

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LOS GRUPOS DE NIDIFICACIÓN SOBRE EL
ÉXITO REPRODUCTIVO DE *Pygoscelis papua* EN ISLA ARDLEY, SHETLAND
DEL SUR, ANTÁRTICA.**

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD CIENCIAS VETERINARIAS
BIBLIOTECA

Reg. N° 2423

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLÍNICAS**

LEONARDO DANIEL SAEZ VIDALES

PROFESOR GUÍA: DR. JORGE MENDOZA A.

SANTIAGO, CHILE

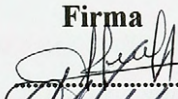
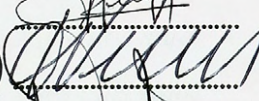
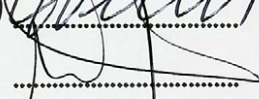
1999

**UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS VETERINARIAS Y PECUARIAS
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA**

**INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE LOS GRUPOS DE NIDIFICACIÓN SOBRE EL
ÉXITO REPRODUCTIVO DE *Pygoscelis papua* EN ISLA ARDLEY, SHETLAND
DEL SUR, ANTÁRTICA.**

**MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO
PROFESIONAL DE MÉDICO VETERINARIO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS CLÍNICAS**

LEONARDO DANIEL SAEZ VIDALES

		Nota.	Firma
PROFESOR GUÍA:	DR. JORGE MENDOZA A.	7.0 (siete, cero).	
PROFESOR CONSEJERO:	DR. JOSÉ VALENCIA D.	7.0 (Siete, cero).	
PROFESOR CONSEJERO :	DR. MAURICIO CANALS	7.0 (siete, cero).	

SANTIAGO, CHILE

1999

Agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer al Dr. José Valencia D., por su incondicional apoyo en cada uno de los pasos que dieron lugar a este estudio y especialmente por haberme abierto las puertas al conocimiento y estudio del continente blanco.

A mi Esposa por su gran paciencia durante la dedicación del trabajo y por su permanente apoyo, aun en los momentos más difíciles y a la distancia.

Al Dr. Jorge Mendoza A., por acoger y guiar con permanente interés y en gran forma el tema de esta investigación.

A Orlando Chifarras, compañero incondicional en el trabajo de terreno durante la expedición de primavera.

A don Roberto Saravia, comandante de la casa Presidente Eduardo Frei M., y al grupo 19, por el fundamental apoyo logístico durante las expediciones, sin el cual este trabajo no se habría podido realizar.

Al Instituto Antártico Chileno, quien por medio del proyecto "Monitoreo de pingüinos", puso a disposición los medios para las dos expediciones realizadas.

A mis padres.

Al Dr. Mauricio Canals, por el tiempo dedicado para entender los variados puntos que se tocaron en el estudio.

*A mi Esposa, en memoria
del continente que nos unió.*

A los fieles pingüinos

A la Dra. M^ª Angélica Morales, por su apoyo durante las primeras etapas del trabajo. A Alejandro Escobar y José Luis Riveros.

BIBLIOTECA PROF. RAMÓN RODRIGUEZ
Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias
UNIVERSIDAD DE CHILE

Agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer al Dr. José Valencia D., por su incondicional apoyo en cada uno de los pasos que dieron lugar a este estudio y especialmente por ser quien me abrió las puertas al conocimiento y estudio del continente blanco.

A mi Esposa por su gran paciencia durante la confección del trabajo y por su permanente apoyo, aun en los momentos más difíciles y a la distancia.

Al Dr. Jorge Mendoza A., por acoger y guiar con permanente interés y en gran forma el tema de esta investigación.

A Orlando Cifuentes, compañero incondicional en el trabajo de terreno durante la expedición de primavera.

A don Roberto Saravia, comandante de la base Presidente Eduardo Frei M., y al grupo 19, por el fundamental apoyo logístico durante las expediciones, sin el cual este trabajo no se habría podido realizar.

Al Instituto Antártico Chileno, quien por medio del proyecto "Monitoreo de pingüinos", puso a disposición los medios para las dos expediciones realizadas.

Al Dr. Mauricio Canals, por el tiempo dedicado para entender, analizar y concluir los variados puntos que se tocaron en el estudio.

A la Dra. M^a Angélica Morales, por su apoyo durante las primeras etapas del trabajo. A Alejandro Escobar y José Luis Riveros.

INDICE

RESUMEN

INTRODUCCION.....	1
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	2
1. RESEÑA	2
2. SISTEMÁTICA Y TAXONOMÍA	4
2.1 GÉNERO PYGOSCELIS	6
3. COLONIAS Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.	11
3.1 PAPÚA	12
3.2 ADELIA	15
3.3 ANTÁRTICO	15
4. POBLACIONES	20
5. BIOLOGÍA REPRODUCTIVA	27
5.1 LLEGADA Y CORTEJO:	28
5.2 CONSTRUCCIÓN DE NIDO	32
5.3 POSTURA	33
5.4 INCUBACIÓN	39
5.5 ECLOSIÓN:	41
5.6 EMPOLLE	42
5.7 GUARDERÍA	43
5.8 EMPLUME Y PARTIDA	44
5.9 EMPLUME DE ADULTOS	46
5.10 GASTO ENERGÉTICO	47
6. CRECIMIENTO	48
7. DIETA Y ALIMENTACIÓN	51
8. SEGREGACIÓN ECOLÓGICA	59
9. PREDADORES	61
10. MORTALIDAD	67
11. ÉXITO REPRODUCTIVO	69
12. FACTORES CLIMÁTICOS	74
OBJETIVO GENERAL.....	77
OBJETIVO ESPECÍFICO.....	77
MATERIALES Y MÉTODOS.....	78
1. LUGAR DE TRABAJO.	78
2. MATERIALES.	81
3. OBTENCIÓN DE DATOS	82

3.1 CRONOLOGÍA REPRODUCTIVA.	82
3.2 ÉXITO REPRODUCTIVO:	83
3.3 ZONA:	84
3.4 DISTANCIA A LA PLAYA:	84
3.5 TAMAÑO DE GRUPO:	85
3.6 ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR:	85
3.7 AREA Y PERÍMETRO:	86
3.8 DENSIDAD:	86
4. ANÁLISIS DE DATOS:	86

RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 88

1. TENDENCIAS POBLACIONALES	88
2. CRONOLOGÍA REPRODUCTIVA DE P. PAPUA EN ISLA ARDLEY:	90
2.1 FECHA MEDIA DE POSTURA	90
2.2 ETAPAS DE LA REPRODUCCIÓN	94
3. MORTALIDAD.	97
4. ÉXITO REPRODUCTIVO	98
5. VARIABLES:	100
5.1 ZONA:	100
5.2 TAMAÑO DE GRUPO:	102
5.3 DISTANCIA A LA PLAYA:	104
5.4 ALTURA:	105
5.5 AREA :	107
5.6 PERÍMETRO:	108
5.7 DENSIDAD:	109
6. REGRESIONES Y CORRELACIONES.	111
6.1 CORRELACIONES:	111
6.2 REGRESIONES SIMPLES:	113
6.2.1 DISTANCIA:	113
6.2.2 TAMAÑO:	113
6.2.3 ALTURA:	115
6.2.4 AREA	115
6.2.5 PERÍMETRO	117
6.2.6 DENSIDAD:	119
7. MODELO REGRESIÓN LOGÍSTICO.	121

CONCLUSIONES..... 124

BIBLIOGRAFIA..... 125

ANEXOS..... 131

Resumen

En el presente trabajo se analiza la influencia del tamaño del grupo de nidificación sobre el éxito reproductivo de *Pygoscelis papua* (pingüino papúa). El lugar de nidificación que se estudia es la colonia de Isla Ardley, ubicada en los 62°13'S 58°54'W. Adicional a la variable en estudio, se evalúa el efecto de la ubicación de los grupos, la altura sobre el nivel del mar, distancia a las playas, área, perímetro y densidad de los grupos. Para ello, durante la segunda quincena de noviembre de 1997, se censa la colonia llegando a un valor de 3.028 nidos. Así mismo, la primera quincena de enero de 1998, se censa el número de polluelos, obteniendo un valor de 4.050 individuos. De esta manera se calcula un éxito reproductivo, al inicio de guardería, de 1,34 pollos por nido. La regresión multiplicativa para tamaño y éxito reproductivo es la que mejor explica la relación entre ellas, con un coeficiente de determinación $R^2=0,19$ y de correlación de 0,43. Dicha relación es inversa por lo que el éxito reproductivo de estas aves disminuye al aumentar el tamaño del grupo al que pertenecen. Resultados estadísticamente significativos y de similares características se obtienen para las variables área, densidad y perímetro. Adicional al análisis anterior, se genera un modelo de regresión logístico, el que incorpora la zona de ubicación de grupo, el tamaño de grupo y su perímetro como variables significativas.

Key words: *Pygoscelis papua*, éxito reproductivo, pingüino papúa, guardería.

Introducción

El estudio de los pingüinos ha llamado la atención de los investigadores desde el descubrimiento del continente Antártico. Sin duda, las duras condiciones en que ellos se desenvuelven despierta en el hombre la inquietud por saber más acerca de estas aves.

Hoy en día esto cobra más importancia ya que sabemos que los sphenisciformes, orden en el que están contenidos, representan el 90% de la biomasa total de aves presentes en dicho continente.

En este ámbito, las investigaciones han cubierto la mayoría de los aspectos de la vida de los pingüinos. Sin embargo, un área poco explotada pero que últimamente está tomando más fuerza, corresponde al efecto de los factores físicos sobre éstos.

Los pingüinos son aves gregarias; dentro de éstas, la mayoría de las especies antárticas forman colonias de nidificación con características de tamaño y distribución propias para cada especie.

En la presente investigación se estudia la influencia que ejerce el tamaño de los grupos de nidificación presentes al interior de las colonias de *Pygoscelis papua* sobre su éxito reproductivo. Adicionado a lo anterior, se estudia el efecto que tiene sobre este último la altura, la distancia a la playa, la zona en que se ubican, el área, el perímetro y la densidad de los grupos.

Revisión Bibliográfica

1. Reseña

Los pingüinos son aves marinas pelágicas, ampliamente distribuidas en las heladas aguas de los mares del sur. La mayor concentración de éstos ocurre en aguas polares y sub-polares. Casi toda isla antártica y sub-antártica tiene más de una especie residente. Los pingüinos también nidifican en las islas y continente al sur de Africa, Australia, Nueva Zelanda, en la Patagonia y región de Magallanes y a lo largo de la costa de Chile, Argentina y Perú. El pingüino que vive más al norte, en forma natural, lo hace cerca del Ecuador, en las Islas Galápagos (Stonehouse, 1975).

Los pingüinos son aves obligadamente marinas. Todas las especies vivientes se encuentran en el hemisferio sur (Stonehouse, 1975; Fordyce y Jones, 1990). Asimismo, tanto su historia como sus registros fósiles son exclusivamente australes. Estos últimos se extienden desde hace unos 45-55 millones de años, más allá de fines del Eoceno y, posiblemente, fines del Paleoceno (Fordyce y Jones, 1990; Reilly, 1994).

En la familia de los pingüinos sólo el género *Pygoscelis* tiene a todas sus especies nidificando en la Antártica. Estas son *Pygoscelis adeliae*, o pingüino adelia; *P. antarctica*, o pingüino antártico; y *P. papua*, o pingüino papúa. La importancia de estas tres especies radica en que

representan cerca del 70% de la biomasa de las aves del continente antártico (Valencia, 1977; Culik, 1994).

En contraste con las otras especies de su género, *Pygoscelis adeliae* y *P. antarctica*, el pingüino papúa tiene muy pocos estudios detallados de su ecología reproductiva. La mayoría de ellos se ha desarrollado en la subespecie *P.p. ellsworthi*, que es la de rango más austral (Bost y Jouventin, 1990; Bost y Jouventin, 1991).

Los estudios pioneros en papúa se realizaron en la primera mitad del presente siglo por Bagshawe en 1938 y Roberts en 1940 (Bost y Jouventin, 1990).

En 1988, el Comité Científico de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR), publicó "Métodos estándar para los estudios de seguimiento" para una serie de aves y mamíferos antárticos. Sin embargo, papúa no fue incluido en ninguno de los 9 métodos de monitoreo para estas aves, seguramente debido a la escasa información disponible acerca de este pingüino (CCAMLR, 1991). Hoy, el monitoreo de esta especie está confinado a las Georgias del Sur, la Península Antártica e Isla de la Posesión (Woheler, 1993).

2. Sistemática y taxonomía

La taxonomía en los pingüinos está estabilizada y es aceptada: hay 18 especies, con varias subespecies geográficas, dentro de seis géneros claramente definidos, todos en una sola familia, Spheniscidae (Stonehouse, 1975; Watson, 1975):

I. *Aptenodytes*: contiene dos especies, y son los pingüinos vivientes más grandes

- *Aptenodytes fosteri* o pingüino emperador, es el más grande con 118 cm de altura y el que penetra a mayor latitud para nidificar
- *A. patagónica*, o pingüino rey es similar al anterior pero un poco más pequeño y es sub-antártico

II. *Megadyptes*: con sólo una especie, el pingüino de ojos amarillos o *M. antipodes*

III. *Pygoscelis*: con tres especies

- *Pygoscelis papua*, o pingüino papúa
- *P. adeliae*, o pingüino adelia
- *P. antarctica*, o pingüino antártico o barbijo

IV. *Eudyptes*: con seis especies las que se caracterizan por tener plumas amarillas sobre sus ojos

- *Eudyptes chrysolophus* o pingüino macaroni
- *E. schlegeli* o pingüino Real

- *E. atratus* o pingüino de cresta erecta
- *E. crestatus* o pingüino de penacho amarillo
- *E. pachyrhynchus* o pingüino de los fiordos
- *E. robustus* o pingüino de Isla Snares, quien sólo nidifica en dicha localidad

V. *Spheniscus*: con cuatro especies, dos de las cuales se encuentran en nuestras costas

- *S. magallanicus* o pingüino de Magallanes
- *S. humboldti* o pingüino de Humboldt
- *S. demersus* o pingüino de Patas Negras, de Sudáfrica
- *S. mendiculus* o pingüino de Islas Galápagos

VI. *Eudyptula*: con dos especies que son las más pequeñas de los pingüinos

- *Eudyptula minor* o pingüino azul
- *E. albosignata* o pingüino de alas blancas

Con respecto a los registros fósiles, se han encontrado 32 especies, divididas en 21 géneros, todos dentro de la familia Spheniscidae. Todas ellas difieren poco en relación con sus similares contemporáneos (Stonehouse, 1975). El fósil más antiguo, corresponde a un ave que usaba sus alas para nadar de fines del Paleoceno. Este no es clasificado como pingüino, pero podría ser uno de sus antecesores. El pingüino fósil más antiguo, incorporado dentro a familia Spheniscidae, corresponde a una especie del Eoceno tardío, encontrado en Nueva Zelanda (Fordyce y Jones, 1990). El “proto-pingüino”, antecesor lejano del pingüino actual, habría

abandonado el vuelo para adoptar el nado y el caminar como único modo de vida durante el Mesozoico tardío o inicios del Terciario. Sin embargo, el ancestro del cual provienen estas aves aún es desconocido (Stonehouse, 1975).

2.1 Género *Pygoscelis*

Son predominantemente gris pizarra en sus partes superiores y blanco en las inferiores, con una cola con plumas en forma de brocha y miden 0,5 m (Stonehouse, 1975; Reilly, 1994). Como se dijo anteriormente, sus tres especies corresponden a cerca del 70% de la biomasa de las aves del continente antártico (Valencia, 1977; Culik, 1994).

Pingüino papúa: *Pygoscelis papua*, el más grande de los pygoscelidos con 75 cm de alto y el tercero en tamaño de todos los pingüinos. Su peso promedio es de 5 a 5,5 kg (Reilly, 1994). Está ampliamente distribuido en las islas antárticas, nidificando hasta los 65°S en la Península Antártica. Sus poblaciones muestran una considerable variación en medidas, peso y tamaño. Hoy se reconocen dos subespecies: *Pygoscelis papua ellsworthi* (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975), el que tendría menor tamaño, el plumaje más delgado y las extremidades más largas, nidificando en la Península Antártica y las islas del Arco de Scotia; y el *P. papua papua*, de mayor tamaño, nidificando en las islas sub-antárticas, a latitudes menores que 60°S (Bost y Jouventin, 1990). La tendencia de ser menor en tamaño al aumentar la latitud, es contraria a la mayoría de las otras especies de pingüinos. Los individuos de las islas Crozet, en el límite norte de su rango, son un tercio más grandes en peso, largo de ala y culmen que sus similares

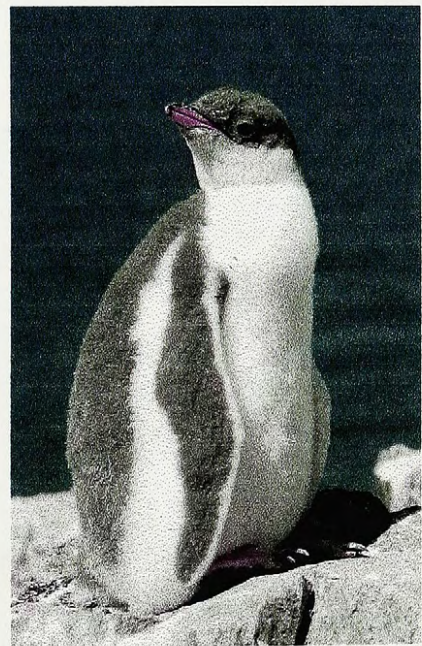
de las Orcadas del Sur. Sin embargo, papúa también presenta grandes variaciones en su biometría entre individuos de la misma colonia (Stonehouse, 1975; Bost y Jouventin, 1990).

Se caracteriza por ser el único pygoscelido con pico y patas de color y un parche blanco a modo de cintillo por sobre sus ojos. Presenta algunas plumas blancas en su negra nuca y cuello. El pico es rojo zanahoria con culmen y punta negros (Figura 2.1.1). El juvenil se diferencia por no poseer el parche blanco en su cabeza y sólo tener unas pocas plumas blancas sobre los ojos y por que el color de patas y pico es un rojo menos intenso. Los polluelos nacen con un primer plumón que es completamente gris excepto por la región abdominal en que es gris claro. A los diez días de vida, edad común para los otros pygoscelidos, aparece el segundo plumón, el que sigue un patrón de distribución de colores similar al del primer plumón, pero con las partes inferiores de un blanco absoluto (Watson, 1975, Reilly, 1994)(Figura 2.1.2).

Figura 2.1.1: *Pygoscelis papua* Adulto



Figura 2.1.2: *Pygoscelis papua* pollo Segundo plumón



Los hábitos de este pingüino están marcados por su exagerada timidez, siendo capaz de dejar el nido antes de defenderlo frente a una interferencia. Por otra parte, evita el terreno agreste para caminar por los suaves (Watson, 1975).

Pingüino antártico: *P. antarctica* ; nidifica casi exclusivamente en las islas del Arco de Scotia y de la Península Antártica hasta los 65°S. No se han reconocido subespecies. Es el más pequeño de los pygoscélicos. Este nidifica en colonias que normalmente contienen decenas de miles de individuos, usualmente cercanos a las colonias de adelia y papúa. (Stonehouse, 1975).

La característica más distintiva de esta ave es una línea negra que cruza su blanco cuello de oído a oído. El juvenil es similar al adulto pero más pequeño(Figura 2.1.3). El primer plumón es completamente blanco-plata. El segundo plumón es gris en las partes superiores, un poco más claro en la cabeza, mejillas y garganta, y el abdomen es blanco a gris pálido (Watson, 1975; Reilly, 1994)(Figura 2.1.4).

Figura 2.1.3: *Pygoscelis antártica* Adulto

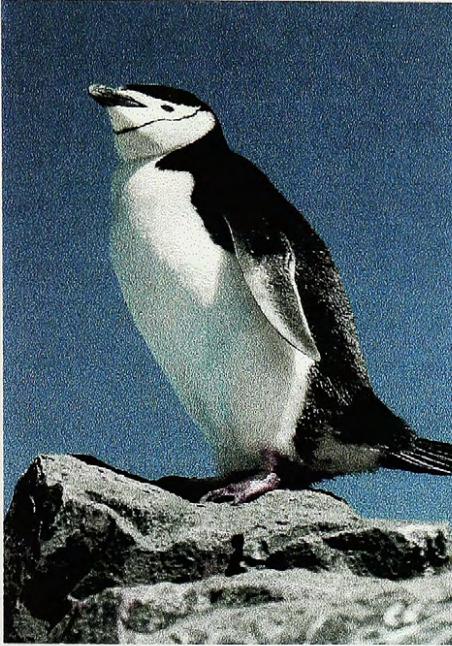
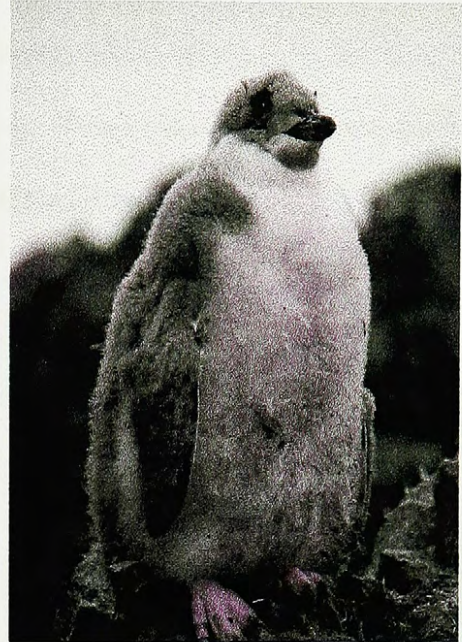


Figura 2.1.4: *Pygoscelis Antártica* pollo segundo plumón



Sus hábitos son gregarios al igual que la mayoría de los pingüinos, pero con una agresividad característica, atacando cualquier enemigo potencial con el pico y alas (Watson, 1975).

