Magallanes, en la colonia de Cabo Vírgenes nunca antes estudiada en detalle. Esta colonia es la segunda en importancia de la Argentina, por su tamaño y cantidad de individuos reproductivos (Gandini 1993).

La colonia de Cabo Vírgenes permaneció sin cambios en sus números y densidades poblacionales durante los últimos cinco años.

Si bien el ciclo reproductivo en esta colonia no es muy distinto que el de otras colonias más septentrionales, se encuentra ligeramente acortado y no presenta variaciones anuales en las fechas de comienzo y finalización de la temporada reproductiva. Los pingüinos de Cabo Vírgenes están forzados a completar su ciclo reproductivo en un tiempo más corto, dado que a estas latitudes el período con condiciones favorables para la nidificación es más corto que en las colonias de la provincia del Chubut, ubicadas a más de 1500 kilómetros al norte.

Otra característica particular de esta colonia es que los adultos reproductivos presentan un menor tamaño corporal respecto de los individuos nidificantes en la colonia de Punta Tombo. Si bien no se tiene certeza de la causa de esta diferencia se proponen dos hipótesis al respecto. La primera se refiere a que esta diferencia en el tamaño de los adultos reproductivos se debe a que en Cabo Vírgenes la edad de la primera reproducción sería más corta y por lo tanto individuos más jóvenes y a la vez más pequeños se encuentran reproduciéndose en dicha colonia. La segunda hipótesis se refiere a que las diferencias en tamaño entre adultos reproductivos se debería a que ambas colonias corresponden

a poblaciones diferentes, es decir no existiría flujo génico. Con la información disponible hasta el momento no es posible descartar ninguna de ambas hipótesis.

Este estudio confirma una única ruta migratoria hacia el norte con un límite máximo en las costas del sur de Brasil, no habiéndose encontrado evidencia alguna sobre una ruta hacia el sur. La evidencia muestra que los pingüinos realizan su desplazamiento invernal conjuntamente con algunas de sus principales presas, hacia latitudes más bajas.

La composición de la dieta en la colonia de Cabo Vírgenes es completamente diferente a la descrita por Scolaro y Badano (1986) y Gosztonyi (1984) para las colonias de Punta Tombo y Punta Clara.

Si bien la composición de la dieta en Cabo Vírgenes mostró pequeños cambios a lo largo de la estación reproductiva, no se detectaron variaciones, entre temporadas reproductivas, en las presas ni en las proporciones consumidas de cada una de ellas. Por el contrario en otras colonias de la misma especie (en la provincia de Chubut) se encontraron cambios anuales en las proporciones consumidas de cada una de los rubros alimentarios.

Muchas de las variables relacionadas con la alimentación de esta especie, fueron muy diferentes en la colonia de Cabo Vírgenes respecto de la colonia de Punta Tombo. En Vírgenes las hembras arribantes a la colonia, al comienzo del período reproductivo, presentaban restos de alimento en sus estómagos. Los adultos en Cabo Vírgenes fueron vistos, muy frecuentemente, alimentándose en las cercanías de la colonia (1-5 kms), mientras que en Punta Tombo nunca fueron vistas grandes bandadas a menos de 30 kms de la costa (Boersma datos inéditos). En Cabo Vírgenes la duración del viaje de alimentación de los adultos reproductivos fue en todas las temporadas estudiadas más corto que en Punta Tombo. En la zona de Punta Tombo, se encuentra un número importante de especies de

aves y mamíferos que se alimentan de las mismas presas que el Pingüino de Magallanes.

Todas estas diferencias en las variables relacionadas a la ecología trófica del pingüino muestran que los individuos en Punta Tombo están sujetos a un recurso alimentario impredecible y localizado a una mayor distancia de la colonia respecto de Cabo Vírgenes.