Pingüino adelia: *P. adeliae*; Nidifica en las tierras del continente antártico, Península Antártica e islas del sur del Arco de Scotia. Fuertemente colonial, con grupos de decenas de miles de individuos. Caracterizado por un denso plumaje y extremidades cortas, adelia es el más adaptado para la vida en fríos extremos. Pasa el invierno en la cobertura de hielo marino (Stonehouse, 1975).

Su más distintiva característica es el color blanco alrededor de sus ojos, lo que le da el aspecto de botón. La cabeza y también la garganta son grises. El contorno del negro de la garganta es

en forma de “V”. Como se dijo anteriormente, su pico es corto con la punta roja y está cubierto de plumas en la mitad de su longitud (Figura 2.1.5). El juvenil tiene los ojos negros, mientras que su garganta es blanca. El ojo toma la coloración blanca de su borde al año de edad. El primer plumón es completamente gris-plata. El segundo plumón es completamente café-grisaseo (Figura 2.1.6). Tiene una agresividad media entre antártico y papúa (Watson, 1975; Reilly, 1994).

Figura 2.1.5: *Pygoscelis adeliae* Adulto



Figura 2.1.6: *Pygoscelis adeliae* pollo segundo plumón



Estos tres pingüinos son pobres en caracteres sexuales secundarios. Las diferencias más significativas se verifican en el tamaño de alas, peso a la llegada y medidas del pico. En este último, existe una pequeña diferencia en los promedios de las medidas de los picos de machos

y hembras, siendo mayor en largo y profundidad para el primero (Williams, 1990). En cuanto al peso a la llegada al lugar de reproducción, la diferencia es más marcada en adelia, donde el macho es, en un alto porcentaje, más pesado que la hembra (Davis y Speirs, 1990).

En general, el pingüino papúa contrasta con los otros pygoscelídeos en su peso vivo, tendencias sedentarias, y distribución geográfica (Bost y Jouventin, 1990). La masa promedio del pingüino papúa corresponde a un 20% más que adelia o antártico (Volkman y Trivelpiece, 1980).

3. Colonias y distribución geográfica.

Se entiende por colonia un grupo geográficamente continuo de aves en reproducción el cual está contenido dentro de un roquerío, entendiéndose por éste, un área geográfica que posee una o más colonias (Tenaza, 1971). También, y para fines de este estudio, se entiende por colonia, al área geográfica donde se asienta la totalidad de la población reproductora de una localidad, la que a su vez contiene grupos de nidificación los que son conjuntos independientes de nidos distribuidos en un área determinada (Croxall y Prince, 1980; Bost y Jouventin, 1990; Aguirre y Acero, 1995).

El establecimiento de una colonia de pingüinos está gobernada por factores tales como disponibilidad de material para construcción de nido, estabilidad del hielo, accesibilidad a mar abierto, disponibilidad de alimento y microclima (Yates, 1975).

Siete de las 18 especies de pingüinos están bien adaptados para la vida antártica, nidificando al sur de la línea de la Convergencia Antártica. Adelia y emperador nidifican tan al sur como los 77-78°S en Cabo Royds y Cabo Crozet. Los días largos de verano, abundancia de alimento, y una relativa baja presión de predación contribuyen al éxito reproductivo al sur de la Convergencia (Yates, 1975).

De estas siete especies, el pingüino adelia nidifica en la costa continental y en islas al sur de 55°S. papúa y antártico en las islas del Arco de Scotia y en la Península Antártica. Las otras especies que nidifican al sur de la Convergencia son: emperador, rey, penacho amarillo, y macaroni, estos tres últimos, se encuentran principalmente en islas cubiertas de vegetación al norte del límite de la cobertura de hielo de invierno (Yates, 1975).

3.1 Papúa

Papúa es de distribución circumpolar en las islas sub-antárticas y de la Península Antártica, nidificando tanto en la costa este como en la oeste (Poncet y Poncet, 1987) (Figura 3.1). Además, es el que nidifica más al norte de las tres especies de pygoscélicos, alcanzando los 45°50'S, 50°00'E en islas del archipiélago Crozet (Bost y Jouventin, 1990; Bost y Jouventin,

1991; Woheler, 1993). El límite sur de su rango de distribución está en isla Peterman en los 65° 10' S 64° 10' W (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975; Poncet y Poncet, 1987; Bost y Jouventin, 1991; Woheler, 1993). No hay evidencias de colonias reproductoras en Sudamérica, específicamente en el Cabo de Hornos (Woheler, 1993).

Las colonias de papúa son normalmente pequeñas, pero varían en número entre y dentro de las localidades: en isla Kerguelen de 10 a 2.150 parejas; en el norte de la Península Antártica el tamaño promedio de colonia es de 480 parejas reproductoras y el 70% de las colonias contienen menos de 500 parejas (Poncet y Poncet, 1987). Las colonias de papúa contienen grupos de nidificación, resultando en una dispersión que difiere marcadamente de las otras especies de pingüinos los que generalmente nidifican en grandes grupos (Bost y Jouventin, 1990). Es el caso de las islas Georgias del Sur, donde papúa nidifica en varios cientos de pequeños grupos, los que generalmente se encuentran en terrenos planos (Croxall y Prince, 1980).

El tamaño y la posición de las colonias varían según la latitud; dentro de su rango de distribución la densidad de las colonias del papúa es baja comparada con la de los otros pygoscelidos. Las densidades de nidos son menores en las islas sub-antárticas que en la región antártica, donde la distancia entre nidos es de 210 cm (Bost y Jouventin, 1990). Las características topográficas tienen un efecto local, siendo la disponibilidad de alimento probablemente el factor más importante. En varias islas, las colonias se ubican en la costa que dá hacia las mayores concentraciones de alimento, dejando las contrarias libres de nidos.

Asimismo, se ha encontrado una fuerte correlación positiva entre el tamaño de la colonia y el área total de bajos marinos (Bost y Jouventin, 1990).

Por otra parte, en la región sub-antártica, los grupos de papúa se desplazan año con año, aún sin haber sufrido la intervención humana. Estos desplazamientos están definidos dentro de un área restringida. Así por ejemplo, en las islas Crozet, el promedio de desplazamiento anual es de 150 m. Esta característica es única entre todas las especies de pingüinos (Bost y Jouventin, 1990).

Papúa es considerado como un ave de características sedentarias en las islas sub-antárticas pero migratorio en el área de la Península Antártica y sus alrededores. Sin embargo, en este último sector, papúa muestra una conducta migratoria menos intensa que sus congéneres de más al norte. Períodos de ausencia en tierra en promedio no son mayores a tres meses y algunas visitas son hechas durante el invierno (Bost y Jouventin, 1990).

Por último, papúa parece ser más resistente a la intervención del hombre que las otras dos especies de pygoscélicos. Como ejemplo de aquello, ellos recolonizaron el área de nidificación de Port Lockroy a la cual los adalias, los que también la habitaban, nunca volvieron. También regresaron a Waterboat Point, donde antes de la llegada del hombre coexistían con antárticos, los que luego del establecimiento de la base chilena Gabriel Gonzales Videla, desaparecieron y no recolonizaron (Poncet y Poncet, 1987).

3.2 Adelia

El pingüino adelia tiene distribución circumpolar, nidificando en la costa continental y en islas al sur de 55°S (Yates, 1975) (figura 3.2). Su límite austral está en los 77°30'S en la colonia de Isla Ross, siendo el que nidifica más al sur de los pygoscélicos (Woheler, 1993; Taylor y col, 1990; Poncet y Poncet, 1987).

La mayoría de las colonias de adelia están ubicadas cerca de la costa, en áreas libres de nieve o hielo y generalmente pedregosas, aproximadamente a nivel del mar, y raramente se encuentran sobre los 50 m de altitud (Poncet y Poncet, 1987; Taylor y col, 1990).

3.3 Antártico

El pingüino antártico es endémico de la Antártica, y su distribución está casi restringida al área de la Península Antártica y sus islas (Woheler, 1993) (figura 3.3). Todas las colonias conocidas están al sur de la Convergencia Antártica con límite austral ubicado en los 65°52'S. Antártico no nidifica en el continente, sino que en el oeste de las islas que rodean a la Península Antártica. En las islas Orcadas del Sur, antártico está completamente ausente durante el invierno, partiendo en Abril y regresando en Noviembre, mostrando una conducta claramente migratoria (Conroy y col, 1975).

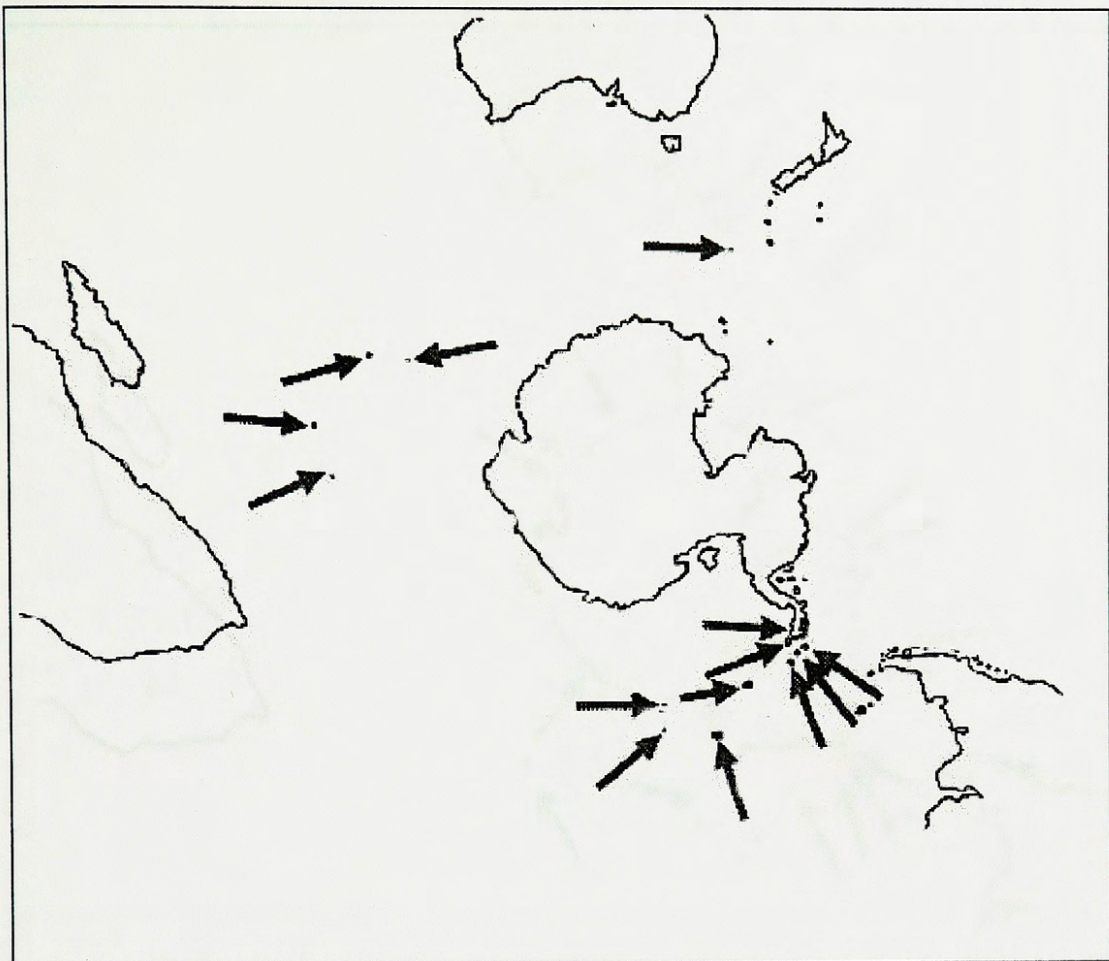
La distribución de antártico está fuertemente influenciada por la disponibilidad de costas libres de hielo. La ausencia de éste en algunos sectores de la península se puede atribuir a la presencia de hielo permanente en la línea de costa (Poncet y Poncet, 1987).

Durante la segunda mitad del verano austral, en la región del Mar de Wedell, en la costa este de la Península Antártica, la población de papúa es casi inexistente, no así la de adelia. Esta zona, está permanentemente congelada, lo que hace que adelia emplume sobre el hielo y que papúa tienda a desplazarse y permanecer fuera del área de hielos corroborando la hipótesis de que las variaciones de distribución anuales dependen en parte de la distribución y superficie de la cubierta de hielo antártico (Cline y col, 1969).

Gran parte de los lugares disponibles para la nidificación es ocupada generalmente por más de una especie pero en forma de colonias aisladas (Poncet y Poncet, 1987). Grupos de nidificación mixtos de adelia, antártico y papúa sólo ocurren en dos localidades: isla Ardley y Stranger Point (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975).

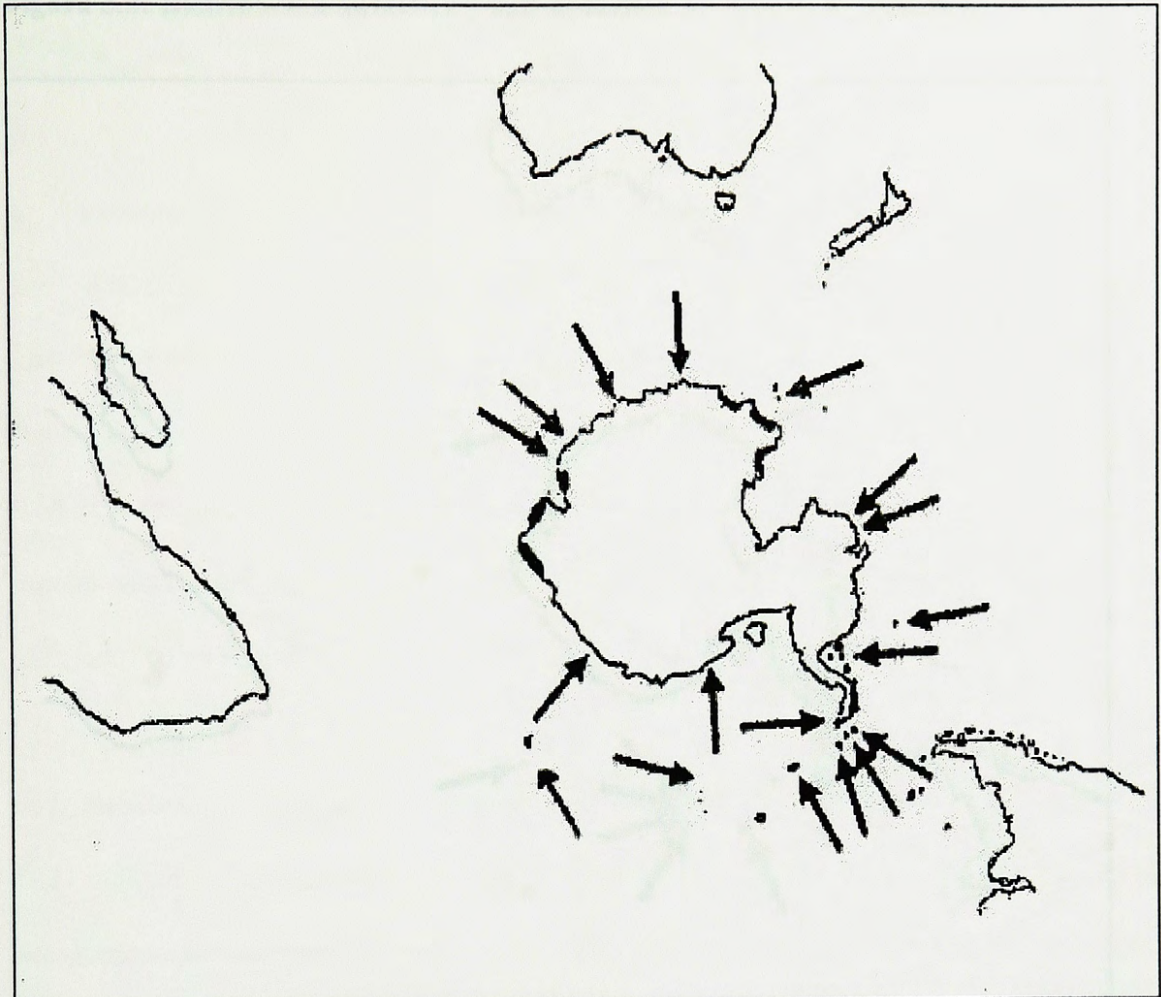
Considerando las características de la distribución de estas especies, en la región de la Península Antártica se genera una gran área de sobreposición en la distribución de éstas (Reilly, 1994). La isla Rey Jorge está en el centro de los rangos superpuestos dando oportunidad para estudios de nichos ecológicos y segregación ecológica (Trivelpiece y col, 1987; Trivelpiece y Trivelpiece, 1990; Woheler, 1993).

Figura 3.1: Distribución antártica y sub-antártica de *Pygoscelis papua*



Fuente: Reilly, 1994.

Figura 3.2: Distribución antártica y sub-antártica de *ygoscelis adeliae*.



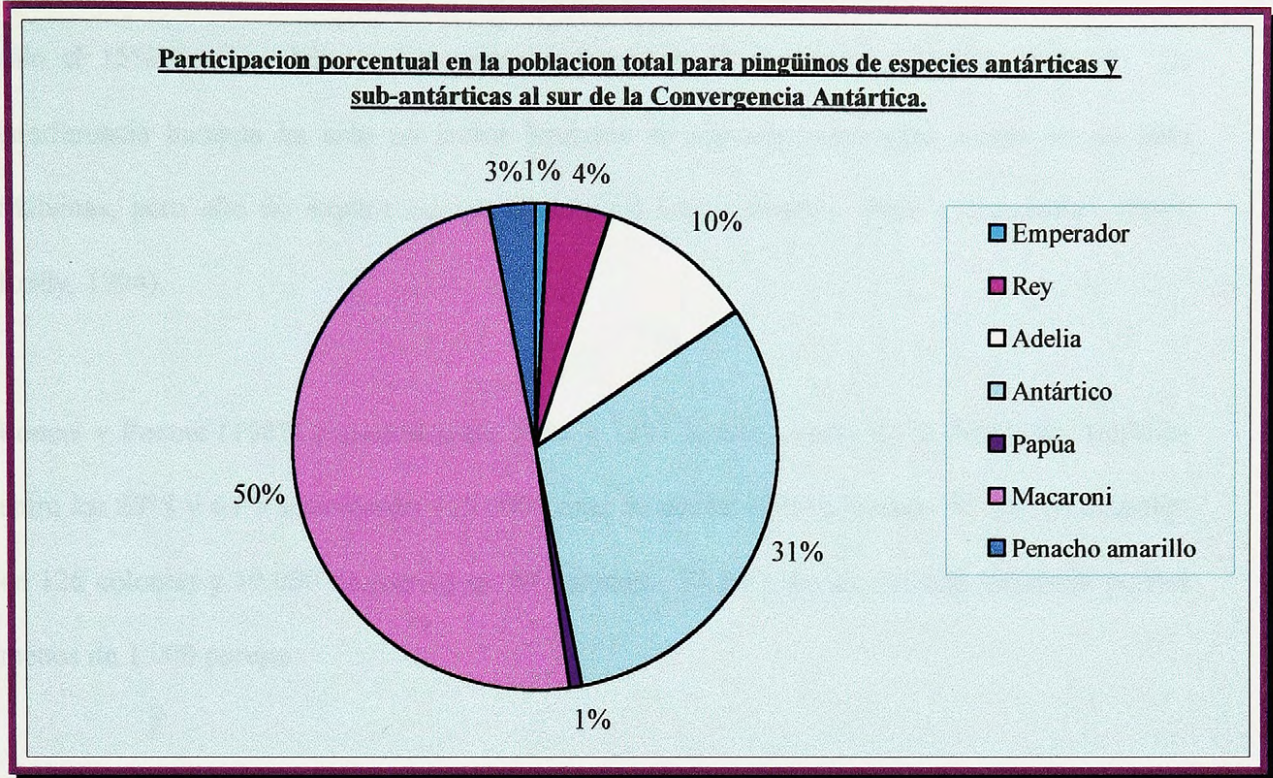
Fuente:Reilly, 1994.

4. Poblaciones

Las estimaciones de tamaño de poblaciones de pingüinos son obtenidas mediante censos. Según Taylor y col (1990), el método de censaje que da mejores resultados y más se asemeja a la realidad es la aerofotografía. Esta permite llegar a censar colonias inaccesibles para el hombre tanto por tierra, mar o helicóptero ya que este último genera grandes disturbios en las colonias. Para colonias pequeñas, los resultados de conteos en tierra son similares a los obtenidos por fotografía aérea, mientras que para las grandes colonias la diferencia que se producen son muy notorias. Por otra parte, la fotografía provee de una imagen permanente y entrega información adicional como detalles topográficos, forma de los grupos y características de la cubierta de nieve.

La población total de pingüinos, dentro de la Convergencia Antártica, asciende a un mínimo de 23,87 millones de parejas. Si a esta cifra se le agregan los no reproductores y los reproductores que desertan, ésta aumenta al menos en un 40%. Las especies más abundantes corresponden a macaroni con 11,72 millones de pares, antártico, con 7,49 y adelia, con 2,47 (Reilly, 1994). La participación de cada especie antártica y sub-antártica en la población total al sur de la Convergencia Antártica, se esquematiza en la Figura 4.1.

Figura 4.1



Fuente: Reilly, 1994.

El pingüino papúa es el menos abundante de los pygoscélicos con un total estimado de 298.000 parejas reproductoras. Las colonias de papúa en general han permanecido estables hasta 1993 con fluctuaciones principalmente entre años. Las mayores concentraciones de éstos están en las islas Georgias del sur con aproximadamente 100.000 parejas, luego las islas Malvinas con 70.000 parejas y las islas Kerguelen con 30.000, lo que representa el 75% de la población de papúa (Bost y Jouventin, 1990; Woheler, 1993). La mayor parte de esta especie se ubica cercana a la zona de la Convergencia Antártica y un 13% se encuentra dentro del área límite de hielo marino antártico (Bost y Jouventin, 1990).

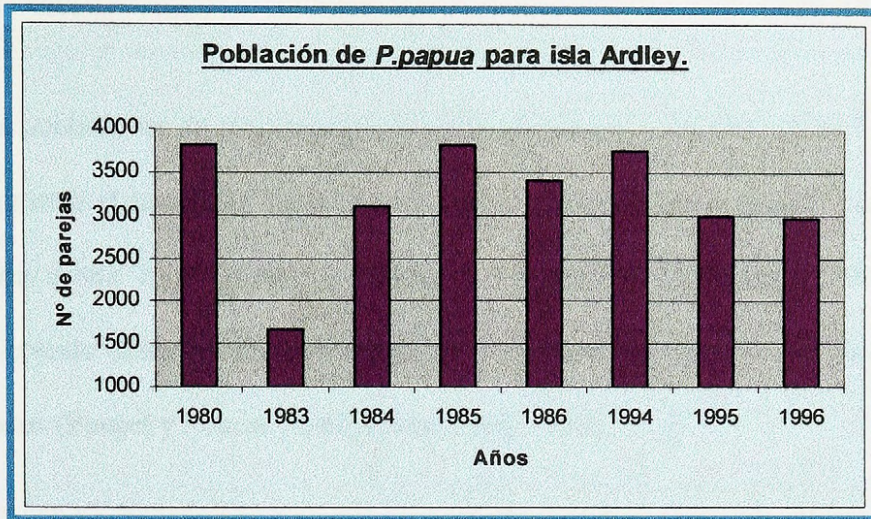
Comparado con otros pingüinos antárticos, papúa no es numeroso. Su población mundial es sólo el 15% de los adelia, y representan únicamente el 1% de la población mundial. La interferencia humana ha sido un factor limitante en algunas localidades, como en las islas Malvinas, pero ello no explica completamente tal baja población (Bost y Jouventin, 1990; Reilly, 1994).

Poncet y Poncet (1987) censaron entre 1983 y 1987 la costa oeste de la Península Antártica entre los 63°S y 69°S totalizando 125.000 pares de adelia en 99 colonias, 55.000 de antártico en 126 colonias y 19.000 de papúas en 40 colonias. El 80% de las colonias de adelia poseen menos de 1.000 parejas.

Ajustando los datos de Jablonski 1984 para isla Nelson e isla Rey Jorge, Trivelpice y col (1987) calcula un total de 65.300 parejas reproductoras de adelia distribuidas en 8 colonias; 12.600 de papúa distribuidos en 8 colonias y 625.800 de antártico distribuidas en 29 colonias.

Isla Ardley, ubicada a 62° 13'S y 58° 56'W, es una colonia mixta donde nidifican adelia, antártico y papúa. Esta presentaba, para los años 1980, 1983, 1984 y 1986, la cantidad de 3.809, 1.656, 3.105 y 3.410 parejas reproductoras respectivamente (Woheler, 1993). Según Trivelpiece y col (1987) la colonia mixta de Isla Ardley poseía para 1985 un total de 5.109 parejas reproductoras de las cuales 1.056, 3.809 y 244 eran adelia, papúa y antártico respectivamente. Para los años 1994, 1995 y 1996 la colonia alcanzó las 3752, 2985 y 2974 parejas reproductoras (Valencia, com pers) (figura 4.1).

Figura 4.1



Nota: No existen datos disponibles para los años no graficados

1980, 1983, 1984, 1986: Woehler, 1993.

1985: Trivelpiece y col, 1987.

1994, 1995, 1996: Valencia, Com pers.

El número de individuos reproductores en las colonias varía entre años, lo que estaría ligado a su vez a la fecha de postura, siendo ésta más tarde los años de menor población total y viceversa. Se postula que en los años de menor población, a los pingüinos les ha costado más llegar a un estado físico óptimo para la reproducción por baja disponibilidad de alimento (Williams, 1990).

Papúa, muestra las mayores variaciones de población entre años con respecto a los otros pingüinos antárticos y sub-antárticos. Dichas variaciones son mayores en las colonias australes que en las del norte. Los años con bajo éxito reproductivo y con retraso en la postura están normalmente asociados con una disminución en el tamaño poblacional al año siguiente. Ha sido sugerido que la disminución de krill al comienzo de la temporada reproductiva explicaría

dicha baja, debido a que los adultos llegan en baja condición física a la reproducción (Bost y Jouventin, 1990).

En general las poblaciones de pingüinos han crecido en número y distribución en los últimos 70 años, especialmente el antártico. Sin embargo, papúa se ha mantenido estable y no ha variado en importancia desde 1900 (Poncet y Poncet, 1987; Bost y Jouventin, 1990). Algunas colonias han crecido desde los años 50-60, después de cesar la extracción de huevos a manos de los balleneros (Poncet y Poncet, 1987; Fraser y col, 1992).

En la región del Mar de Ross existió un claro aumento en las poblaciones de adelia durante las décadas de los años 70 y 80 (Taylor y col, 1990). Este aumento de las poblaciones de pingüinos fue observado por distintos autores y variados son los argumentos que explicarían este fenómeno: aumento en la disponibilidad de krill por disminución en el número de ballenas en cerca de 150 millones de toneladas, aumento del éxito reproductivo de las colonias, recuperación después de la intervención humana (Poncet y Poncet, 1987; Fraser y col, 1992), entre otros. Taylor y col (1990) sugieren que existe un aumento en la disponibilidad de krill, pero que éste sería una consecuencia de las recientes tendencias al aumento de la temperatura en la Antártica y mares del sur. Esto, avalado porque desde 1981 las poblaciones presentes en la costa oeste de la Península Antártica, se han mantenido dentro de la estabilidad a diferencia de las de la costa este (Mar de Ross), lo que coincide con que el aumento de temperatura ha sido menos pronunciado en la región de las islas Shetland del Sur que en esta última. Este aumento en la disponibilidad de alimento mejoraría las probabilidades de emplume, aumentaría

las expectativas de vida entre temporadas reproductivas y permitiría que los adultos puedan reproducirse a edades más tempranas. Sin embargo, esto se contrapone a lo planteado por Barber y Chávez (1983), quienes dicen que al aumentar la temperatura de los mares, disminuye su productividad.

Este aumento de las poblaciones de adelia es mucho menor que el experimentado por antártico (Bost y Jouventin, 1990; Fraser y col, 1992), quien es el consumidor de krill que más ha crecido en población y expandido su rango de distribución. Debido a esta diferencia en el aumento de individuos existente entre especies de un mismo género y también en especies de mamíferos, es que Williams y col (1992) postulan que este aumento de población no sólo se debería a un aumento en la disponibilidad de alimento. En un estudio basado en información reciente sobre la distribución pelágica de adelia y antártico en el mar de Wedell y mar de Scotia, datos demográficos de isla Rey Jorge, imágenes satelitales de la cubierta de hielo oceánica y análisis de las temperaturas superficiales, Williams reconoce que la densidad y distribución de adelia durante el invierno es dentro de la cobertura de hielo, mientras que antártico la evita. Asimismo, las fluctuaciones interanuales positivas en el número de adelias coinciden con una disminución en el número de antárticos, lo que a su vez se superpone con los años en que la cobertura de hielo es mayor (menor latitud). Del análisis de las temperaturas superficiales desde los años 50, Fraser y col (1992) estimaron un aumento de $+0,0278$ °C por año. La tendencia lineal desde 1960 a 1974 fue de $0,085$ °C por año (Raper y col, 1983). De hecho el número de años fríos muestra un descenso de 4-5 en los años 50 a 1-2 en los últimos 20 años. Estas condiciones climáticas favorecerían al pingüino antártico quien elude el hielo, a diferencia

de adelia quien prefiere los años fríos, lo que sugiere que las variaciones anuales en el éxito reproductivo de estos pingüinos están en gran parte influenciado por los cambios en el hábitat marino mediado por la cobertura de hielo y su efecto en el éxito de forrajeo y las condiciones fisiológicas previas a la reproducción (Fraser y col, 1992).

A pesar del crecimiento generalizado de las poblaciones de pingüinos, no todas las colonias han seguido la misma suerte. Es el caso de la colonia de Port Lockroy, la que desapareció luego de la constante extracción de huevos y polluelos por los balleneros entre los años 1911 y 1931. El aumento de los antárticos en las Orcadas de Sur no se ha reflejado de igual forma en la península. Las colonias de Waterboat Point y Coal Point desaparecieron tras la intervención humana, otras han declinado naturalmente. La escasa información en papúas muestra variaciones interanuales considerables pero las poblaciones en general se mantienen estables (Poncet y Poncet, 1987).

Las causas de porqué el aumento en número no ha sido reflejado igual por todas las especies, es algo que aún no tiene respuesta, pero según Volkman y Trivelpiece (1980), dichas diferencias en la expansión de las poblaciones entre los pygoscélicos estarían relacionadas con sus estrategias ecológicas.

5. Biología reproductiva

A diferencia de las otras especies de pygoscélidos, papúa no tiene conducta migratoria y tiende a quedarse en bahías protegidas y canales abiertos cercanos a su lugar de reproducción durante el invierno (Fraser y col, 1992).

En otro aspecto, cada especie de pygoscélido es sincrónico con sus similares en las fechas de los distintos eventos reproductivos, es decir, desde la llegada de los adultos hasta la partida de los pollos, los eventos reproductivos se suceden en forma coordinada para todos los individuos de la colonia, sin embargo entre especies la reproducción es asincrónica (Trivelpiece y col, 1987) .

Las tres especies de pygoscélidos, así como en general las aves de la familia Spheniscidae, son monógamas, es decir, se aparean con una sola hembra en cada temporada (Davis y Speirs, 1990).

Los eventos que ocurren durante la temporada reproductiva de los pygoscélidos se pueden dividir en distintas etapas, cada uno, dependiendo de la especie, en forma sincrónica y en fechas bien determinadas (Darby y Seddon, 1990; Bost y Jouventin, 1991) :

- Llegada y pre-postura: los pingüinos llegan al sitio de nidificación. Existe un período de cortejo que precede a la copula mientras se construye el nido.

- **Postura:** este período, en el cual se oviponen dos huevos, varía en duración para cada colonia según la especie.
- **Incubación:** durante la cual macho y hembra se turnan en el cuidado de los huevos. La duración de cada turno varía según la especie.
- **Eclosión:** Al igual que la postura, varía en duración según la especie.
- **Empolle:** período en el cual el pollo está al resguardo de uno de los dos padres en el nido mientras el otro realiza turnos de forrajeo para alimentarlo.
- **Guardería:** el polluelo sale del nido para juntarse con sus contemporáneos y ambos padres van a forrajear mientras el cuidado del grupo queda a cargo de unos pocos padres.
- **Emplume o muda de los pollos:** Período en el cual el polluelo cambia el plumón por la pluma definitiva que le permitirá ingresar a agua. Termina con la partida de éstos al mar.
- **Emplume o muda de los adultos:** se produce el cambio total de las plumas después de que los polluelos se han ido. Este no es un evento reproductivo, pero si es parte del ciclo vital.

5.1 Llegada y cortejo:

El pingüino papúa sub-antártico, *P.p. papua*, en su límite norte de distribución, llega a los sitios de nidificación entre el 28 de junio y 10 de julio, es decir, en pleno invierno (Bost y Jouventin, 1991). Papúa, el que es semi-migratorio al sur de la Convergencia Antártica, tiende a quedarse en la colonia de un año a otro, pero las condiciones de hielo lo fuerzan a dejarla y dirigirse a

mar abierto en busca de alimento. La fecha de llegada en estas latitudes es a mediados de Octubre (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

En Bahía Almirantazgo, en la isla Rey Jorge, los pingüinos migratorios adelia y antártico, retornan a la colonia a principios de Octubre y principios de Noviembre respectivamente (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

No existen diferencias significativas en las fechas de llegada a tierra de machos y hembras en adelia, llegando esta última un día después que el macho (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990). En el caso de papúa, éstos llegan el mismo día (Bost y Jouventin, 1991) Por último, el macho antártico llega un promedio de cinco días antes que la hembra, a la que espera en el sitio de nidificación que ocupó el año anterior (Conroy y col, 1975; Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

En la región de las islas Shetland del Sur, Península Antártica, los machos adelia regresan en un 99% al mismo lugar de nidificación que el año anterior, mientras que antártico lo hace en un 94%, lo que contrasta con el 63% de papúa, el que es significativamente menor. Sin embargo, las hembras de adelia y antártico son menos filopátricas que los machos con un 65 y 82% respectivamente. A diferencia, la hembra papúa tiene una tasa de reocupación de 60%, que no difiere de la de los machos (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

La filopatría de los machos por especie, se correlaciona en forma inversa a la fidelidad de pareja. Así, adelia se reúne con la misma pareja del año anterior en un 62%, antártico en un 80% y papúa un 90% (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Sin embargo, papúa, en su distribución sub-antártica, en su límite norte de distribución, se reúne con la misma pareja del año anterior solo en un 49%, mientras que un 40% lo hace por tres años. Según Bost y Jouventin (1991), esto no dependería del éxito alcanzado por la pareja el año anterior. Las causas de pérdida de pareja serían en un 74% la falta de llegada de la pareja, 17% asincronía en la llegada y solo un 9% de divorcios.

Adelia es un pingüino migratorio, con un rango de distribución reproductivo centrado alrededor de las tierras continentales de la Antártica, donde la temporada de verano está restringida a un período de 3-4 meses. Debido a esto, adelia debe empezar su reproducción tan pronto como sea posible después de la llegada, lo que explicaría su comportamiento de alta fidelidad a la colonia, pero baja a la pareja (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Papúa normalmente habita las islas sub-antárticas al norte de la cobertura de hielo marítimo, por lo que no tiene las restricciones de adelia. Papúa es sedentario en la mayoría de su distribución reproductiva, permaneciendo cercano a su pareja durante gran parte del año (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990) Sin embargo, esto se contradice con lo encontrado por Bost y Jouventin (1991) en las islas Crozet señalado anteriormente. Según estos autores, la fidelidad de pareja en papúa, aumenta con la latitud.

Antártico está restringido a la Península Antártica, por lo que es intermedio en distribución con respecto a sus dos congéneres. Este exhibe tanto una alta tasa de filopatría, así como una alta tasa de fidelidad de pareja (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Después de la llegada, viene un período de cortejo, que en general para los pygoscélicos dura 1 a 2 semanas. Dicho período en adelia y antártico, está definido por el tiempo que transcurre entre la llegada de los reproductores y la postura del segundo huevo (Conroy y col, 1975; Trivelpiece y Trivelpiece, 1990). A diferencia de los anteriores, el período de cortejo de papúa es definido como las 3 a 4 semanas previas a la postura del segundo huevo, desde mediados de Octubre a mediados de Noviembre. Esto debido a su conducta semi-migratoria, lo que ocurre en todas las Shetland del Sur (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990). La formación de la pareja en general es rápida, verificándose dentro de los primeros tres días de este período (Bost y Jouventin, 1991).

Durante el período de pre-postura papúa tiene un comportamiento distinto a sus congéneres. Machos y hembras permanecen en tierra desde que anochece hasta el amanecer, y entonces se dirigen al mar realizando viajes de forrajeo en busca de alimento (Davis y Speirs, 1990; Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Mientras están en tierra durante la noche, algunas parejas vuelven a sitios específicos donde buscan y exhiben guijarros, mientras que otras parejas ocupan varios nidos ubicados en distintas

partes de la colonia durante del período de cortejo. La hembra ayuna un promedio de 5,3 días antes de la postura, mientras el macho sigue haciendo varios viajes en busca de alimento (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

5.2 Construcción de nido

Papúa en las islas sub-antárticas construye su nido generalmente con pastos y musgos. Estos se juntan generalmente en pequeños y diseminados grupos de algunas docenas y sólo a veces cientos de individuos (Stonehouse, 1975). En lugares sub-antárticos donde la vegetación es escasa, papúa coloniza los lugares con mayor abundancia de vegetación. Al final de la temporada reproductiva toda la cubierta es destruida ya sea directamente por la construcción del nido o indirectamente por las caminatas y las fecas. Varios años se necesitan para que la vegetación se recupere (Bost y Jouventin, 1990).

A diferencia de los papúa sub-antárticos, en la Península Antártica ellos construyen su nido básicamente con pequeñas piedras, al igual que sus congéneres (Bost y Jouventin, 1990).

Papúa construye un nido más alto que adelia y éste más alto que antártico, de aproximadamente 10-20 cm, ésto lo expone a la máxima luz solar y deja a los huevos menos susceptibles a la inundación (Yates, 1975).

El nido de adelia es una depresión o una especie de trinchera usualmente de poca altura, construida con piedras pequeñas por los reproductores exitosos: éste no permite el movimiento de los huevos pero los deja sujetos a inundación por agua de deshielo (Yates, 1975).

Antártico prefiere laderas pedregosas y las más altas elevaciones, donde sólo con unas pocas piedras construyen un nido que solo evita que el huevo ruede (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975).

Por último, papúa tiene las mayores distancia entre nidos, entre 92 y 119 cm. Antártico por su parte tiene una distancia intermedia de 86,4 cm promedio, lo que contrasta con adelia donde el promedio de distancias es de 77 cm. Esta cercanía entre nidos genera dos ventajas: para los predadores es muy difícil moverse dentro de la colonia y ocupa eficientemente las áreas libres de hielo, que son escasas en las latitudes extremas (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975).

5.3 Postura

Los pingüinos del género *Pygoscelis* oviponen generalmente dos huevos durante la temporada reproductiva al igual que el resto de los pequeños pingüinos. El único género que varía en este aspecto, es el de los grandes *Aptenodytes*, rey y emperador, quienes oviponen un solo huevo y lo incuban sobre sus patas (Watson, 1975).

El intervalo entre el primer y el segundo huevo es entre 3 y 5 días, con ciertas diferencias entre especies. El huevo de pingüino pesa aproximadamente el 2% del peso del adulto, y también dependiendo de la especie varía entre 75 y 148 gr (Watson, 1975; Bost y Jouventin, 1990).

Esta etapa es una de las que más varía entre años en cuanto a fecha de inicio se refiere. Gwynn (1953), sugiere que la aparición de tierras libres de nieve sería un factor controlador importante de la variación anual de dicha fecha, sin embargo, Williams (1990) encuentra resultados contradictorios en las islas Georgias del Sur.

En general, esta etapa es altamente sincrónica entre individuos de la misma especie (Trivelpiece y col, 1987).

El pingüino de ojos amarillos ovipone dos huevos normalmente. Entre un 5-7% de las hembras ponen 1 solo huevo. En general no reemplaza huevos perdidos (Darby y Seddon, 1990).

El pingüino de Magallanes ovipone 2 huevos con un intervalo de 3 a 4 días. Posturas de un solo huevo son muy infrecuentes y seguramente puestos por hembras jóvenes. En la mayoría de éstos, el primer huevo es más grande que el segundo (Boersma y col, 1990).