El éxito reproductivo fue altamente variable entre temporadas reproductivas en la colonia de Cabo Vírgenes. Este estudio analizó las posibles causas que determinaron esta variación. Boersma *et al.* (1990), realizó un estudio similar para la colonia de Punta Tombo. Estos autores atribuyeron la variación anual en el éxito reproductivo a cambios en la disponibilidad de alimento en las cercanías de la colonia. En Cabo Vírgenes esta variación no pudo ser atribuida a cambios en el alimento, dado que todos los parámetros reproductivos relacionados fuertemente a la disponibilidad de alimento (el peso de los pichones, tasa de crecimiento y frecuencia de alimentación de los mismos) no sufrieron cambios en las diferentes estaciones reproductivas estudiadas. Condiciones climáticas extremas (bajas temperaturas, fuertes vientos y altas precipitaciones) que ocurrieron durante alguna temporada en las distintas etapas del ciclo reproductivo, combinadas con una alta presión por depredación (por parte de la gaviota cocinera) fueron los factores más importantes en la determinación del éxito reproductivo en la colonia de Cabo Vírgenes. Es posible que esta colonia se encuentre por debajo del nivel en el cual la disponibilidad de alimento comienza a regular el éxito reproductivo de esta especie. Las conclusiones sobre las condiciones del alimento mencionadas anteriormente para esta colonia y la de Punta Tombo apoyan la idea que los factores regulatorios del éxito reproductivo en ambas colonias, no son los mismos.

Este trabajo encontró un fuerte sustento a la hipótesis de Ashmole (1963), el cual propuso que las aves marinas que nidifican en grandes

colonias de reproducción, están sujetas a una alta competencia intraespecífica por el alimento. La colonia de Punta Tombo contiene más del doble de pingüinos adultos que Cabo Vírgenes. Las tasas de crecimiento, la frecuencia de alimentación y el peso de los pichones a la independencia fueron menores en Punta Tombo. Muy probablemente los individuos adultos en Punta Tombo debieron viajar mayores distancias en busca de su alimento, viéndose afectada la supervivencia de los pichones y el éxito reproductivo. Las condiciones del recurso alimentario anteriormente descritas en una y otra colonia apoyan esta idea. Por otro lado es posible que estas diferencias en la disponibilidad de alimento, entre ambas localidades, hayan determinado la diferencia en la asincronía en la eclosión de los huevos entre ambas colonias. En Cabo Vírgenes, a medida que aumentó la asincronía en la eclosión disminuyó la probabilidad de supervivencia de los pichones, siendo las nidadas sincrónicas más exitosas. Boersma (1990), encontró para Punta Tombo que en las nidadas sincrónicas (0 días) y las muy asincrónicas (4 y 5 días) la probabilidad de supervivencia de los pichones fue menor que en las nidadas con asincronía intermedia (2 y 3 días).

En la Colonia de Punta Tombo dadas las condiciones de impredecibilidad y lejanía del alimento, los adultos intentarían maximizar la supervivencia del pichón más grande (generalmente el primero en nacer) a expensas del más pequeño. Mientras que en Cabo Vírgenes, en la mayoría de las nidadas, la estrategia sería intentar criar ambos pichones hasta la independencia.

BIBLIOGRAFIA

- Ainley, D.G. y R.P Schlatter 1972. Chick raising ability of adelic penguins Auk Vol: 89 pp 559-566.
- Ainley, D.G. 1980. Birds as marine organisms: a review Rep. Calif. Coop. Oceanic Fish Invest. Vol: 21 pp: 48-53.
- Aizpún de Moreno, J.E., Moreno, V. y A.M. Malaespina. 1979. Variaciones en la composición bioquímica proximal de la anchoíta durante tres temporadas de pesca (1975-1977). Rev. Inv. y Des. Pesquero pp: 45-53.
- Amundsen, T. and J.N Stockland 1988. Adaptative significance of asynchronous hatching in the shag: A tset of the brood reduction hypothesis Journal of Anim. Ecol. Vol: 57 pp: 329-344.
- Anderson, D.W., Gress, F., Mais, K.F., and P.R. Kelly 1980. Brown pelicans as anchovy stock indicators and their relationship to commercial fishing California cooperative Oceanografic and Fishing Industry reports Vol: 21 pp: 54-61.
- Anderson, D.W., Gress, F. and K.F. Maiss 1982. Brown pelicans: Influence for food supply on reproduction Oikos Vol: 39 pp: 23-31.
- Angelescu, V. y L.B. Prenski. 1987. Ecología trófica de la Merluza común del mar Argentino (Merluciidae) *Merluccius hubbsi*. Parte 2. Dinámica de la alimentación analizada sobre la base de las condiciones ambientales la estructura y las evaluaciones de los efectivos en su área de distribución. Rev. Inv. y Des. Pesquero.
- Ashmole, N.P. 1963. The regulation of numbers of tropical oceanic birds. Ibis Vol: 103 pp: 458-473.