Luego de reunidos y apareados, la hembra papúa vuelve al mar por un período promedio de 2,5 días para luego retornar a la postura de su primer huevo, 2,3 días después de su regreso. Una vez la hembra en el nido, el macho se dirige al mar, haciendo visitas mientras la hembra espera

la postura del segundo huevo. Poco antes de esto, el macho vuelve y toma el primer turno de incubación (Bost y Jouventin, 1991). Sin embargo, existen hembras las que, una vez puesto el primer huevo son relevadas por el macho y parten al mar por uno o dos días tras lo cual regresan a poner su segundo huevo (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

En el caso del adelia, ambos miembros permanecen junto al nido en ayuno hasta que el segundo huevo es puesto, momento en que la hembra se dirige al mar y el macho continúa el ayuno para incubar los huevos. El lapso de tiempo entre la postura del primer y segundo huevo es de 3 días, al igual que en antártico (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Como adelia, antártico ayuna hasta que se completa la postura, la que en las isla Shetland del Sur se produce a fines de Noviembre (Conroy y col, 1975; CCAMLR, 1991). Sólo un 48% de los machos parten al mar un día antes de la postura del segundo huevo; sin embargo, es la hembra la que permanece en el nido para el primer turno de incubación en un 65% (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

En las poblaciones del norte, el pingüino papúa ovipone en un 95,2% dos huevos. Un 4,8% ovipone un solo huevo, y los que ponen más de dos son un porcentaje mínimo, y muchas veces no se sabe si es de la misma hembra o más de una. El intervalo entre la postura del primer y segundo huevo es de 3,2 días (Bost y Jouventin, 1991).

Un poco más elevado es el porcentaje en favor de las parejas que ponen dos huevos en poblaciones más australes, donde el 99,5% de las posturas contienen dicha cantidad. En estas latitudes, muy pocas parejas generan huevos de remplazo, debido a la disminución del tiempo disponible para reproducción, los que generalmente ocurren con más de un mes de retraso. La diferencia en días entre la postura del primer y segundo huevo prácticamente no varía con respecto a sus similares del norte, siendo de 3,2 a 3,4 días (Williams, 1990).

Quizás el aspecto más inusual de la biología reproductiva del papúa es la variabilidad en la fecha de inicio de la postura, con respecto a la localidad, colonia y año. La diferencia entre las islas Crozet y la Península Antártica es de aproximadamente 130 días para la postura del primer huevo y 13 días para el segundo. No existe correlación entre la latitud y la fecha de postura del primer huevo (inicio de la postura), pero sí entre esta última y la temperatura del mar. En este aspecto se distinguen dos grupos: los al sur de la Convergencia Antártica, los que difieren entre ellos en sólo 3 semanas, y los al norte de ésta, los que llegan a diferir en 11 semanas entre sitios de nidificación (Bost y Jouventin, 1990).

En este mismo ámbito, las poblaciones al norte de la Convergencia Antártica son las únicas entre los pingüinos sub-antárticos en iniciar su postura a principios de invierno, mientras que las demás poblaciones de la región antártica oviponen en primavera, tal como los otros pygoscelidos (Bost y Jouventin, 1990).

La sincronía de la postura es particularmente variable en papúa con respecto a la localidad. El período de postura dura 28 días en la Península Antártica, donde varía poco con respecto a los otros pygoscelidos, llegando a igualar la de adelia en 16 días (Trivelpiece y col, 1987), mientras que ésta se puede extender por 154 días en las islas Crozet. Nuevamente la correlación, esta vez entre largo del período de postura y temperatura del agua es fuerte. La particular prolongación de este período en la región sub-antártica está ligado a la capacidad de esta especie de volver a poner tras la pérdida de los huevos. Esta facultad varía entre localidades siendo particularmente pronunciada en las islas Crozet, donde las condiciones invernales son mejores que en a la región antártica, donde también existe algún grado de re-postura (Bost y Jouventin, 1990). Ejemplo de ésto es la colonia Sphinx de las islas Crozet, donde el comienzo de la postura fue, para 1985, el 7 de julio. El peak de postura se alcanzó entre la última semana de Julio y mediados de Agosto, sin embargo esta se prolongo hasta fines de noviembre con los huevos de reemplazo (Bost y Jouventin, 1991).

La fecha de postura también varía de un año a otro en colonias de una misma localidad, característica que también es única entre los pingüinos sub-antárticos. En Isla Crozet se verifican variaciones de tres semanas entre años. Esta variación se acentúa al sur de la Convergencia Antártica con retrasos de cuatro semanas (Williams, 1990) y hasta sobre las cinco semanas en las Georgias de Sur (Bost y Jouventin, 1990).

En las islas del norte, en promedio, el primer huevo es más grande que el segundo, pero la diferencia no es significativa (Bost y Jouventin, 1991). Sin embargo, en las islas Georgias del

Sur existe una diferencia significativa entre el peso del primer y segundo huevo de papúa, siendo este último más pesado que el primero, por lo que existiría un gradiente en favor del segundo huevo a medida que aumenta la latitud (Williams, 1990; Williams y Croxall, 1991).

El peso de los huevos y la fecha de postura también varía con respecto a la localización del nido; aquellos ubicados en grupos recientemente establecidos son más livianos y puestos más temprano en la temporada que los de grupos con experiencia. Por último, el peso de los huevos varía también con respecto a la edad de los reproductores, siendo mayor para los adultos de 7-8 años (Williams, 1990).

Por otra parte, existen diferencias en cuanto a fecha media de postura y sincronía de la postura con respecto a hembras que se reproducen por primera vez y las con experiencia previa. Así, la fecha media de postura es más temprana para las hembras primerizas que para las de más de una temporada reproductiva. La sincronía de la postura por su parte, es menor en las primeras que en las segundas (Williams, 1990).

5.4 Incubación

Los pingüinos son incubadores biparentales; es decir, machos y hembras realizan turnos de incubación (Boersma y col, 1990). Los patrones de atención al nido varían de una especie a otra, pero en la mayoría el primer y segundo turno son largos y los sucesivos más cortos, disminuyendo en duración hasta 2-3 días antes de la eclosión (Boersma y col, 1990). El padre que incuba está imposibilitado de alimentarse. El período de ayuno puede ir de 1-2 días, como en el pingüino de ojos amarillos, a 3,5 meses, como es el caso del pingüino emperador (Davis y Speirs, 1990).

La duración de la incubación de *P. papua* entre la postura y eclosión del segundo huevo, es de 35,2 a 35,3 días para la colonia de las islas Georgias del Sur. Asimismo, la duración de la incubación para el primer huevo, es de 37,6-37,7 días (Williams, 1990).

Al igual que en el caso anterior, en las poblaciones del norte la duración de incubación del primer huevo es significativamente mayor que la del segundo, siendo ésta 37 y 35,6 días respectivamente. En esta zona, el primer huevo eclosiona antes en un 88% de los nidos (Bost y Jouventin, 1991).

Como se aprecia, prácticamente no existen diferencias en la duración del período de incubación en las distintas localidades. Esta característica no está en el pingüino de ojos amarillos, el que tiene la mayor variación en el período de incubación, fluctuando entre 39 y 51 días (Darby y Seddon, 1990).

Los patrones de turnos de incubación para *P. papua* varían entre los reproductores tempranos y los tardíos. Para los primeros, el promedio es de 17,2 turnos, mientras que para los segundos es de 13,3. Sin embargo existe diferencia entre el largo de los turnos de machos y hembras (Bost y Jouventin, 1991).

El período de incubación promedio de antártico es de 35 días . Para colonias australes, la incubación del primer huevo es de 37,3 días y del segundo de 35,2. Durante este período, los padres realizan turnos de incubación de un promedio de $2,48 \pm 1,88$ días con un rango de 1 a 9 días, sin incluir el primer turno el que es más largo. Independiente del rango, la mayoría de los nidos realizan 43 cambios de turno (Conroy y col, 1975).

En el caso de adelia, el período de incubación puede durar de 33 a 36 días. Normalmente el segundo huevo eclosiona un día después que el primero (Watson, 1975). El primero turno de incubación para cada integrante de la pareja, es el más largo de los pygoscélidos, alcanzando éste entre 12 y 14 días (CCAMLR, 1991). Derivado de lo anterior, el macho adelia es el pygoscélido que tiene el período de ayuno más prolongado, ya que a los 17-24 días que dura el período de cortejo, se le suman los 12-14 días del primer turno de incubación (Watson, 1975).

Es en este período donde ocurre la mayor frecuencia individual de falla reproductiva. El retraso o ausencia de la pareja para el reemplazo en el turno de incubación luego de su viaje de forrajeo provoca la deserción del otro integrante debido al agotamiento de sus reservas energéticas (Bost y Jouventin, 1990; Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Con relación a este último punto, se ha visto que la duración del viaje de alimentación realizado por la hembra de adelia después de la postura puede ser un fácil indicador de la abundancia de krill en la zona. Si éste es difícil de encontrar, la duración de su viaje será mayor, lo que muchas veces provoca la deserción del macho y la pérdida de los huevos (Davis y Miller, 1992).

5.5 Eclosión:

En 1985 en Point Tomas, isla Rey Jorge, un 68, 67 y 56% de las parejas de papúa, adelia y antártico respectivamente, eclosionaron exitosamente al menos un pollo (Trivelpiece y col, 1987).

En las islas Georgias del Sur, el primer huevo de papúa eclosiona antes o el mismo día que el segundo en un 99% (Williams, 1990; Watson, 1975). Gracias a esto, la diferencia de peso generada por el diferencial existente entre el primer y segundo huevo, se equipara rápidamente (Williams y Croxall, 1991).

El éxito de eclosión de antártico, es cercano a un 90%. Esta última empieza aproximadamente la última semana de Diciembre (Conroy y col, 1975).

1.6 Empolle

En esta etapa, los padres comienzan a realizar turnos de forrajeo para alimentar a sus polluelos.

En papúa ésta dura aproximadamente 4 semanas, pero depende de una serie de variables a tratar posteriormente. En antártico, la duración es similar al de papúa (Conroy y col, 1975), mientras que en adelia la duración del empolle es de 22 a 25 días (Watson, 1975). La cantidad de alimento que reservan los padres para ellos de la alimentación de los polluelos durante esta etapa es un mínimo (Culik, 1994).

El promedio de duración de los turnos de alimentación para adelia, papúa y antártico es $24,3 \pm 0,8$, $12,5 \pm 0,4$ y $16,7 \pm 0,9$ horas respectivamente, siendo significativamente diferentes entre ellos. De lo anterior se deriva que el número diario de visitas de los padres al pollo es de 0,99 para adelia, 1,44 para antártico y 1,92 para papúa (Trivelpiece y col, 1987).

Así como en los turnos de incubación, los turnos de forrajeo tampoco difieren en duración entre macho y hembra (Bost y Jouventin, 1991).

La sobrevivencia de los polluelos durante este período sobre los exitosamente eclosionados es de 77% para adelia, 88% para papúa y 92% para antártico considerando la entrada a guarderías después de los 21ds de la eclosión (Trivelpiece y col, 1987).

La edad en que los polluelos se vuelven térmicamente independientes fluctúa entre los 21 y 24 días de edad quedando listos para empezar a formar las guarderías (Bost y Jouventin, 1991).

5.7 Guardería

En esta etapa, los polluelos comienzan a juntarse en grupos a medida que los padres los dejan solos para ir en busca de más alimento para ellos. Finalmente, generan en la colonia unos cuantos grupos formados por grandes cantidades de polluelos, los que son cuidados solo por algunos adultos (Watson, 1975).

Esta formación de guarderías sería una forma de protección contra las bajas temperaturas que genera el viento fuerte. Por otra parte se postula que sería una manera de protección frente a los predadores. Por último también se cree que es consecuencia de la naturaleza gregaria de los pingüinos (Yates, 1975).

La edad media de entrada a las guarderías en las islas Georgias del Sur es de 25,4 a 29 días para papúa, variando según el año. En general, los polluelos sin hermano entran a guarderías más tarde que los con hermano (Williams, 1990; Bost y Jouventin, 1991).

Luego de 30 días, los polluelos antárticos forman las guarderías, las que en general, no poseen adultos de guardia, y sólo quedan a cargo de aquel que esté alimentando a sus pollos (Conroy y col, 1975). La edad media para adelia es de 23 días (Volkman y Trivelpiece, 1980).

Una vez en guardería, como consecuencia de que los dos padres se dirigen al mar, el número de visitas diarias que reciben los pollos por parte de éstos, se duplica (Trivelpiece y col, 1987; Bost y Jouventin, 1991). Esto se comprueba por los datos obtenidos por Trivelpiece y col (1987) para papúa y antártico donde el número de relevos diarios por pareja fue 3,90 y 3,02 respectivamente.

Por otra parte, la cantidad de alimento que reservan los padres para ellos de la alimentación de los polluelos durante este período, se eleva con respecto al empolle (Culik, 1994). Los polluelos de pingüino papúa puede contener, a la edad de entrada a las guarderías (29 días) entre 800 y 1.000 gr de contenido estomacal (Williams, 1990).

En los años con baja disponibilidad de alimento, los polluelos entran en guarderías con un peso menor y a una edad más temprana que los años buenos. Esto sugiere que la decisión de entrar en esta etapa está determinada por el adulto y no por el polluelo (Williams, 1990).

5.8 Emplume y partida

En esta etapa, los polluelos cambian totalmente el tipo de pluma, pasando del plumón, a la pluma juvenil, igual a la del adulto pero con distinta distribución en cuanto al color, la que la permitirá ingresar a agua y ser independiente (Watson, 1975).

Para las poblaciones del norte de *P. papua*, el emplume de los polluelos comienza a los 38,5 días de edad y termina a los 85,6. Esto ocurre en promedio, la última semana de Noviembre. Finalizada la muda, a diferencia de sus congéneres, los polluelos siguen siendo alimentados por un período de 5 hasta 50 días más hasta que siguen a sus padres al mar para alimentarse. Esto ocurre para los reproductores tempranos de las islas Crozet en la primera semana de diciembre (Bost y Jouventin, 1991).

La edad de emplume, entendida como el día en que no se encuentra el polluelo en la colonia (CCAMLR, 1991), es de 75 a 85 días para papúa en las islas Georgias del Sur (Williams, 1990).

Los primeros polluelos de antártico comienzan la muda o emplume a principios de Febrero, y parten al mar a finales del mismo (Conroy y col, 1975). Por su parte, adelia es el pygoscélico que empluma a más temprana edad, completándose ésta a los 50-55 días después de la eclosión (Watson, 1975).

Los períodos en que se verifica retraso en las localidades del norte son los de guardería y emplume. Como se dijo anteriormente, los polluelos siguen siendo alimentados por sus padres después del emplume, llegando a pesar un 10% más que el peso de sus padres (Bost y Jouventin, 1990).

5.9 Emplume de adultos

En este período, los pingüinos ayunan por un período aproximado de 2 a 3 semanas, mientras cambian su pluma ya vieja y gastada por una nueva (Watson, 1975).

A fines de Febrero e inicios de Marzo, el número de adultos presentes en la colonia es bajo. La mayor parte está alimentándose en el mar para aumentar sus reservas de grasa para el emplume. A diferencia de adelia quien empluma lejos de su lugar de reproducción y generalmente sobre el hielo, antártico lo hace en el mismo lugar, al igual que papúa. El regreso se produce a principios de marzo y el tiempo de ayuno es cercano a los 13 días (Conroy y col, 1975).

Por otra parte, los pingüinos tienden a retrasar la muda anual (adulta) de tres y hasta cuatro semanas cuando la disponibilidad de alimento disminuye (Boersma, 1987).

En resumen, los parámetros reproductivos que no varían entre las distintas regiones del rango de distribución de papúa son: permanencia de dos semanas en el nido antes de la postura, tamaño de postura igual a dos, intervalo entre huevos de 3 días, período de incubación de 35 a 37 días, la incubación parcial del primer huevo mientras se ovipone el segundo, la presencia de turnos tanto de incubación como de alimentación y el patrón general de crecimiento de los polluelos. Estos patrones reproductivos en general son intrínsecos para las tres especies de pygoscelidos (Bost y Jouventin, 1991).

5.10 Gasto energético

Durante cada una de las etapas señaladas, los pingüinos no alcanzan a cubrir sus necesidades nutricionales por lo que existe una merma en su depósito de reservas y por lo tanto en el peso de los individuos. En el caso del pingüino papúa, el mayor peso ocurre durante el período de cortejo con 7.330 gr. Este disminuye durante la incubación y al momento de la eclosión se encuentra en 6.560 gr. Entre la eclosión y las guarderías continúa bajando hasta los 6.050 gr. Al momento del emplume de los pollos, el peso de los adultos se encuentra en los 6.260 gr lo que corresponde al 85% del peso del período de pre-postura. Este peso varía también entre años, pero el patrón de descenso y aumento se mantiene (Bost y Jouventin, 1991).

La mayoría de los pingüinos ayunan durante sus turnos de incubación. Asimismo, todos los pingüinos ayunan durante el emplume. Con relación a esto último, papúa pierde 85 gr por día de peso vivo durante la incubación, adelia 14 gr y antártico 11,7 gr por día, lo que contrasta con la pérdida de peso diaria producida durante la muda; 210 gr para papúa, 150-190 para adelia (Croxall, 1982).

Adelia ayuna desde la llegada hasta que la postura está terminada, perdiendo un promedio de 49 gr por día. Lógicamente durante la postura, la hembra aumenta su pérdida de peso, llegando a 63,2 gr por día. El macho adelia es más pesado que la hembra al llegar (Davis y Speirs, 1990) y pierde en total 1.010 gr durante el período de cortejo, lo que significa un 19% del peso de llegada. Por su lado, la hembra pierde un total de 1.330 gr., o el 28% de su peso a la llegada (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

El pingüino antártico sigue el mismo patrón de pérdida de peso que adelia. Sin embargo, a pesar de que el macho antártico pierde menos gramos por día que la hembra, la pérdida total es similar, lo que se explicaría porque el macho ayuna 5 días más que la hembra, ya que llega 5 días antes que ésta. Papúa no sigue los patrones normales de ayuno de su género, sino que está constantemente forrajeando (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

6. Crecimiento

Este aspecto de la biología de los pingüinos es de vital importancia porque los polluelos tienen un período muy corto para llegar a un grado de desarrollo que les permita entrar y sobrevivir en el agua, por lo que tienen que ganar peso rápidamente (Volkman y Trivelpiece, 1980).

El crecimiento de la biomasa de los polluelos pygoscélicos durante los primeros cinco días de vida es lento. Luego se hace casi lineal hasta los 36 días de edad para adelia y antártico y 46 días en papúa. La máxima tasa de crecimiento ocurre entre los 10 y 16 días de edad (Volkman y Trivelpiece, 1980; Bost y Jouventin, 1991). Luego de alcanzar el peso máximo, los pollos adelia y antártico disminuyen en peso, lo que no ocurre con papúa. Adelia crece más rápido que antártico, que a su vez crece más rápido que papúa. Por otra parte, adelia y antártico no alcanzan pesos asintóticos (peso en el cual el polluelo baja su tasa de crecimiento a un mínimo) mayores al promedio del peso adulto; en cambio, el peso asintótico de papúa es mayor que el peso promedio del adulto. Las constantes de crecimiento son 0,146, 0,127 y 0,113 y la razón

entre constantes de crecimiento es de 1,29: 1,12 : 1 para adelia, antártico y papúa respectivamente. Los pesos asintóticos son 3.940 gr para adelia, 4.025 gr para antártico y 5.715 para papúa (Volkman y Trivelpiece, 1980) .

En relación con este último aspecto, los pygoscélicos muestran una correlación inversa entre la tasa de crecimiento de sus polluelos y el peso asintótico, así como también entre el peso asintótico y la latitud de su distribución, lo cual sería, según Volkman y Trivelpice (1980), una adaptación ya que a mayor latitud la temporada reproductiva se acorta lo que se acompaña de mayores tasas de crecimiento. Esto es apoyado porque también existe una relación inversa entre el peso de emplume y la latitud de su distribución (Volkman y Trivelpiece, 1980) .

Por otra parte, el crecimiento de alas, pies y culmen son similares entre pygoscélicos. Tanto alas como pies crecen más rápido que el culmen, lo que sería una adaptación ya que durante las guarderías ellos deben escapar de sus predadores y, por otra parte, perseguir a los adultos para obtener alimento (Volkman y Trivelpiece, 1980) .

La tasa de crecimiento diario de los polluelos papúa es la más baja de los pygoscélicos, incluso en localidades en que nidifican juntos. Estos tienen un período de crianza de 72 días, lo que difiere de adelia y antártico que solo alcanzan los 52 días (Trivelpiece y col, 1987; Bost y Jouventin, 1990). La tasa de crecimiento diario de papúa en las localidades del norte de su rango es aún menor, 0,07 y 0,06 kg para las islas Crozet y Kerguelen respectivamente, siendo las más bajas de todos los pingüinos sub-antárticos (Bost y Jouventin, 1990).

En relación a esto último, el análisis comparativo del crecimiento de polluelos papúa a través de su rango de distribución geográfica indica que las tasas de crecimiento están adaptadas a las condiciones ambientales locales, encontrándose las mayores tasas al sur de la Convergencia Antártica, las que llegan a duplicar a las de más al norte (Bost y Jouventin, 1990; Bost y Jouventin, 1991). Los períodos en que ocurren retrasos que hacen disminuir la tasa de crecimiento en las localidades del norte son, como se dijo anteriormente, los de guardería y emplume. Los polluelos siguen siendo alimentados por sus padres luego del emplume, llegando a pesar un 10% más que el peso de éstos (Bost y Jouventin, 1990).

Alrededor de las islas antárticas, donde la disponibilidad de krill es generalmente alta (Volkman y Trivelpice, 1980), se ha visto que no existe diferencia en las tasas de crecimiento entre pollos hermanos, sobrevivientes y únicos de pygoscélicos (Volkman y Trivelpiece, 1980; Bost y Jouventin, 1990). En las islas Crozet, existe una gran diferencia entre las tasas de crecimiento de los dos hermanos, y no las hay entre hermanos mayores, así como entre hermanos menores (Bost y Jouventin, 1991).

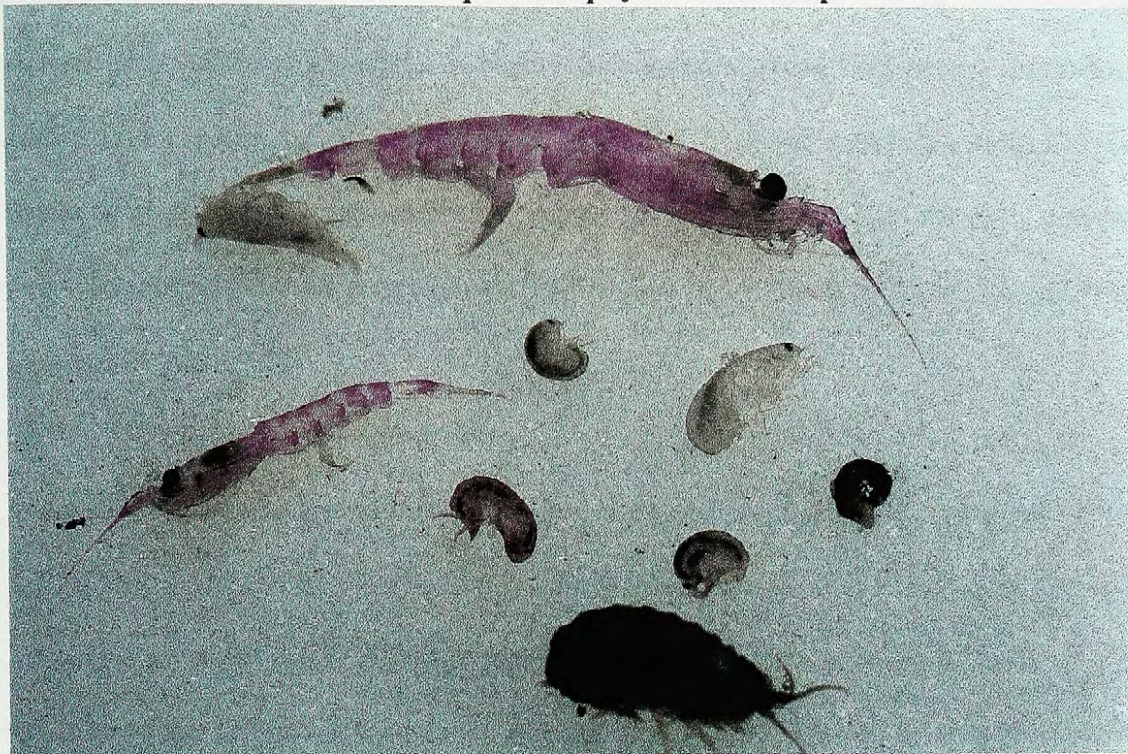
El patrón de crecimiento de papúa entonces, está caracterizado por una baja tasa de crecimiento, pesos asintóticos altos, alto consumo de alimento y un cuidado prolongado de los padres después del emplume, especialmente en las localidades del norte (Volkman y Trivelpiece, 1980; Bost y Jouventin, 1990).

7. Dieta y alimentación

En general, la dieta de los pygoscelidos es principalmente krill. Papúa es el que tiene la mayor variabilidad en la dieta. Trabajos sobre la composición de la dieta de papúa varían de 100% peces a mayoritariamente krill, diferencia que se debería a la distribución geográfica y disponibilidad de temporal del alimento (Volkman y col, 1980; Volkman y Trivelpiece, 1980).

La composición de especies y las características de las presas en el sector de Point Tomás en isla Rey Jorge, donde las tres especies de pygoscelidos nidifican juntos, fueron estudiados por Volkman y col (1980). El análisis de estómagos disecados de 48 adelias, 46 papúas y 29 antárticos, machos y hembras durante la temporada reproductiva arrojó resultados en que los pygoscelidos consumen, a estas latitudes, dos especies de krill, *Euphausia superba* y *E. crystallorophias*, una de pez, *Pleuragramma antarcticum* y algunos géneros de anfipodos bentónicos y pelágicos. Dichos estómagos pesaron en promedio 350 g en adelia, 363 g en antártico y 432 g en papúa (Figura 7.1).

Figura 7.1: Muestras frescas de *Euphausia sp.* y distintos anfípodos



Adelia consume, un 98,4% de *E. superba* y 1,6% de *E. crystallorophias* así como antártico consume un 99,8% y 0,2% respectivamente a diferencia de papúa que solo consume *E. superba*. Además, papúa consume krill de mayor tamaño que antártico, y éste a su vez que adelia. Las tres especies consumen en un 90% krill sexualmente maduro (entre 31 y 55 mm) (Volkman y col, 1980).

La composición del alimento de adelia en peso corresponde a 99,6% de krill, 0,1% de peces y 0,3% de anfípodos. Asimismo, antártico consume 99,6, 0,3 y 0,1% respectivamente, mientras que papúa lo hace en un porcentaje de 84,5, 15,4 y 0,1% respectivamente (Volkman y col, 1980).

en su dieta (Bost y col, 1994).

Al analizar el contenido estomacal en cuanto al número de presas, krill, peces y anfípodos están presentes en un 99,7, 0,1, y 0,2% en adelia, 99,8, 0,1, y 0,2% en antártico y 98,4, 1,5, 0,1% en papúa respectivamente. En este último, existe una diferencia significativa en el consumo de peces entre machos y hembras, con un 22,9% para los primeros y 7,3% para los segundos (Volkman y col, 1980).

Por otra parte, existen diferencias entre especies en cuanto al porcentaje de alimento fresco y semi-digerido, seguramente derivado de la diferencia que existe en la duración de los turnos de forrajeo entre ellas. Así, adelia, quien tiene los turnos más largos, tiene un 35,6% de alimento fresco y 64,4% de semi-digerido. En cambio, antártico, con turnos de duración intermedia, contiene 43,7 y 56,3% respectivamente y papúa, que realiza los forrajeos más cortos, 62,8% fresco y 37,2% semi-digerido (Volkman y col, 1980).

El pingüino papúa se alimenta cerca de la costa y en un área restringida, por lo que es muy dependiente de los recursos marinos locales. En las islas Kerguelen, papúa se alimenta de *E. vallentini* en alta proporción y también del anfípodo *T. gaudichaudii* (Bost y col, 1994).

Según Bost y col (1994), es un error pensar que los datos derivados de las dietas de los pingüinos sean un monitor apropiado de la abundancia absoluta del stock planctónico. Estos solo pueden dar una aproximación de la disponibilidad ya que aunque en estudios simultáneos no se encontraron especies de euphausidos en muestras marinas, los pingüinos sí los contenían

en su dieta (Bost y col, 1994). Al parecer, y como se dijo anteriormente, la eficiencia de los pygoscélicos como centinelas del estado de reservas planctónicas está en mirar la duración de los viajes de alimentación durante el primer turno de forrajeo (Davis y Miller, 1992)

La duración de los viajes de alimentación y las tasas de alimentación de polluelos, en comparación con otras especies, sugieren que papúa se alimenta principalmente cerca de la costa (Adams y Brown, 1983) (Figura 7.2). Por lo tanto, el pingüino papúa es muy dependiente de la disponibilidad local de recursos. Dichas condiciones alimenticias locales tales como abundancia, variedad, y otros, influyen la ecología reproductiva al menos tanto como lo hacen los factores físicos, así entre localidades como colonias de una misma localidad. Un pingüino que se alimenta mar afuera, como el macaroni o adelia reacciona en forma diferente frente a estos factores, siendo capaz de escapar a estas variaciones locales (Bost y Jouventin, 1990).

Figura 7.2: *P. papua* alimentando a su pollo en fase de emplume.



Los rangos de forrajeo de los pygoscélicos son descritos por Trivelpice y col (1987), basado en los intervalos de relevos de nido para cada especie. Adelia presenta el patrón más lejano, forrajeando entre 27 y 43 km de la colonia con una distancia máxima de 50 km. Luego viene el pingüino antártico, entre 17 y 27 km y un máximo de 33 km; por último, el pingüino papúa es el que forrajea más cerca del lugar de reproducción, entre éste y 17 km con un máximo de 24 km.

En el caso de adelia, estudios de seguimiento satelital han demostrado que éste se aleja de la colonia durante los viajes de forrajeo a distancias de hasta 272 km, cubriendo una distancia

total de entre 551 a 1.121 km nadando a un promedio de 1,2 m por segundo. Esto nos dice entonces que los viajes de adelia son siempre más lejos que la plataforma continental, lo que sugiere que se podría alimentar más de *E. crystallophias* que su similar más pelágico, *E. superba* (Davis y Miller, 1992).

Estos rangos de forrajeo de las distintas especies se contraerían o expandirían de acuerdo con la cantidad disponible de krill dada para cada año (Trivelpiece y col, 1987).

En cuanto a diferencias entre localidades, la tendencia a la homogeneidad de la dieta de papúa es más clara en las colonias del sur, donde aproximadamente un 90% de los estómagos son homogéneos, con respecto a las del norte, donde el 74% de ellos lo son. La dieta de los papúa muestra una sorprendente variabilidad con respecto a la ubicación, la cual aumenta desde el sur al norte de su rango. Como se dijo, en las Shetland del Sur, ésta está compuesta de una alta proporción de krill de gran tamaño y un bajo porcentaje de peces, mientras que en las islas Crozet se reparte entre crustáceos distintos al krill y peces además de una pequeña proporción de cefalópodos (Bost y Jouventin, 1990).

También existe una variación en dieta a nivel local. En el Golfo Morbihan, en isla Kerguelen, la masa de peces es baja por lo que principalmente se alimentan de crustáceos, mientras que a 40 km de distancia en la costa este y en mar abierto, la dieta se diversifica durante períodos similares, entre los cuales aparecen peces, crustáceos, cefalópodos y poliquetos (Bost y Jouventin, 1990).

Por otra parte, papúa presenta variaciones en su dieta durante su período reproductivo, particularmente en las localidades del norte. Más baja es la variación en las Shetland del Sur, donde a medida que la temporada progresa, papúa muestra una disminución en el contenido de krill en sus estómagos en peso y número, con un aumento significativo de peces. Estos últimos son generalmente del género *Notothenia* y particularmente individuos inmaduros lo que concuerda con el hecho de que papúa se alimenta cerca de la costa ya que los peces adultos de este género sólo se encuentran en mar abierto (Croxall y Prince, 1980). Asimismo, en isla Marion cambia de una alta proporción de crustáceos durante otoño e inicios de invierno, a una alta proporción de peces a fines de invierno y en primavera coincidiendo con el comienzo de la postura (Bost y Jouventin, 1990). En todo caso, el por qué existe tal cambio en dieta aún no se ha explicado. Lo que sí está claro es que no se debe a un aumento en las necesidades energéticas de los pollos, ya que los valores energéticos de crustáceos y peces son muy similares, 4,7 y 5,2 kcal/gr de materia seca (Volkman y Trivelpiece, 1980).

La disponibilidad de alimento alrededor de la isla Rey Jorge es alta, lo que explica la baja diferencia en las tasas de crecimiento intra-específicas entre los polluelos primeros, segundos, sobrevivientes y únicos de pygoscélicos (Volkman y Trivelpiece, 1980).

Cada polluelo de adelia, papúa y antártico consume durante la crianza 46, 70 y 34 kg de krill respectivamente (Trivelpiece y col, 1987). Si la población de pygoscélicos en isla Ardley asciende a 1.056 parejas de adelia, 3.809 de papúa y 244 de antártico (Trivelpiece y col, 1987),

entonces, y dependiendo del éxito reproductivo de cada año, el consumo de alimento hecho por estas aves alrededor de la isla es de aproximadamente 1.300 toneladas de krill por período reproductivo (Culik, 1994).

Si esto se lleva a los pygoscélicos de isla Rey Jorge e isla Nelson, estos totalizan 703.700 parejas reproductoras para 1985, las que utilizan un total de 23.980 toneladas para alimentar a sus polluelos (Trivelpiece y col, 1987). Por último, la cantidad de pingüinos adelia, antártico y papúa presentes en la Península Antártica para 1983 era de 0,466, 1,241 y 0.18 millones de parejas respectivamente, lo que hace un consumo total de 332.000 toneladas de krill (Culik, 1994).

Por otra parte, los pingüinos tienden a retrasar la muda anual (adulto) en tres y hasta cuatro semanas cuando la disponibilidad de alimento disminuye como es el caso del pingüino de Penacho Amarillo, *Eudyptes crestatus*, quienes mudaron tres semanas más tarde debido a la escasez de alimento provocado supuestamente por cambios en las condiciones oceánicas debido a la corriente de El Niño (Boersma, 1987). Dicho fenómeno va acompañado por una gran disminución en el plankton, peces y aves marinas en las aguas de los océanos a los que afecta directa o indirectamente. El aumento en las temperaturas de las aguas superficiales interfiere en la alta productividad que éstas tienen a bajas temperaturas (Barber y Chávez, 1983).

En general, una disponibilidad limitada de alimento durante la temporada reproductiva determina: pequeños tamaños de población reproductora, bajo éxito de forrajeo, lenta tasa de

crecimiento, cuidado parental prolongado, imposibilidad de criar dos polluelos y bajo éxito reproductivo (Bost y Jouventin, 1990).

8. Segregación ecológica

Las colonias de pingüino papúa son pequeñas comparadas con las de sus congéneres, sin embargo es el que necesita más alimento para criar sus polluelos. Aún así, éstos nidifican junto a sus congéneres, explotando el mismo recurso y los mismos terrenos libres de hielo (Trivelpiece y col, 1987).

Una de las razones que explicaría la viabilidad de la coexistencia junto a los otros pygoscélicos radica en la gran habilidad de buceo que posee el pingüino papúa. Esto le permite explotar agregaciones profundas de krill así como también peces de profundidad, principalmente especies del género *Nototenia* (Trivelpiece y col, 1987).

Las profundidades de buceo de papúa en isla Marion varían entre 3,5 y 70 m con un promedio de 9 m. Los pingüinos de esta especie nadan en tres niveles; en la superficie, a 3,5 m durante los viajes y la profundidad de alimentación, la que es muy variable. Según Adams y Brown (1983), la profundidad de alimentación de papúa es entre los 3,5 y 20 m. Asimismo, la velocidad media para papúa y antártico durante los viajes de alimentación calculada por radiotelemetría es de $4,5 \pm 0,2$ km/hr. (Trivelpiece y col, 1986).

Trivelpiece y col (1986) encontraron que el tiempo de permanencia bajo el agua del pingüino papúa era significativamente mayor que el de antártico, promediando éstos 128 y 91 segundos por inmersión, respectivamente, sugiriendo que papúa puede permanecer mayor tiempo en buceo vertical, forrajeando a mayor profundidad.

Las agregaciones de krill en la vecindad de la isla Rey Jorge permanecen entre los 10 a 80 m de profundidad durante la noche, y descienden durante el día entre los 30-60 m como límite superior y 90-120 m como límite inferior (Kalinowski y Witek 1980). De lo anterior se deduce que papúa tiene una mayor habilidad en explotar estas agregaciones de krill, mientras que adelia y antártico al no poder bucear a tales profundidades deben permanecer más tiempo buscando otras presas viables (Trivelpiece y col, 1987).

Por otra parte, y como ya hemos visto, cada especie de pygoscélido es sincrónica con sus similares en las fechas de los distintos eventos reproductivos. Sin embargo entre especies la reproducción es asincrónica. Así, los pollos de adelia eclosionan con una diferencia de 2 semanas con respecto a los de antártico (Trivelpiece y col, 1987). Esta asincronía reproductiva disminuye la competencia interespecífica por el alimento entre adelia y sus congéneres. Así, mientras a fines de enero adelia ha capturado el 95% del krill para emplumar sus pollos, papúa y antártico sólo lo ha hecho en un 43 y 30% respectivamente (Trivelpiece y col, 1987).

Por último, cuando dos o más especies de pygoscélidos cohabitan, una distribución típica prevalece sobre las áreas libres de hielo, reflejando las diferentes preferencias de hábitat y

patrones de colonización. Papúa nidifica generalmente en áreas llanas bajas donde sus grandes nidos pueden ser ampliamente repartidos. Adelia construye nidos muy cercanos y en áreas elevadas como en lomas o cumbres mientras que antártico prefiere laderas pedregosas y las más altas elevaciones (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975).

9. Predadores

Definiendo predación como la muerte de un miembro de una especie a manos de otro de otra especie por alimentación, Spellerberg (1975) analiza los predadores de los pingüinos, categorizándolos en:

- Predador mayor: aquel que regularmente ataca pingüinos y son gran parte de su dieta.
- Predador menor: ataca a los pingüinos comúnmente pero no son parte importante de su dieta.
- Predador ocasional: ataca ocasionalmente a los pingüinos y rara vez son llevados como alimento.

Los predadores reconocidos por especie para los pygoscelidos son (Spelleberg, 1975):

- *P. adeliae*:
 - Skua McCormick (*Catharacta macormiki*) (Figura 9.1)
 - Paloma antártica (*Chionis alba*) (Figura 9.2)

- Petrel gigante (*Macronectes giganteus*) (Figura 9.3)

- Foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*) (Figura 9.4)

- *P. antarctica*

- Paloma antártica (*Chionis alba*)

- Skua parda (*Catharacta lomnbergi*)

- Foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*)

- *P. papua:*

- Skua parda (*Catharacta lomnbergi*)

- Paloma antártica (*Chionis alba*)

- Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*) (Figura 9.5)

- Petrel gigante (*Macronectes giganteus*)

- Foca leopardo (*Hydrurga leptonyx*)

- León marino (*O. byronia*)

Figura 9.5: *Larus dominicanus*
(Gaviota dominicana)



Figura 9.6: *Otaria byronia*
(León marino)

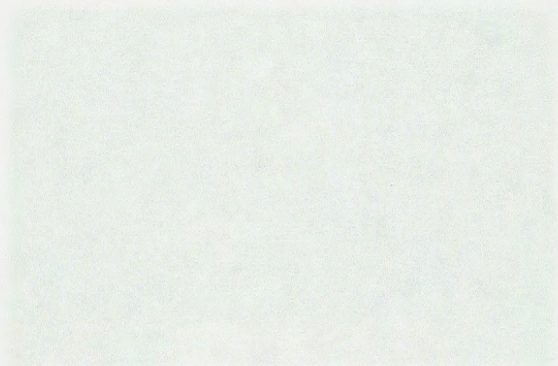


Figura 9.1: *Catharacta macormiki*
(Skua McCormick).

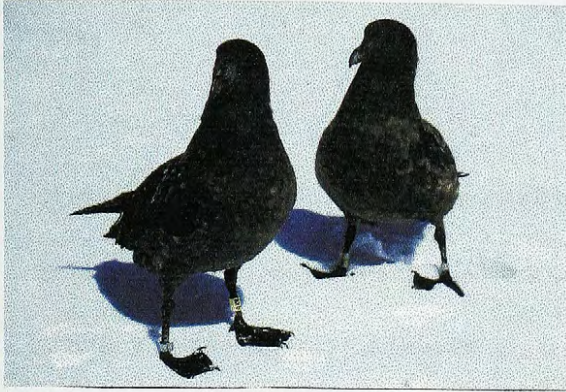


Figura 9.2: *Chionis alba*
(Paloma antártica)



Figura 9.3: *Macronectes giganteus*
(Petrel gigante)



Figura 9.4: *Hydrurga leptonyx*
(Foca leopardo)

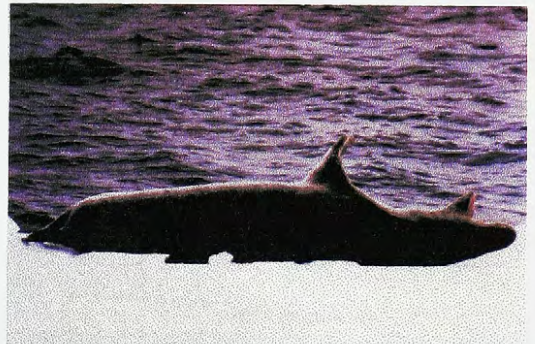


Figura 9.5: *Larus dominicanus*
(Gaviota dominicana)



Figura 9.6: *Arctocephalus gazella*
(Lobo marino)



Otros predadores ocasionales son la ballena orca (*Orcinus orca*), Lobos marinos (*Arctocephalus sp.*) (Figura 9.6) y animales introducidos como perros y gatos (Spelleberg, 1975).