- Ashmole, N.P 1971. Seabird ecology and the marine environment In: Avian biology Vol:1 (ed. D.S. Farner and J.R. King) pp: 223-286. New York Academic Press.
- Badano, L.A., Scolaro, J.A. and J.A. Upton 1982. Distribución espacial de la nidificación de *Spheniscus magellanicus* en Cabo dos Bahías Chubut, Argentina. (Aves: Spheniscidae) Historia Natural Vol: 2 pp: 241-251.
- Barber, R.T. y F.P. Chavez 1983. Biological consequences of El Niño. Science Vol: 222 pp:1203-1210.
- Bellisio, N.B., López, R.B. and Torno, A. 1979. "Peces marinos Patagónicos" Ministerio de economía Secretaría de Estado de Intereses marítimos, Subsecretaría de Pesca, Buenos Aires, Argentina.
- Birkhead, T.R. and R.W. Furness 1984. The regulation of seabird populations In: Behavioral Ecology (Sibly R.M and R.H. Smith eds) Blackwell Oxford pp: 145-167
- Blanco, D. 1991. Comportamiento de alimentación de los pichones del pingüino de magallanes y su relación con las asimetrías de tamaño en la nidada. Sem. Lic. Univ. Bs.As. pp: 1-20
- Boersma, P.D. 1976. An ecological and behavioral study of the Galapagos Penguins. Living Bird. Vol: 15 pp: 43-93.
- Boersma, P.D. 1978. Breeding patterns of galapagos penguins as an indicator of oceanographic conditions Science Vol: 200 pp: 1481-1483.
- Boersma, P.D. 1990. Asynchronous hatching and food allocation in the Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) Acta XX Congressus Internationalis Ornithologic pp: 961-972.
- Boersma, P.D., Wheelwright, N.T., Nerini, M.K. and E.S. Wheelwright 1980. The breeding biology of the Fork-tailed storm-petrel (*Oceanodroma furcata*). Auk Vol:97 pp: 268-282.

- Boersma, P.D. and E.M. Davis 1987. Sexing monomorphic birds by vent measurements Auk Vol: 104 pp: 779-783.
- Boersma, P.D., Stokes, D. and P.M. Yorio 1990. Reproductive variability and historical change of Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo, Argentina. In: "Penguin Biology" (Davis, L.S and J.T Darby eds.) Academic Press.
- Boswall, J.D. and D. MacIver 1975. The magellanic penguin *Spheniscus magellanicus* In : Biology of penguins, B. Stonehouse ed. Mac Millan Press L.T.D. London pp: 271-305.
- Boswall, J.D. and R.J. Prytherch 1972. Some notes on the birds of Point Tombo, Argentina. Bull. Br. Ornithol. Club Vol: 92 pp: 118-129.
- Brandhorst, W. y J.P. Castello 1971. Evaluación de los recursos de anchoíta (*Engraulis anchoita*) frente a la Argentina y Uruguay. Las condiciones oceanográficas, sinopsis del conocimiento actual sobre la anchoíta y el plan para su evaluación. Pub. Proy. Des. Pesq. M. del Plata. Ser. Inf Técnicos N°29: 63pp.
- Brunetti, N.E. y J.A. Pérez Comas 1989. Abundancia, distribución y estructura poblacional del calamar (*Illex argentinus*) en aguas de la plataforma patagónica en diciembre de 1986 y enero-febrero de 1987. Frente marítimo Vol: 5 Sec: A pp: 61-70.
- Bryant, D.M. and P. Tatner 1990. Hatching asynchrony sibling competition and siblicide in nestling birds: studies of surttlets and bee-eaters Anim. Behav. Vol: 39 pp: 657-671.
- Burger, J. 1982. The role of reproductive success in colony site selection and abandonment in black skimmers (*Rynchops niger*) Auk Vol: 99 pp: 109-115.
- Burger, J. and J. Cooper 1984. The effects of fisheries on seabirds in South Africa and Namibia In: Nettleship D.N., Saucer G.A, and P.F. Springer (eds) Marine Birds: Their feeding ecology and commercial

fisheries relationship 150-160 Ottawa: Canadian Wildlife Service special publication.