La especie *Homo sapiens* ha tenido una importancia histórica y ecológica que no se puede dejar de lado. El hombre ha ejercido un importante impacto sobre las poblaciones de pingüinos, directa o indirectamente a través de la introducción de animales extraños a sus tierras reproductivas. La explotación de las colonias de pingüinos para obtener aceite, carne, huevos y su plumaje (para prendas de vestir), durante los siglos 19 y 20 está bien documentada. La presión sobre las poblaciones de pingüinos ha disminuido considerablemente desde los años 50-70, sin embargo aún hoy en día se siguen usando para carnada en al pesca y para colecciones privadas (Spelleberg, 1975).

Los niveles de predación varían según el predador. Los lobos marinos (*Arctocephalus*) están presentes en América del Sur, Sudáfrica, e islas Kerguelen y no migran. Los estudios hasta ahora realizados no confirman a éste como un predador mayor. La foca leopardo (*Hydurga leptonyx*) sí es considerada un predador mayor durante la época reproductiva, y se han calculado porcentajes de predación entre un 1,4 y 5% para los adultos por temporada y 0.6% para los polluelos. Sin embargo, estos niveles de mortalidad son considerados bajos con respecto a otras causas como la predación por skua y deserción por parte de los padres.

Leones marinos (*Otaria sp.*) y orcas (*Orcinus orca*) son predadores ocasionales ya que la dieta

del primero es principalmente peces y ocasionalmente pingüinos, mientras que para la ballena orca no existe evidencia que soporte que es un predador de pingüinos (Spelleberg, 1975).

Sin duda los más importantes predadores de los pingüinos son las skuas, pero, a diferencia de otras aves que sincronizan su período reproductivo con la mayor época de disponibilidad de alimento, al parecer las skuas no lo hacen (Spelleberg, 1975). En el caso de las colonias al sur de la Convergencia, la skua polar *Catharacta maccormicki* y la skua parda *Catharacta lomnbergi* son los predadores más frecuentes de pollos y huevos, sin embargo, los hábitos alimenticios de estas aves son muy flexibles. En general, la predación es particularmente baja en el área de la Península Antártica, tanto por aves como por focas leopardo.

Existen registros de que las focas leopardo si están presentes en las costas de isla Ardley (Muller-Schwarze y Muller-Schwarze, 1975).

La skua sub-antártica *Catharacta antártica lomnbergi* es el predador más importante en la región sub-antártica. Estas aparecen cuando se comienzan a formar las guarderías, pudiendo matar a polluelos de más de 42 días de edad (Bost y Jouventin, 1991).

La paloma antártica también pareciera que sincroniza su período reproductivo con la mayor oferta de alimento, pero no hay evidencia cierta de que esto ocurra. Por otra parte, en este caso la alimentación se basa en algunos robos de huevos, muy pocos polluelos, pero si del krill que pierden los adultos al regurgitar para sus pollos (Spelleberg, 1975).

Según Muller-Schwarze y Muller-Schwarze (1975) las aves que se encuentran asociadas a las pingüíneas en la región de la Península Antártica son :

- skua polar (salteador polar) *Catharacta maccormicki*
- skua café (salteador pardo) *Catharacta lombergi*
- gaviota dominicana *Larus dominicanus*
- gaviotín antártico *Sterna vittata*
- paloma antártica *Chionis alba*
- petrel gigante antártico *Macronectes giganteus*
- petrel damero (moteado) *Daption capensis*
- petrel de las nieves *Pagodroma nivea*
- petrel de Wilson (golondrina de mar) *Oceanites oceanicus*
- cormorán antártico (imperial) *Phalacrocorax atriceps*

10. Mortalidad

Las causas directas o indirectas de mortalidad en los pingüinos son muchas y los distintos autores las agrupan de diversas maneras. Así, Darby y Seddon (1990) reconocen tres causas principales de mortalidad en polluelos: los accidentes, la predación y la inanición. Según Yeates (1975), los factores que afectan la mortalidad se dividen en factores generales: experiencia reproductiva, mortalidad adulta, condiciones del mar, condiciones climáticas; y factores específicos: disponibilidad de guijarros, gradiente de elevación del terreno, densidad de pares, abundancia de no reproductores, inundaciones, deshielos, skuas y el hombre.

La mayor causa reconocible de falla en la reproducción es la deserción de nido debido al retraso en el relevo durante la incubación, con un 35% en las poblaciones de papúa de las islas Crozet. Esta deserción se produce cuando el retraso es en promedio de 5,1 días (Bost y Jouventin, 1991). El ave que está tan hambriento como para seguir incubando en ausencia de su pareja, simplemente abandona el nido. Esto lo deja expuesto a los predadores y generalmente lo que se observa es un nido vacío (Davis y Speirs, 1990).

Las diferencias en las tasas de sobrevivencia entre adelia y antártico sugieren diferencias en la habilidad de crianza. Como se dijo anteriormente, la mayor causa de mortalidad es la deserción de los padres, la que también ocurre durante la crianza con la consecuente muerte por inanición o predación de los polluelos (Volkman y Trivelpiece, 1980). En general, en las islas del norte, solo un 48% de los polluelos nacidos sobreviven hasta las guarderías (Bost y Jouventin, 1991).

La mortalidad entre la fase de guardería y emplume ocurre principalmente en el norte de su rango, con sólo un 71% de las parejas que alcanzan a criar un polluelo hasta el emplume (Bost y Jouventin, 1991), siendo los predadores los responsables de la mayoría de las muertes (Bost y Jouventin, 1990). A diferencia, en las Shetland del Sur, las parejas logran criar en un 100% al menos un polluelo (Trivelpiece y col, 1987). Cerca del 77% de la mortalidad de polluelos en las islas Crozet, se produce en este período, a partir de 10 días de iniciadas las guarderías (Bost y Jouventin, 1990).

Trivelpiece y col (1987), basado en numerosos estudios de crecimiento, estiman que la mortalidad entre el inicio de las guarderías y el emplume en las islas Shetland del Sur es muy baja y la considera como 0%.

La reducción en el tamaño de la crianza (número de polluelos) asociada a la eclosión asincrónica ha sido interpretada como una adaptación a la baja predictibilidad de la disponibilidad de alimento (Lack, 1954). Durante los períodos de abundancia de alimento, ambos hermanos son alimentados y ambos tienen posibilidades de sobrevivir, mientras que en años de baja disponibilidad, generalmente el hermano mayor es alimentado, aumentando la probabilidad de muerte del menor. La muerte de uno de los hermanos ocurre principalmente en las poblaciones del norte. Usualmente el hermano menor es el que muere, generalmente por inanición, y lo hace en promedio a los 12 días de edad (isla Crozet), en el momento de máxima tasa de crecimiento (Bost y Jouventin, 1990 ;Bost y Jouventin, 1991). En algunos años, sólo el 2% de las parejas logran criar con éxito sus dos pollos. La mortalidad varía dentro de las

mismas localidades, ejemplo de esto es que en un lugar de la isla Kerguelen, el 24% de las parejas criaron exitosamente sus dos pollos hasta la guardería, mientras que en otro, solo el 1% (Bost y Jouventin, 1990).

11. Éxito reproductivo

Los únicos estudios profundos en pingüino papúa, en relación al éxito reproductivo se han realizado a cabo en las islas Georgias del Sur e islas Crozet. En el primero, el éxito reproductivo promedio es considerado alto Bost y Jouventin (1990) alcanzando un valor de 0,9 pollos por pareja. En isla Macquarie un corto estudio determinó un éxito de 0,98 pollos por pareja. Un estudio de dos años en isla Kerguelen varió entre 0,6 y 0,7 pollos por pareja. En las islas Crozet, el éxito reproductivo promedio de cinco temporadas fue de sólo 0,45 pollos por pareja. En isla Marion, un estudio de un año, dio un resultado similar de 0,43 pollos por pareja. A la luz de lo anterior, se concluye que el éxito reproductivo podría disminuir de sur a norte (Bost y Jouventin, 1990). En general existe un éxito mayor en las colonias al sur de la Convergencia que en las del norte (Yates, 1975; Bost y Jouventin, 1990)

Así, las diferencias en los éxitos reproductivos entre las poblaciones del norte y sur de su rango, estimadas en número de polluelos que puede criar cada pareja, serían consecuencia de que en el sur existe una alta disponibilidad de alimento, los días son más largos en verano, y existe una predación relativamente baja (Yates, 1975; Bost y Jouventin, 1990). También se debe considerar que en el norte existe una mayor tasa de reemplazo de huevos. En este sentido, los

reproductores tempranos son más exitosos en la temporada reproductiva que los que reponen huevos, con un éxito reproductivo de 0,49 y 0,17 pollos por pareja respectivamente. El éxito de eclosión también varía entre reproductores, con un 61% para los tempranos y 35% para los que reemplazan. Por último el éxito reproductivo es bajo en las islas Crozet, asociado a una gran diferencia en el crecimiento del primer y segundo polluelo (Bost y Jouventin, 1991).

El éxito reproductivo es uno de los parámetros más variables dentro de la reproducción de pingüinos entre años y está ligado a un sinnúmero de factores. Ejemplo de esto es la variabilidad de éste en el pingüino de Magallanes en Punta Tombo, donde en la temporada 1984-85 fue de 0,02 pollos emplumados por pareja y en 1985-86 de 0,6 (Boersma y col, 1990).

Las variaciones anuales en el éxito reproductivo, se deben en gran parte a las características microclimáticas estacionales, particularmente lo relacionado con la estabilidad del hielo, accesibilidad a las colonias y disponibilidad de alimento, formación de cúmulos de nieve y el flujo de agua de deshielo (Yates, 1975).

En general antártico elude el hielo, a diferencia de adelia quien prefiere los años fríos lo que sugiere que las variaciones anuales en el éxito reproductivo de estos pingüinos está en gran parte determinada por los cambios en el hábitat marino asociados a factores físicos como la cobertura de hielo y su efecto en el éxito de forrajeo y las condiciones fisiológicas previas a la reproducción (Fraser y col, 1992). El éxito reproductivo es muy dependiente no sólo de las

condiciones de tiempo que imperen antes del período reproductivo sino que también durante éste (Conroy y col, 1975).

De esta manera, cuando la cubierta de hielo permanece en algunos sectores durante el verano, los adultos deben caminar más para llegar al mar y los turnos de incubación se amplían aumentando los niveles de deserción de nido y viceversa. Esto aumenta la mortalidad de huevos. Asimismo durante los años de clima terrestre adverso también se amplían los turnos de incubación con las consecuencias ya descritas (Yates, 1975).

Presencia humana

En cuanto a la presencia o ausencia del hombre, el éxito reproductivo de adelia se ve disminuido por la presencia de éste con respecto a colonias de una misma localidad en que no se ha presentado (Woehler y col, 1994). A diferencia, papúa parece ser menos sensible a la presencia humana a largo plazo ya que como se sabe, papúa es el que menos defiende su nido ante los intrusos y lo deja susceptible de predación (Poncet y Poncet, 1987)

Para las poblaciones de papúa de las islas Georgias del Sur, el éxito reproductivo medio, expresado como pollos por huevo puesto, es de 0,38 a 0,42, con poca variación en el largo plazo. Entre los diversos lugares de nidificación presentes en las islas no existen diferencias significativas en cuanto al éxito reproductivo. Sin embargo, existen zonas en que se mantiene un éxito por sobre el de otras zonas; aquellas de menor éxito coinciden con la presencia de lobos marinos. Por otra parte, la altura sobre el nivel del mar en este sitio no jugaría un papel

importante para el éxito reproductivo ya que existe mucha variabilidad entre colonias altas y bajas siendo mayor en ciertos años y menor en otros para cada una de ellas (Williams, 1990).

Como se vio anteriormente, la filopatría de los machos por especie se correlaciona en forma inversa a la fidelidad de pareja. Asimismo, éste último, se correlaciona positivamente con el éxito reproductivo, siendo adelia el de más bajo éxito, antártico intermedio y papúa el de mayor éxito de los tres pygoscélicos (Trivelpiece y Trivelpiece, 1990).

Por otra parte también existe una gran variación del éxito reproductivo entre años. Los años de menor éxito coincidieron con años pobres en disponibilidad de alimento, especialmente cercano a la costa. Estos mismos años, en un cierto porcentaje, coincidieron con un retraso en la postura, correlación que aún no está bien entendida ya que no es sistemática (Williams, 1990). En estos años se verifica una menor edad de inicio de guardería, menor frecuencia de alimentación de polluelos durante ésta, con un menor peso al emplume, y reproductores más livianos a la llegada; asimismo, el impacto de los predadores también se ve modificado, siendo éste más temprano durante la guardería (Bost y Jouventin, 1990 ; Bost y Jouventin, 1991).

El éxito reproductivo es menor en las parejas de hembras primerizas con respecto a las con más experiencia. Esto se debería a un problema de menor experiencia *per se* y no a que su postura es de menor peso (Williams, 1990).

Otro aspecto importante de considerar, y muy poco analizado por los distintos autores es el éxito reproductivo en relación con la ubicación del nido. En este tema, Tenaza (1971), analizó el efecto de la ubicación de los nidos sobre el éxito reproductivo con respecto a su propio grupo de nidificación, en la colonia de adalias de Cabo Hallet. Así, encontró que los grupos grandes producían más polluelos que los pequeños y que específicamente los nidos periféricos perdían más huevos y polluelos que los de ubicación central. El perímetro de un grupo, y por lo tanto, el número de nidos que en esa posición se encuentran, está determinado por el tamaño y la forma de éste. Por lo tanto, los grupos más grandes deberán tener mayor éxito reproductivo que los pequeños ya que poseen en proporción, menos nidos periféricos. Asimismo, en grupos de igual número de nidos, el éxito será mayor en aquellos que tiendan a ser menos sinuosos (o más parecidos a una circunferencia) que aquellos que si los son ya que ésto les aumenta el perímetro (Tenaza, 1971).

Las características del nido también son importantes en el éxito de la pareja, al menos en adalia. Un nido grande y bien construido, como los del centro de los grupos, regula mejor la temperatura de huevos y pollos y evita que éstos salgan de él, aumentando el éxito de la pareja. La construcción pobre de los nidos periféricos seguramente se debe a que quedan más expuestos al robo de sus piedras. Los ladrones de piedras, así como también las mismas Skuas pueden aproximarse a un nido periférico, así como a los aislados, sin ser atacados por aves de nidos adyacentes como en el caso de los nidos centrales (Tenaza, 1971).

12. Factores climáticos

Los pingüinos nidifican generalmente cerca de la costa donde el macroclima local está regulado por la temperatura superficial del mar. Los pygoscelidos lo hacen a fines de primavera y verano cuando las temperaturas mínimas son aminoradas por aguas abiertas y sin hielo (Yates, 1975).

Una de las características de los pingüinos es el patrón de su color: negro en las partes superiores y blanco en las inferiores. Esto sin duda que tiene una importante razón de ser, y es que el negro plumaje dorsal y la radiación solar incrementan en forma efectiva la temperatura del cuerpo (Yates, 1975).

El macroclima de un área claramente influencia la selección de las distintas áreas como lugares de nidificación. Sin embargo los factores microclimáticos más importantes para los pingüinos son según Yates (1975):

- Velocidad del viento: la que desciende logarítmicamente a medida que se acerca el nivel del suelo, debido a esto, lo que experimentan los pingüinos no se debe extrapolar de las mediciones de una estación meteorológica distante.
- Barlovento-sotavento: En un cerro uniforme, el lado del barlovento favorece la formación de vientos inclinados y el viento del sotavento es variable en dirección. Estos remolinos de viento son de considerable importancia en la formación de cúmulos de nieve. Por esta razón los nidos no se ubicarían en el lado del sotavento.

- Cuevas heladas: donde el aire frío se acumula en un clima más tranquilo serían de poca importancia.
- Pendiente: la gradiente e inclinación de la pendiente determina su exposición a la radiación solar. Tal radiación es de gran importancia en la determinación del microclima. Las pendientes enfrentando al sol reciben una mayor cantidad de radiación que el plano horizontal.
- Vegetación: ésta absorbe y emite radiación, transpira agua, efectúa intercambio de calor con el medio, y permite circulación de aire a su vez que disminuye su velocidad máxima.

En el caso de las islas Shetland del Sur, los vientos predominantes son en dirección oeste-este, lo que además genera que el lado nor-oeste de las islas, presente hielo en su costa hasta fechas más avanzadas dentro de la temporada reproductiva que las del lado sur-este (Trivelpiece y col, 1987).

En un estudio de 39 nidos adelia, se verificaron las siguientes conclusiones:

- en días de vientos suaves, las áreas al interior de un grupo reproductivo son más cálidas que las de los bordes
- las variaciones de temperatura entre ubicaciones al interior de los grupos se reducen con el aumento de la velocidad del viento o en días nublados.

Por lo tanto, las agrupaciones tendrían un efecto térmico mínimo en días de vientos fuertes o nublados. Sin embargo, las aves adoptan una posición de cara al viento mientras están en el

nido y a una distancia de aproximadamente de un metro entre ellas lo que podría tener algún efecto sobre los patrones de flujo del viento cercano a la tierra (Yates, 1975).

-Establecer si el éxito reproductivo de *P. peruanus* depende de la modificación

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Determinar para la población de *P. peruanus* en Isla Arzobispo:
 - el momento del peak de postura.
 - el número de crías por grupo posterior al peak de la posta.
 - la mortalidad de polluelos hasta el inicio de las guarderías.
 - el número de polluelos por grupo al inicio de las guarderías.
- 2.- Calcular el éxito reproductivo para *P. peruanus* en Isla Arzobispo.
- 3.- Comparar éxito reproductivo entre grupos de tamaño distinto de *P. peruanus*.

OBJETIVO GENERAL

-Establecer si el éxito reproductivo de *P. papua*, depende del tamaño del grupo de nidificación.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Determinar para la población de *P. papua* en Isla Ardley:
 - el momento del peak de postura.
 - el número de nidos por grupo, posterior al peak de la postura
 - la mortalidad de polluelos hasta el inicio de las guarderías.
 - el número de polluelos por grupo al inicio de las guarderías.
- 2.- Calcular el éxito reproductivo para *P. papua* en Isla Ardley.
- 3.- Comparar éxito reproductivo entre grupos de tamaño distinto de *P. papua*.

Materiales y Métodos

1. Lugar de trabajo.

Para lograr los objetivos propuestos, se estudia la colonia de *Pygoscelis papua* que ocupa el extremo noreste de isla Ardley en los 62°13'S y 58°54'W, a 50 m al este de la costa de la península Fildes, isla Rey Jorge, Archipiélago Shetland del Sur y aproximadamente a un kilómetro al sudeste de la base chilena Eduardo Frei M. (Figura 1.1 y 1.2). Isla Ardley mide 3,5 km de largo y 1,7 km en sus sectores más anchos y los puntos más elevados alcanzan a 70 m sobre el nivel del mar (Figura 1.3).

Figura 1.1 Ubicación de isla Rey Jorge.



Figura 1.2: Ubicación de isla Ardley en la Península Fildes, isla Rey Jorge.