- Butler, P.J. and A.J. Woakes 1984. Heart rate and aerobic metabolism in Humbolt penguins, *Spheniscus humboldti*, during voluntary dives. *Journal of Experimental Biology* Vol: 108 pp: 419-428.
- Cairns, D.K. 1985. Ermine visitation to Black Gillemot colonies in northeastern Hudson Bay. *Condor* Vol: 87 pp: 144-145.
- Capurro, A., Frere, E., Gandini, M., Gandini, P., Holik, T., Lichtschein, V. and P.D. Boersma 1988. Nest density and population size of the Magellanic Penguin (*Spheniscus magellanicus*) at Cabo Dos Bahías, Argentina. *Auk* Vol: 105 pp: 585-588.
- Ciechowski, J.D de y G. Weiss 1974. Consideraciones sobre la reproducción y distribución cuantitativa de huevos y larvas de la sardina fueguina, *Spratus fuegensis*, en el sector patagónico del Atlántico CARPAS/6/76 Tec. Vol: 12 pp: 1-10 (mimeogr).
- Ciechomsky J.D. de, Cassia, M.C. y G. Weiss 1975. Distribución de huevos, larvas y juveniles de peces de los sectores surbonaerenses, patagónico y fueguino del mar epicontinental argentino, en relación con las condiciones ambientales en noviembre de 1973 - enero de 1974. *Ecosur* Vol: 2 (4) pp: 219-248.
- Conway, W. 1971. Predation on Penguins at Punta Tombo. *Animal Kingdom* 74 pp:2-6.
- Cooper, J. 1977. Energetic requerements for growth of Jackass penguin *Zool. Afr.* Vol: 12 pp:201-213.
- Coulson, J.C. and E. White. 1958. The effect of age on the breeding biology of the kittiwake *Rissa tridactyla* *Ibis* Vol: 100 pp: 40-51.
- Coulson, J.C, Potts, G.R. y J. Horobin 1969. Variation in the eggs of the shag *Phalacrocorax aristotelis* *Auk* Vol: 86 pp: 232-245.
- Coulson, J.C., Duncan, N. and C. Thomas 1982. Changes in the breeding biology of the herring gull (*Larus argentatus*) induced by reduction

in the size and density of the colony. *Journal of Animal Ecology*
Vol: 51 pp: 739-756.

Crawford, R.J.M. 1987. Food and population in five regions supporting large stocks of anchovy, sardine and horse mackerel in the Benguela and comparable ecosystems. Payne A.I.L, Gulland J.A. and K.H.Brink (eds). *S. Afr. J. Mar. Sci.* Vol: 5 pp: 735-757.

Crespo, K. y S. Pedraza. 1991. Estado actual y tendencia de la población de lobos marinos de un pelo (*Otaria flavescens*) en el litoral norpatagónico. *Ecología Austral* Vol:1 (2) pp: 87-95.

Croxall, J.P., Mc Cann, T.S., Prince, P.A. and P. Rothery 1987. Variation in reproductive performance of seabirds and seals at South-Georgia, 1976-1986 and its implication for southern ocean monitoring studies. Scientific seminar on antarctic ocean variability and its influence on marine living resources, particularly krill. Paris; 2-6 June 1987. M.S. 47 pp.

Daciuk, J. 1976 a. Notas faunísticas y bioecológicas de Península Valdés y Patagonia. XV Estudio bioecológico inicial de los esfeniscidos visitantes y colonizadores de Península Valdés y costas aledañas (Prov de Chubut, Argentina). *Physis* Sec C 35 pp: 43-46.

Daciuk, J. 1976 b. Notas faunísticas y bioecológicas de Península Valdés y Patagonia XIX Pingüinos que nidifican y arriban en sus migraciones a las costas de Santa Cruz e Islas Malvinas. *Neotrópica* Vol: 22 (68) pp: 87-92.

Daciuk, J. 1977. Notas faunísticas y bioecológicas de la Península de Valdes y Patagonia IV. Observaciones sobre áreas de nidificación de la avifauna del litoral marítimo Patagónico (Provincias de Chubut y Santa Cruz, Rep. Argentina). *El Hornero* Vol: 11 pp: 361-376.

Dixon, W.J. 1975. BMDP Biomedical Computer Programs Los Angeles Univ. California Press.

- Fisher, H.I. 1971. The Laysan Albatross: its incubation, hatching and associated behaviors. *Living Bird* Vol: 10 pp: 19-78.
- Frere, E., Gandini, M., Gandini, P., Holik, T. y V. Litchschein. 1988. Variación latitudinal de la dieta del Pingüino Patagónico *Spheniscus magellanicus* en las costas Argentinas. V Reunión Iberoamericana de Cons. y Zool. de Vertebrados. Uruguay.
- Frere, E., Gandini, P. and P.D. Boersma 1992. Effects of some aspects of nest quality on magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) reproductive success. *Marine Ornithology* Vol: 20 (1).
- Frost, P.G.H., Siegfried, W.R. and A.E. Burger 1976. Behavioural adaptations of the Jackass Penguin *Spheniscus demersus* to a hot, arid environment. *J. Zool. Lond.* Vol: 179 pp: 165-187.
- Furness, R.W. 1984. Seabird fisheries relationship in the Northeast Atlantic and North Sea. In: Nettleship D.N., Saucer G.A and P.F. Springer (eds). *Marine Birds: Their feeding ecology and commercial fisheries relationship* Ottawa: Canadian wildlife Service Special publication.
- Furness, R.W. and T.R. Birkhead 1984. Seabird colony distributions suggest competition for food supplies during the breeding season *Nature* Vol: 311 pp: 655-656.
- Gales, R.P. 1987. Validation of the stomach- flushing technique for obtaining stomach contents of penguins *Ibis* Vol: 129 pp: 927-928.
- Gandini, P.A. 1993. Patrón de nidificación en el pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*): Relación entre la calidad de habitat y calidad de nido y su éxito reproductivo. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires.
- Gandini, P., Frere, E. y T. Holik 1992. Implicancias de las diferencias en el tamaño corporal entre colonias para el uso de medidas morfométricas como método de sexado en *Spheniscus magellanicus*. *El Hornero* Vol: 13 (3) pp: 211-213.

- Gastón, A.J., Chapdelaine, G. and D.G. Noble 1983. The growth of thick-billed murre chicks at colonies in hudson strait inter and intracolony variation. Canadian Journal of Zool. Vol: 61 PP: 2465-2475.
- Gochfeld, M. 1980. Timing of breeding and chick mortality in central and peripheral nests of magellanic penguins. Auk Vol: 97 pp: 191-193.
- Gosztonyi, A.E. 1984. La alimentación del pingüino magallánico (*Spheniscus magellanicus*) en las adyacencias de Punta Tombo, Chubut, Argentina. Cent. Nac. Patag. Contrib. N° 95 pp: 1-19.
- Gru, D.L. y B.M. Cousseau 1982. Estudio de edad y crecimiento de la sardina fueguina (*Sprattus fueguensis*) de las costas de la provincia de Santa Cruz e Islas Malvinas. Rev. Invest. Des. Pesq. INIDEP, M. del Plata N°3 pp: 51-58.
- Harris, M.P. and J.R.G. Hislop 1978. The food of young puffins *Fratecula arctica* J. Zool. Lond. Vol: 185 pp: 213-236.
- Harris, M.P. 1983. Biology and survival of the immature Puffin *Fratecula arctica*. Ibis Vol: 125 pp: 56-73.
- Hatch, S.A. 1987 a. Adult survival and productivity of northern fulmars in Alaska Condor Vol:4 pp: 685-696.
- Hatch, S.A. 1987 b. Did the 1982-1983 El Niño southern oscillation affect seabirds in Alaska?. Wilson Bull. Vol: 99 pp: 468-474.
- Hays, C. 1986. Effects of the 1982-1983. El Niño on humbolt penguin colonies in Perú. Biological Conservation. Vol:36 pp: 169-189.
- Heath, R.G.M. and R.M. Randall 1985. Growth of Jackass penguin chicks (*Spheniscus demersus*) hand reared on different diets J. Zool.Lond. Vol: 205 pp:91-105.
- Koen Alonso, M., Garcia, N., Crespo, E.A. y S.N. Pedraza 1992. Estudio sobre la alimentación del lobo marino común (*Otaria flavescens*) en el norte de Patagonia. V Reunión de trabajo de especialistas en mamíferos acuáticos de America del Sud. Buenos Aires.