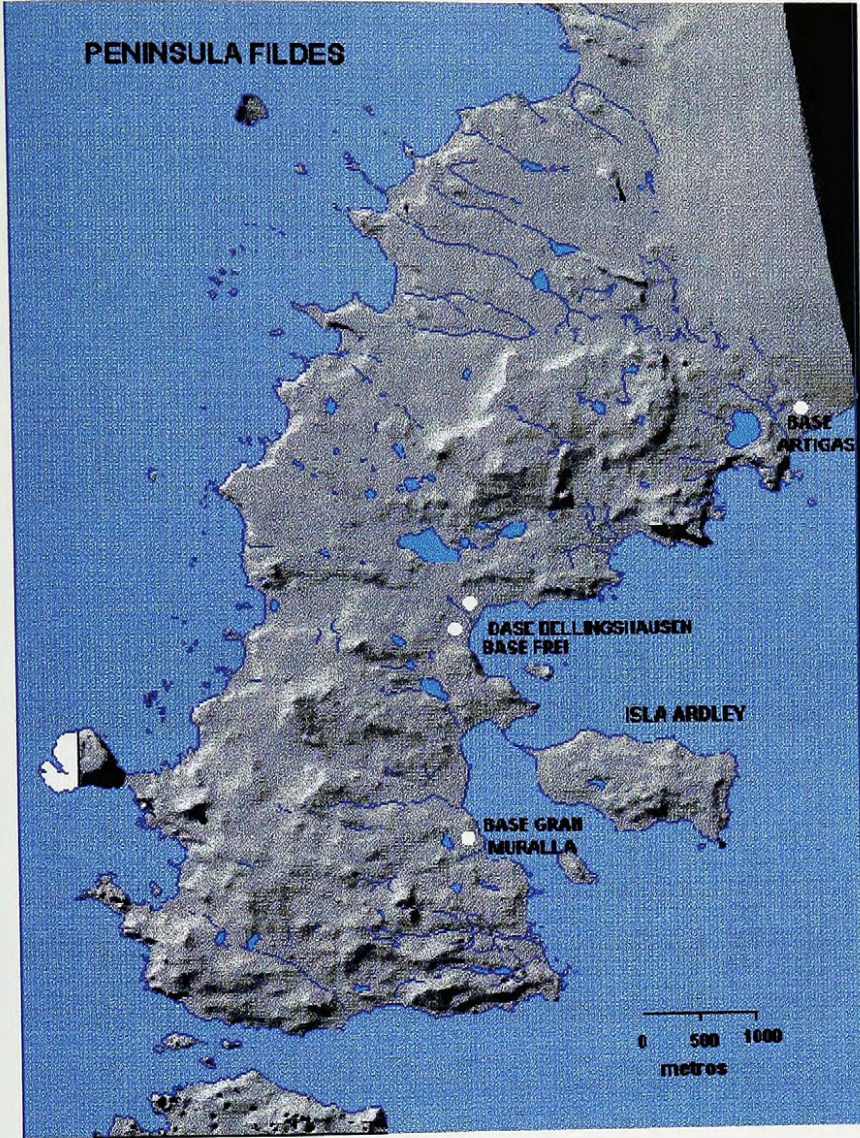


Figura 1.3: Isla Ardley (vista sur-este)



Se considera como colonia al área geográfica donde se asienta la totalidad de la población reproductora. Esta a su vez contiene grupos de nidificación, que son conjuntos discretos de nidos, distribuidos en un área determinada. Los grupos de nidos se caracterizan por tener distancias similares entre nidos y tienen sus contornos definidos.

El trabajo en terreno se desarrolla entre el 22 de Octubre y el 23 de Noviembre de 1997 y desde el 8 al 15 de Enero de 1998.

2. Materiales.

- Colonia de *P. papua* con 202 grupos de nidificación.
- Mapa topográfico de isla Ardley de Valencia y Torres 1994.
- Mapa de distribución espacial de grupos de nidificación Valencia 1996-97.
- Manual de métodos estándar de seguimiento del Comité Científico de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR).
- 3 Contadores manuales
- Micrograbadora
- Croquera
- Huincha de medición de 50 m
- Computador Notebook Acer 760i
- Software Arcinfo95 y Autocad R14
- Software SAS , SPSSPC+ y Office97

3. Obtención de Datos

3.1 Cronología reproductiva.

Para establecer la fecha de toma de datos en el mes de Octubre de 1997, se realiza un estudio de cronología reproductiva, basándose en el protocolo descrito en la publicación del Comité Científico de la Convención para la Conservación de los Recursos Vivos Marinos Antárticos (CCAMLR) de 1991, “Métodos estándar para los estudios de seguimiento”, homologado para *Pygoscelis papua* con algunas modificaciones ya que éstos son descritos para *Pygoscelis adeliae*, *Pygoscelis antarctica* y *Eudyptes crestatus* y no existen métodos estándar para la especie en estudio. Dentro de los métodos descritos para pingüinos, la cronología reproductiva corresponde al A9.2, del cual interesa la fecha media de postura cuyo protocolo se describe a continuación:

- Seleccionar grupos de fácil acceso, los que en total sumen más de 100 nidos.
- Visitarlos día por medio hasta que se verifique la postura del primer huevo.
- Continuar registrando día por medio el número de nidos con un solo huevo, y número de nidos con dos o más huevos.
- La medición concluirá cuando el 90% del total de nidos completen la postura de su segundo huevo.

Con este protocolo se determina el momento del peak de postura para efectos de obtener la fecha en que se realiza el censo de nidos. El seguimiento se realiza entre el 30 de Octubre

y 18 de Noviembre. Los grupos seleccionados, según el mapa de distribución espacial, son: grupo 9 zona 1 y grupos 1, 2, 3, 49, y 44 de la zona 3 los que contienen un total aproximado de 200 nidos.

3.2 Éxito reproductivo:

El éxito reproductivo se define para el presente estudio, como el número de polluelos por cada nido de un grupo dado al comienzo de las guarderías. Para ello se necesita obtener el número de nidos y el número de polluelos producidos por cada grupo.

La obtención del número total de nidos se realiza el día 20 de Noviembre de 1997, mediante el censo de todos los grupos de nidificación monoespecífica de *P. papua* de la colonia, usando el mapa de distribución espacial y la esquematización de grupos de nidificación, actualizado para la temporada en curso. Dicho censo se realiza cuando el 90% de los nidos están con padres incubando el segundo huevo. La fecha exacta de este evento reproductivo se calcula mediante el protocolo descrito anteriormente.

El recuento de nidos por grupo, con ayuda de los contadores manuales, se realiza tres veces y se obtiene un promedio de los tres valores. En caso de que uno de los conteos tenga una diferencia mayor a un 10% se realiza un cuarto y el que se promedia junto a los otros. Este último valor es registrado en terreno en una micrograbadora para luego ser digitalizado en una matriz Excel.

De la misma manera, el día 05 de Enero de 1998, se obtiene el número de polluelos por grupo. Este último se lleva a cabo cuando han empezado los movimientos de guardería intra-grupo, es decir, cuando comienza a disminuir el número de adultos y los polluelos salen de sus nidos para agruparse. La determinación del evento es por observación directa de los grupos ya que en años anteriores se ha producido sólo días después de la llegada a la isla en el mes de Enero. En ese momento se censa nuevamente la colonia, contando el número de polluelos presentes en cada grupo. Se procede del mismo modo que para el recuento de nidos por grupo.

3.3 Zona:

La variable zona indica el lugar de la isla en que se encuentra un grupo dado. Para ello se mantiene la distribución convencional dada por Valencia y Torres (1994), la que consta de siete zonas geográficas, a las cuales se les asigna un valor cuantitativo discreto, de uno a siete, para su incorporación al modelo.

3.4 Distancia a la playa:

Para el cálculo de la distancia que existe entre cada grupo y su lugar de arribo en la playa, se confeccionan las rutas de acceso que los pingüinos generan para llegar a sus respectivos grupos. Para ello se observa en terreno, durante la expedición Octubre-

Noviembre de 1997, el movimiento de los individuos hacia los distintos grupos y se registra manualmente sobre los mapas, para luego digitalizarlo y así obtener los valores tras la confección del mapa. Como la gran mayoría de los grupos están a distintas alturas y sobre relieves diferentes, no es posible obtener la distancia en forma lineal. Esta se genera como la sumatoria de las distancias entre cotas de altura, cada una corregida, por medio del teorema de Pitágoras, para la inclinación correspondiente. De esta manera se obtiene una medida más real de la distancia de los grupos a la playa.

3.5 *Tamaño de grupo:*

Esta variable se obtiene directamente durante el censo del mes de Noviembre de 1997 ya que corresponde al número de nidos presentes en cada grupo cuando el 90% de la postura está terminada.

3.6 *Altura sobre el nivel del mar:*

A partir de las cotas de altura establecidas cada 5 metros en el mapa topográfico de referencia para isla Ardley, se asigna la altura correspondiente a cada grupo de nidificación.

3.7 Area y perímetro:

Usando la digitalización del mapa de distribución espacial de grupos de nidificación, se determina el área ocupada por cada uno de éstos, y su respectivo perímetro en forma automática por medio del programa ArcInfo95.

3.8 Densidad:

Una vez obtenidos los datos de área que ocupa cada uno de los grupos de nidificación y el número de nidos que éstos contienen, se obtiene el dato densidad como número de nidos por metro cuadrado.

4. Análisis de datos:

Se realiza el estudio descriptivo de todas las variables de interés. Los datos se agrupan en intervalos de clase y se realiza un análisis de frecuencias, frecuencia relativa y acumulada, así como también el total de nidos que representa cada intervalo de clase.

Un segundo análisis se realiza sobre las variables tamaño, distancia a la playa, altura, área, perímetro y densidad, para determinar su grado de correlación. Para esto se utiliza

el programa de análisis estadístico SPSS/PC+ , obteniéndose las correlaciones entre cada una de las variables.

En un tercer ítem, se realiza un análisis de regresión (lineal, exponencial o multiplicativa) entre el éxito reproductivo como variable dependiente, y cada una de las variables cuantitativas continuas como independientes, en forma individual.

En un cuarto análisis, se realiza una regresión logística entre éxito reproductivo y las variables independientes, debido a que con ella podemos incluir variables cualitativas y cuantitativas discretas con o sin distribución normal. Se propone explicar la variable éxito reproductivo en función de las variables de interés, excluyendo aquellas que presentan colinealidad.

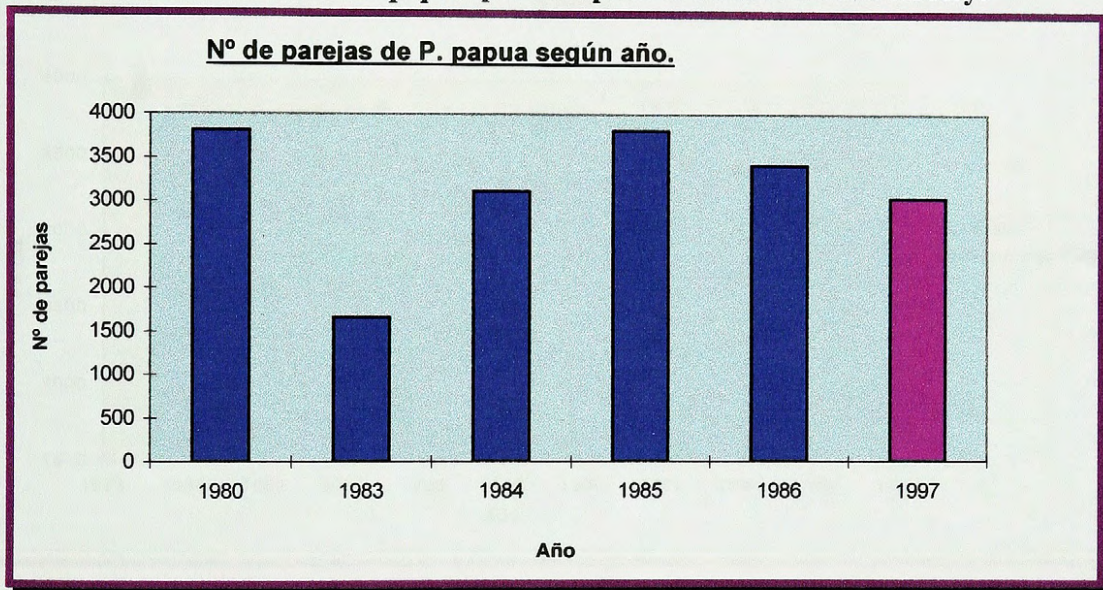
Para esto, la variable dependiente se estructura como dicotómica, tomando los valores 0, si está bajo la media aritmética de los éxitos reproductivos de todos los grupos, y 1 si está sobre ésta. El resultado de este análisis genera un modelo, el que resulta en la probabilidad de pertenecer a uno u otro grupo. El nivel de significación del análisis es de $\alpha=0.05$. Esto último se realizó utilizando análisis computacional SAS.

Resultados y Discusión

1. Tendencias poblacionales

La población reproductora de *P. papua* en la colonia de Isla Ardley durante la temporada de estudio fue 3028 parejas. La figura 1.1 muestra la población de *P. papua* entre los años 1980 y 1986 junto a la del presente estudio.

Figura 1.1: Población de *P. papua* por año para la colonia de Isla Ardley.



■ 1980-83-84-86: Woheler, 1993; 1985: Trivelpiece y col, 1987

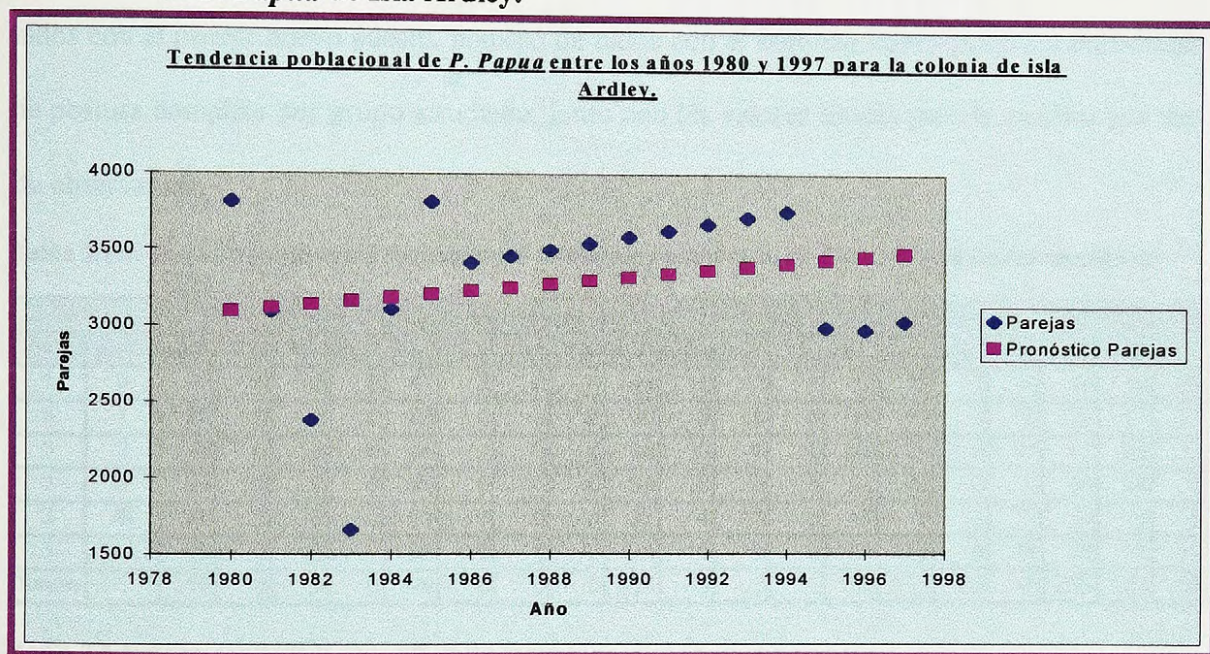
■ 1997: Presente estudio

En ella se verifica que la población de la colonia de isla Ardley ha tenido grandes variaciones entre los distintos años de censaje. Esto concuerda con lo expuesto por Bost y Jouventin

(1990) en cuanto a que las poblaciones de las colonias de distribución más austral tienen altas fluctuaciones entre años.

En la figura 1.2 se aprecia la tendencia poblacional durante los últimos 18 años. Los años que no registran datos fueron reemplazados por el promedio de los años extremos que si los registran.

Figura 1.2: Gráfico de datos y curva de regresión ajustada para población de *P. Papua* de Isla Ardley.



Según Woheler, 1993, las poblaciones de *P. papua* en general han tendido a la estabilidad en el tiempo. Como se aprecia en la figura 1.2, la tendencia para la colonia de Isla Ardley, es a una población estable en el tiempo. Así mismo, al realizar la regresión lineal entre la población reproductora como variable dependiente del tiempo (años) se tiene que el coeficiente β no es distinto de cero ($P > 0,005$). Esto concuerda con lo dicho por Woheler, 1993 y otros autores

(Watson, 1975; Poncet y Poncet, 1987; Trivelpiece y col, 1987; Poncet y Poncet, 1990; Bost y Jouventin, 1990; Reilly, 1994)

2. Cronología reproductiva de *P. papua* en Isla Ardley:

2.1 Fecha media de postura

En la Tabla 2.1.1, se presentan los datos obtenidos para el número total de nidos, número de nidos con el primer huevo puesto, número de nidos con el segundo huevo puesto y porcentaje de postura completa por grupo estudiado, junto con los valores totales para la muestra por día de observación.

Tabla 2.1.1: Cronología de la reproducción en isla Ardley entre el 30 de Octubre y 18 de Noviembre de 1997.

Fecha		30 de Octubre				02 de Noviembre				04 de Noviembre				06 de Noviembre				08 de Noviembre			
Zona	Grupo	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%
1	9	47	0	0	0	47	4	0	0	48	15	2	4	49	33	7	14	48	19	22	46
3	1	29	0	0	0	28	0	0	0	30	5	0	0	30	16	3	10	29	17	11	38
3	2	49	0	0	0	46	1	0	0	48	10	0	0	46	21	5	11	47	28	12	26
3	3	38	0	0	0	35	0	0	0	34	5	0	0	31	20	0	0	34	24	8	24
3	49	24	0	0	0	21	0	0	0	20	4	1	5	19	9	2	11	19	9	6	32
3	44	23	0	0	0	22	3	0	0	28	10	0	0	21	13	3	14	29	12	10	34
Totales		210	0	0	0	199	8	0	0	208	49	3	1	196	112	20	10	206	109	69	33

Tabla 2.1.1: Cronología de la reproducción (cont.)

10 de Noviembre				12 de Noviembre				14 de Noviembre				16 de Noviembre				18 de Noviembre			
Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%	Nid.	H1	H2	%
48	8	39	81	47	4	43	91	48	3	43	90	47	1	46	98	47	1	46	98
30	8	20	67	30	4	25	83	29	3	25	86	29	2	27	93	29	1	28	97
47	11	31	66	47	9	35	74	48	3	44	92	50	3	47	94	50	3	47	94
34	11	21	62	34	6	28	82	34	5	29	85	35	6	32	91	36	5	31	86
19	2	15	79	19	2	15	79	18	1	15	83	18	1	15	83	18	1	15	83
29	8	20	69	29	5	23	79	29	1	27	93	29	1	27	93	29	1	27	93
207	48	146	71	206	30	169	82	206	16	183	89	208	14	194	93	209	12	194	93

Nid.: Número de nidos.

H1.: Nidos con el 1^{er} huevo puesto

H2.: Nidos con el 2^{do} huevo puesto

% : Porcentaje de postura.

En la Tabla 2.1.1 se aprecia que los nidos son visitados día por medio durante un período de 20 días, excepto la segunda medición que por condiciones climatológicas adversas, propias de la región, se realiza con un intermedio de 3 días. Se trabaja con un total de nidos que fluctúa entre 196 y 210 quedando finalmente estabilizado en 209. El porcentaje crítico de 90% de nidos con dos huevos, se alcanza el día 16 de Noviembre (93%), el que se mantiene hasta el 18 del mismo, por lo que la fecha de censo se fija para el día 20 de Noviembre de 1997.

El inicio de la postura se encuentra entre el 30 de Octubre y 2 de Noviembre de 1997. Como la distribución de ésta colonia es al sur de la Convergencia Antártica, según Bost y Jouventin (1990), es esperare que la fecha de inicio de postura para papúa, sea a mediados de primavera, lo que concuerda plenamente con los resultados presentes. Según Gwynn (1953), la variabilidad de ésta fecha está dada por la presencia o ausencia de nieve en la colonia, sin embargo, tal aseveración no se confirma en el presente estudio ni en el de Williams (1990). Durante el período de comienzo de la postura, la colonia está libre de nieve sólo en los lugares escarpados, donde no se puede acumular, dejando todo el resto cubierto, incluyendo gran parte de los grupos de nidificación. De los seis grupos en estudio, 4 presentan nieve alrededor de sus nidos, y dos no, los que están en sitios escarpados. Por lo tanto, en esta región, la nieve no sería un factor limitante (Figuras 2.1.2 y 2.1.3).

Figura 2.1.2: Grupo de nidificación ubicado en zona cubierta de nieve.



Figura 2.1.3: Aerofotografía de isla Ardley. Vista de la zona de nidificación cubierta de nieve. 27 de Octubre de 1997.



Sólo uno de los 209 nidos presenta un solo huevo y no se registran nidos con tres o más huevos dentro de los grupos en estudio, lo que representa el 0,48% de nidos con un huevo, un 99,52% con dos huevos y 0% con tres huevos. Sin embargo, durante el censo de polluelos, el grupo 23 de la zona 6, el que registró 1 solo nido en el primer censo, tuvo 3 polluelos.

Estos resultados concuerdan con los encontrados por Williams (1990), corroborando que la presencia de una postura de dos huevos es más frecuente a medida que aumenta la latitud en el rango de distribución. Por otra parte, sugiere que la población reproductora está compuesta principalmente por hembras con más de una temporada reproductiva, ya que según Boersma y col (1990), las posturas de un solo huevos corresponderían mayoritariamente a hembras jóvenes.