- Krepper, C.M. y A. Bianchi. 1982. Balance calórico del Mar Argentino
Acta Oceanográfica Arg Vol:3 N°1 pp: 119-133.
- Lack, D. 1954. The natural regulation of animal numbers. Clarendon
Press, Oxford.
- Lack, D. 1966. Population studies of birds Clarendon Press. Oxford.
- Lack, D. 1968. Ecological adaptations for breeding in birds Methuen,
London 409 pp.
- Lamey, T. 1990. Hatch asynchrony and brood reduction in penguins In:
Penguin Biology. (Davis L.S and J.T Darby eds) Academic Press. pp:
199-415.
- Laugksch, R.C. and D.C. Duffy. 1986. Food transit rates in Cape gannets
and Jackass penguins Condor Vol: 88 pp: 117-119.
- Lopez, R.B. 1963. Recursos acuáticos vivos. Peces marinos de la
República Argentina. Eval. Recurs. Nat. Arg. Vol:7 (3) Sec 1-9 pp:
105-219.
- Monaghan, P., Uttley, J.D., Burns, M.D., Thaine, C. and J. Blackwood
1989. The relationship between food supply, reproductive effort and
breeding success in Arctic Terns (*Sterna paradisica*). J. Anim. Ecol.
Vol: 58 pp: 261-274.
- Montevicchi, W.A. 1978. Nest site selection and its survival value among
Laughing gulls Behav. Ecol. Sociobiol. Vol:4 pp: 143-161.
- Nagy, K.A., Siegfried, W.R. and R.P. Wilson 1984. Energy utilization of
free-ranging Jackass Penguins *Spheniscus demersus* Ecology Vol: 65
pp: 1648-1655.
- Otero, H.O., Bezzi, S.I., Perrotta, R.G., Pérez Comas, J.A., Simonazzi,
M.A. y M.A. Renzi 1981. Los recursos pesqueros demersales del Mar
Argentino Parte III Distribución estructura de la población,
biomasa y rendimiento potencial de la polaca, el bacalao austral,
la merluza de cola y del calamar. M del Plata, Contrib INIDEP Vol:
383 pp: 28-41.

- Potts, G.R., Coulson, J.C. and I.R. Deans 1980. Populations dynamics and breeding success of the Shag *Phalacrocorax aristotelis* on the Farne Islands, Northumberland. *J. Anim. Ecol.* Vol: 49 pp: 465-484.
- Punta, G.E, Saravia, J.R.C. and P.M. Yorio. 1993. The diet and foraging behaviour of two patagonian cormorants. *Marine Ornithology en prensa.*
- Randall, R.M., Randall B.M. and E.W. Klingelhoeffer 1981. Species diversity and size ranges of cephalopods in the diet of Jackass penguins from Algoa Bay, South Arfrica. *S.Afr. Zool.* Vol:16 N°3 pp 163-166.
- Reilly, P.M. and J.M. Cullen 1981. The little penguin *Eudyptula minor* i Victoria II Breeding. *Emu* Vol: 81 pp: 1-19.
- Richadale, L.E. 1949. The effect of age in laying date, size of eggs an size of clutch in the Yellow eyed penguin. *Willson Bull* Vol: 61 pp 91-98.
- Ricklefs, R.E. 1990. Seabird life histories and the marine environment: Some speculations. *Colonial Waterbirds* Vol: 13 (1) pp: 1-6.
- Ricklefs, R.E., Duffy, D.C. and M. Coulter 1984. Weigth gain of blue-footed booby chicks: an indicator of marine resources. *Orin Scan.* Vol:15 pp:162-166.
- Rodriguez, E.N. 1983. Estructura de la jerarquización en la predación d huevos y pichones en *Spheniscus magellanicus* Doñana *Acta Vertebrata* Vol: 10 pp: 210-212.
- Ryan, P.G. and S. Jackson 1986. Stomach pumping: Is killing birds necessary?. *Auk* Vol: 103 pp: 427-428.
- Salzman, A.G. 1982. The selective importance of heat stress in gull nes location *Ecology* Vol: 63 pp: 742-751.
- Schreiber, R.W. and E.A. Schreiber 1984. Central pacific seabirds and The El Niño Southern Oscillation: 1982 to 1983 perspectives. *Science* Vol: 225 pp: 713-716.

- Scolaro, J.A. 1978. El pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*)
IV Notas bioógicas y de comportamiento Pub. Ocas. Inst. Biol.
Animal, Mendoza serie Científica Vol: 10 pp: 1-6.
- Scolaro, J.A. 1980. Estado actual de las investigaciones del pingüino de
magallanes (*Spheniscus magellanicus*) y otras aves marinas Actas de
la II Reunión Nac. sobre Recursos Costeros de la República
Argentina. Pub. Sec. Estado Ciencia y Tecnología pp: 121-127.
- Scolaro, J.A. 1983. Ecology of the Magellanic Penguin (*Spheniscus
magellanicus*) Unpublish M. Phil. Thesis Bradford UK: Univ. of
Bradford.
- Scolaro, J.A. 1984. Revisión sobre la biología de la reproducción del
pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*). El ciclo biológico
anual CENPAT, Argentina Contrib 91 pp: 1-26.
- Scolaro, J.A. 1985. Vertebrate species associated to breeding sites in a
colony of Magellanic Penguins (*Spheniscus magellanicus*). Hist. Nat.
Vol: 5 (2) pp: 23-24.
- Scolaro, J.A., Hall, M.A., Ximenez, I.M. y O. Kovacks 1979. Evaluación y
estratificación de densidades de su población en Punta Tombo,
Chubut Argentina. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia
Ecología II 5 pp: 104-110.
- Scolaro, J.A., Rodriguez, E.N. y A.A. Monochio 1980 El pingüino de
magallanes (*Spheniscus magellanicus*) V Distribución de las colonias
de reproducción en el territorio continental Argentino CENPAT
Contrib 33 pp 1:18.
- Scolaro, J.A., Hall M.A. and I.M. Ximenez 1983. The magellanic penguin
Spheniscus magellanicus. Sexing adults by discriminat analisys of
morphometric characters. Auk Vol: 100 pp: 221-224.
- Scolaro, J.A. and L.A. Badano 1986. Diet of the magellanic penguin
Spheniscus magellanicus during chick rearing period at Punta Clara,
Argentina. Cormorant Vol: 13 pp: 91-97.

- Scolaro, J.A and A.M. Suburo 1991. Maximum diving depths of the Magallanic penguin. *J. Field Ornithol.* Vol: 62 (2) pp: 204-210.
- Seddon, P.J. and Y.M. Van Heezik 1991. Hatching asynchrony and brood reduction in the Jackass Penguin *J. Anim. Ecol.* Vol: 42 pp: 347-348.
- Skagen, S.K. 1987. Hatching asynchrony in american goldfinches: an experimental study *Ecology* Vol: 68 pp: 1747-1759
- Skagen, S.K. 1988. Asynchronous hatching and food limitation: A test of Lack's hypothesis *Auk* Vol:105 pp:78-88.
- Slagsvold, T. 1982. Clutch size, nest size and hatching asynchrony in birds: experiments with fieldfare (*Turdus pilaris*) *Ecology* Vol: 63 pp: 1389-1399.
- Southern, W.E., Patton, S.R., Southern, L.K. and L.A. Manners 1985. Effects of nine years of fox predation on two species of breeding gulls *Auk* Vol: 102 pp: 827-833.
- Stokes, D.L. and P.D. Boersma. 1991. Effects of substrate on the distribution of magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*) burrows. *Auk* Vol: 108 pp: 923-933.
- Stokland, J.N. and N. Amundsen 1988. Initial size hierarchy in broods of the shag: Relative significance of egg size and hatching asynchrony *Auk* Vol: 105 pp: 308-315.
- Van Heezik, Y. and L. Davis 1990. Effects of food variability on growth rates, fledging sizes and reproductive success in the Yellow eyed penguin *Megadyptes antipodes* *Ibis* Vol:132 pp: 354-365.
- Werschkul, D.F. 1979. Nestling mortality and the adaptive significance of early locomotion in the little blue heron *Auk* Vol: 96 pp: 116-130.
- Williams, A.J. 1980. Aspects of the breeding biology of the Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* *Gerfaut* Vol: 70 pp:283-295.

- Williams, A.J and J. Cooper 1984. Aspects of the breeding biology of the Jackass penguins *Spheniscus demersus* Proceedings of the Fifth Pan-Afr. Ornithological Congress 841-853.
- Williams, T.D, and J.P. Croxall 1991. Chick growth and survival in gentoo penguins *Pygoscelis papua*: effect of hatching asynchrony and variation in food supply. Polar Biol. Vol: 11 pp: 197-202.
- Wilson, R.P. 1984. An improved stomach pump for penguins and other seabirds. J. Field. Ornithol. Vol: 55 pp: 109-112.
- Yorio, P.M. 1991. Relevos durante la incubación y deserción de nidos: sus efectos sobre el éxito reproductivo del pingüino de magallanes (*Spheniscus magellanicus*) Tesis Doctoral N° 2438. UBA pp: 1-92.