Así mismo, no se registran huevos de reemplazo lo que coincide con lo expuesto por Williams (1990) en cuanto a que la presencia de huevos de reemplazo está determinada por el largo de la temporada reproductiva, la que es más corta en estas latitudes que más al norte.

En consecuencia, estos resultados confirman que, para cada grupo de nidificación, todos los nidos contienen sólo dos huevos, por lo que el éxito reproductivo óptimo es de dos pollos por pareja.

Como se aprecia en la Tabla 2.1.1, la duración total del período de postura, hasta que más de un 90% de los huevos está puesto, es de 16-18 días. Luego, se puede considerar que la postura es altamente sincrónica. Esto, está dentro del rango de 28 días, dado por Trivelpice y Col (1987), para las colonias de papúa de la Península Antártica, y coincide en lo expuesto, con respecto a que hay colonias de papúa que alcanzan a igualar la duración de la postura de adelia de 16 días, el pygoscélido más sincrónico.

Esto último es de vital importancia para la estimación del éxito reproductivo, ya que las probabilidades de que se agreguen nuevos nidos a un grupo después de efectuarse el censo, se reduce a un mínimo.

2.2 Etapas de la reproducción

Durante el período de estudio se reconocieron las siguientes etapas de la reproducción de *P. papua*, algunas de las cuales se ilustran en las figuras 2.2.1 hasta 2.2.6:

- Llegada: sólo de los últimos ejemplares ya que al iniciar el trabajo, la mayoría de los adultos reproductores estaban en la siguiente etapa.
- Cortejo: Período durante la cual el macho ofrece guijarros a la hembra e intenta aparearse picoteando la cabeza de la hembra y golpeando con las alas los costados de ésta (figura 2.2.1)
- Construcción de nido: En esta etapa, tanto macho como hembra acarrearán guijarros al sitio del nido en construcción (figura 2.2.2)
- Postura: la que, como se vio anteriormente, fue altamente sincrónica y de dos huevos (figura 2.2.3)
- Incubación: solo durante los primeros días. Luego hubo que suspender el estudio de la colonia por regreso de la expedición.
- Eclosión: Únicamente 3 ejemplares, ya que para la fecha de reanudación del estudio, durante el mes de Enero, el resto de los polluelos ya habían eclosionado (figura 2.2.4)

- **Empolle:** en esta etapa los polluelos permanecen al abrigo de uno de los padres por aproximadamente 20 días, período que no se monitoreó por no ser un objetivo del estudio (figura 2.2.5)
- **Guardería:** Durante la cual los pollos quedan al cuidado de unos pocos padres a la espera del alimento traído por ambos padres (figura 2.2.6)
- **Emplume:** en esta etapa se cambia el segundo plumón por la pluma juvenil que les permite ingresar al mar y dejar la colonia. Sólo se observó parcialmente dicha etapa por regreso de la expedición.

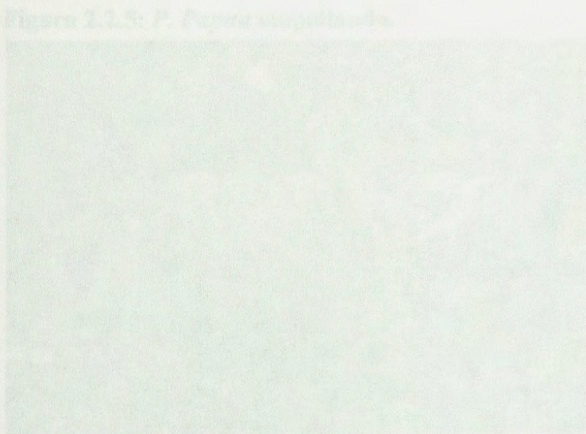


Figura 2.2.1: *P. papua* en etapa de cortejo.



Figura 2.2.2: *P. Papua* en construcción de nido.



Figura 2.2.3: *P. Papua* después de la postura.

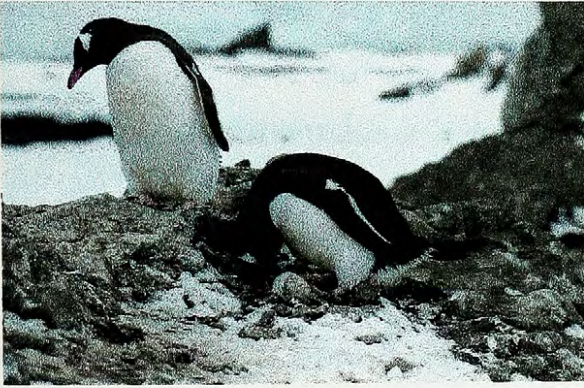


Figura 2.2.4: Pollos de *P. Papua* eclosionados (2 días).



Figura 2.2.5: *P. Papua* empollando.



Figura 2.2.6: Guardería de *P. Antartica*.



3. Mortalidad.

Dado que el porcentaje de nidos que contienen dos huevos, según los datos obtenidos en el presente estudio, es de 99,52%, se supone que el total de la población tiene el éxito reproductivo máximo de dos polluelos por nido. Dado lo anterior, el potencial reproductivo de la colonia es igual al número de nidos de ésta, multiplicado por dos, el éxito reproductivo máximo, lo que da un total de 6056 polluelos durante la temporada.

El censo de polluelos se realiza el 05 de Enero de 1998 y arroja un total de 4050 polluelos. El anexo I contiene el detalle del número de polluelos por cada grupo de nidificación según zona.

Lo anterior deja como consecuencia la pérdida de 2006 aves entre huevos y polluelos en empolle. Visto de otra forma, la mortalidad de la colonia equivale a 0.66 polluelos y/o huevos perdidos por cada nido.

Habría que recordar que el período estudiado se encuentra entre la postura de los huevos y el inicio de las guarderías, por lo que la mortalidad estimada corresponde por una parte a la pérdida de huevos durante la incubación y por otra a la muerte de polluelos durante el empolle.

Sin embargo, según Trivelpiece y col (1987), en estas latitudes de la distribución de papúa, la mortalidad durante las guarderías y emplume es marginal y se puede considerar como cero, por lo que éste valor es comparable a los de estudios realizados hasta el período de emplume, en latitudes semejantes.

Estos valores de mortalidad están dentro de los encontrados por otros autores (Trivelpiece y col, 1987; Bost y Jouventin, 1991), coincidiendo además con la tendencia que existe donde a mayor latitud, mayor mortalidad (Yates, 1975; Bost y Jouventin, 1990). Bost y Jouventin (1991) encontraron que en las islas Crozet, en el límite norte del rango de distribución, sólo el 48% de los polluelos sobreviven hasta el inicio de las guarderías. Esto contrasta con los valores obtenidos en el presente estudio, donde el 66,88% de los polluelos sobreviven hasta el mismo período.

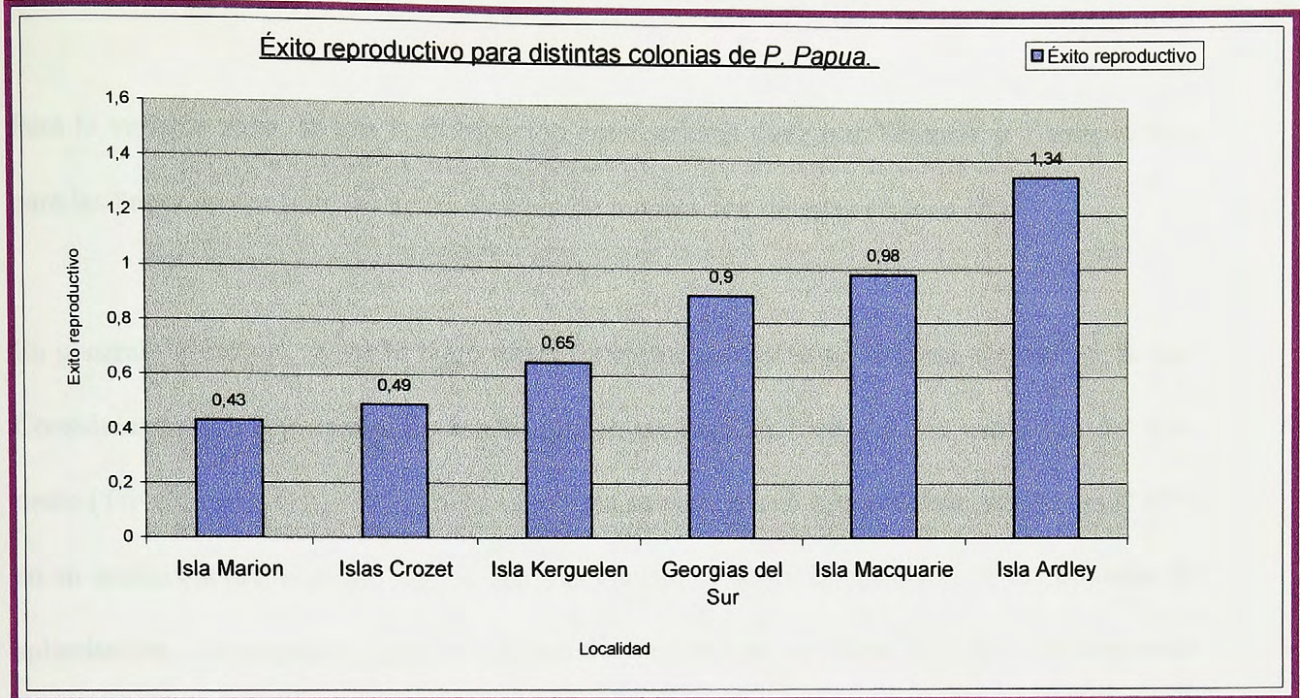
4. Éxito reproductivo

Como se vio anteriormente, el total de nidos censados durante la expedición Octubre- Noviembre de 1997 es de 3028. Así mismo, durante la expedición de Enero de 1998 se censaron 4050 polluelos. Esto significa, suponiendo un éxito reproductivo óptimo de dos polluelos por pareja, que la colonia de isla Ardley tuvo, para la temporada 1997-98, un éxito reproductivo hasta inicios de guardería, de 1,34 pollos por nido. El anexo II contiene en detalle el éxito reproductivo de cada uno de los grupos estudiados.

La figura 4.1 muestra los éxitos reproductivos de distintas colonias y el del presente estudio.

5. Variables:

Figura 4.1: Éxitos reproductivos de *P. Papua* en distintas localidades.



Latitudes: Isla Marion, 46°52' ; Islas Crozet, 45°50' ; Isla Kerguelen, 49°27' ; Georgias del Sur, 54°15' ; Isla Macquarie, 54°30' ; Isla Ardley, 62°13'.

Como se aprecia en la figura 4.1, la colonia de isla Ardley es la de mayor éxito reproductivo.

Esto corrobora lo expuesto por Bost y Jouventin (1990) y Yates (1975) con respecto a que el éxito reproductivo aumenta con respecto a la latitud.

Según Williams (1990) el éxito reproductivo de hembras primerizas es menor que las con experiencia, por lo que estos resultados sugieren, junto al alto porcentaje de postura de dos huevos, que la colonia está compuesta, principalmente por hembras adultas.

5. Variables:

5.1 Zona:

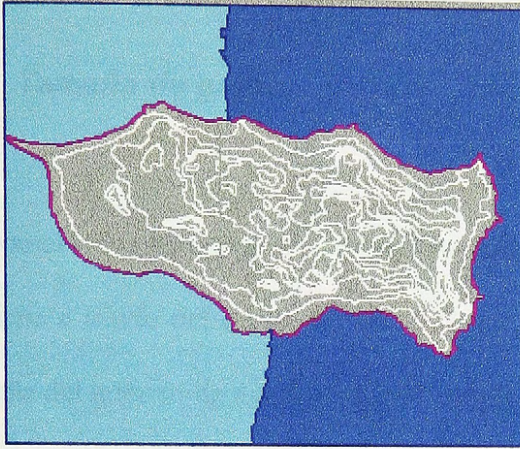
Para la variable zona, se usa la distribución convencional dada por Valencia y Torres (1994) para las líneas de división, así como el orden de numeración de éstas (Anexo III)

En general, la colonia, y por lo tanto todas las zonas, se ubican en la costa sur-este de la isla. Considerando que los vientos predominantes en las islas Shetland del Sur provienen del nor-oeste (Trivelpiece y Col, 1987), dicha ubicación se contrapone a lo señalado por Yates (1975) en su análisis sobre el efecto de los factores climáticos sobre la ubicación de las colonias de spheniscidos, con respecto a que las colonias de pingüinos no se ubican en el lado del sotavento ya que la gran mayoría de los grupos de nidificación se encuentran en los planos adyacentes o en las laderas del sotavento de la isla Ardley.

Sin embargo, un hecho de importancia es que el sector sur-este, el de ubicación de la colonia, es el primero en quedar libre de la presencia de mar congelado. Como se aprecia en la figura 5.1.1, al momento de la llegada a la isla (27 de Octubre), la cobertura de hielo sólo retrocede hasta el sector central de la isla, mientras que sólo a mediados de Noviembre queda libre de ésta. Como se ha visto (Yates, 1975; Cline y col, 1969; Poncet y Poncet, 1987; Fraser y Col 1992), la presencia o ausencia de hielo en la costa determina, entre otras cosas, la viabilidad de un lugar de nidificación debido a sus características de accesibilidad. El caso más claro se da en antártico, el que espera que la costa esté absolutamente libre de hielo para entrar a una colonia (Fraser y col 1992). Según la distribución de los grupos de nidificación en la isla y la misma de

la cobertura de hielo marítimo en isla Ardley, papúa preferiría la zona de costa que primero queda libre de hielo, dejando desierta la opuesta.

Figura 5.1.1: Esquema de cobertura de hielo marítimo a la fecha de arribo



□ : Hielo marítimo ■ : Mar ■ : Isla Ardley ■ : Línea de costa.

El área (m²) que comprende cada zona se presenta en la Tabla 5.1.1, así como el número de grupos por zona y el éxito reproductivo (pollos por nido), distancia a la playa (m), tamaño (n° de nidos), altura (m.s.n.m) y perímetro (m) promedio de los grupos que la componen para cada una de ellas.

Tabla 5.1.1: Variables promedio por zonas.

Zona	Éxito	Distancia	Tamaño de grupo	Altura	Area	Perímetro	N° de grupos
1	0.71	123.88	39.20	13.00	105.77	41.27	10
2	1.54	105.71	17.06	11.39	30.46	19.78	18
3	1.37	114.88	10.39	5.92	21.06	15.33	49
4	0.85	296.84	15.46	38.08	56.12	23.78	13
5	1.31	244.52	17.20	28.70	49.68	25.78	46
6	1.32	92.01	15.14	6.14	33.10	19.74	22
7	0.83	102.71	11.25	6.59	30.16	17.48	44

En ella se aprecia que la zona que contiene más grupos es la 3, siendo también la de menor altura promedio. La zona 1 presenta el mayor tamaño de grupo, perímetro y área promedio,

además de ser la de más bajo éxito reproductivo. La zona más distante es la 4 que también es la de mayor altura promedio.

el 30% de los nidos de la zona

El promedio de nidos por grupo

5.2 Tamaño de grupo:

El promedio de nidos por grupo

La variable tamaño de grupo, entendida como el número de nidos por grupo de nidificación, se obtiene a través del censo del 20 de Noviembre de 1997. En los anexos I y II se entrega el detalle del número de nidos para cada uno de los 202 grupos.

La Tabla 5.2.1 presenta la distribución de frecuencia de la variable agrupada en 11 intervalos de clase con una amplitud de 10 nidos.

aparece en la Tabla

esta especie y la

Tabla 5.2.1: Distribución de frecuencia y cantidad total de nidos para la variable tamaño de grupo.

Clase Nº de nidos	Frecuencia Nº de grupos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
1—10	124	61,39	61,39	522	17,24
11—20	40	19,80	81,19	582	19,22
21—30	11	5,45	86,63	286	9,45
31—40	9	4,46	91,09	329	10,87
41—50	5	2,48	93,56	235	7,76
51—60	5	2,48	96,04	263	8,69
61—70	2	0,99	97,03	122	4,03
71—80	3	1,49	98,51	216	7,13
81—90	1	0,50	99,01	90	2,97
91—100	1	0,50	99,50	98	3,24
101 o más	1	0,50	100,00	285	9,41
Total	202	100,00		3028	100,00

La cantidad total de grupos en estudio es de 202 los que en total poseen 3028 nidos. Por otra parte, se aprecia que el 71,19% de los grupos tienen menos de 20 nidos los que contienen sólo el 30% de los nidos de la colonia y que el 1,5%, más de 81, los que contienen el 15,62% de los nidos totales.

El promedio de tamaño de grupo es de 14,99 nidos. El máximo es de 285 nidos que corresponde al grupo 7 de la zona 1, mientras que el mínimo es de 1 nido con 24 representantes. La desviación estándar de la variable es de 25,72 nidos.

La dispersión de la colonia en grupos de nidificación, de bajo número de nidos, la que se aprecia en la Tabla 5.2.1 y en el mapa de distribución espacial (anexo IV), es característico de esta especie y ha sido puntualizada por varios autores, aumentando, dicha dispersión, a medida que se disminuye en latitud (Croxall y Prince, 1980; Bost y Jouventin, 1990)

En esta colonia no se registra desplazamiento de la temporada 1996-97 a la actual, al igual que los grupos de nidificación, lo que concuerda con lo expuesto por Bost y Jouventin (1990), en que sólo las colonias sub-antárticas realizan tales desplazamientos, derivado de la presencia de material para la construcción de nido. El anexo IV gráfica los grupos nuevos y modificados en la presente temporada con respecto a la de 1996.

5.3 Distancia a la playa:

De las observaciones realizadas durante la expedición Octubre-Noviembre de 1997 y la posterior digitalización de los datos, se deriva el mapa de rutas de acceso principales a cada uno de los 202 grupos de nidificación de *Pygoscelis papua* (Anexo V)

Con este mapa digitalizado y con el método ya descrito, se obtuvieron las distancias en metros desde los grupos a los lugares de llegada (anexo II).

La Tabla 5.3.1 contiene la distribución de frecuencias para la variable, agrupados en 9 intervalos de clases con una amplitud de 50 m y la cantidad total de nidos.

Tabla 5.3.1: Distribución de frecuencias y cantidad total de nidos para la variable distancia a la playa.

Distancia (m)	Frecuencia N° de grupos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
0-49,99	6	2,97	2,97	56	1,85
50-99,99	58	28,71	31,68	747	24,67
100-149,99	67	33,17	64,85	764	25,23
150-199,99	18	8,91	73,76	383,00	12,65
200-249,99	24	11,88	85,64	640,00	21,14
250-299,99	19	9,41	95,05	268,00	8,85
300-349,99	4	1,98	97,03	67,00	2,21
350-399,99	2	0,99	98,02	37,00	1,22
400-449,99	4	1,98	100	66	2,18
Total	202	100		3028	100,00

En ella se aprecia que la mayoría de los grupos se ubican entre los 50 y 149.99 m de distancia a la playa, mientras que el 85% lo hace entre 0 y 249.99 m desde ésta.

El grupo de nidificación más cercano a la playa corresponde al número 8 de la zona 7 con 19,36 m, mientras que los más distantes son los grupos 8, 10, 25 y 26 de la zona 4, a 412,26 m.

El promedio de distancia a la playa es de 150,6 m. El máximo es de 412,26 m que corresponde a los grupos 8, 10, 25 y 26 de la zona 4, mientras que el mínimo es de 19,36 m para el grupo 8 de la zona 7. La desviación estándar de la variable es de 80,98 m.

Los antecedentes bibliográficos para distancia a la costa no son estadísticamente específicos. No hay datos exactos que permitan comparar los antecedentes de este trabajo en forma cuantitativa.

5.4 Altura:

El anexo II contiene la altura medida en metros sobre el nivel del mar para cada uno de los grupos de nidificación de *Pygoscelis papua*. El anexo VI muestra la elevación de la zona de nidificación de la isla con cotas cada 5 m.

La Tabla 5.4.1 muestra la distribución de frecuencia de la variable, frecuencia relativa, acumulada y número de grupos totales por clases cada 5 metros de altura.

Tabla 5.4.1: Distribución de frecuencia y cantidad total de nidos para la variable altura.

Altura (m)	Frecuencia N° de grupos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
0-4,99	7	3,47	3,47	63	2,08
5-9,99	91	45,05	48,51	1124	37,12
10-14,99	27	13,37	61,88	294	9,71
15-19,99	12	5,94	67,82	217	7,17
20-24,99	10	4,95	72,77	146	4,82
25-29,99	12	5,94	78,71	137	4,52
30-34,99	24	11,88	90,59	785	25,92
35-39,99	13	6,44	97,03	185	6,11
40-44,99	0	0	97,03	0	0,00
45-49,99	3	1,49	98,51	13	0,43
50-54,99	3	1,49	100	64	2,11
Total	202	100		3028	100

En ella se puede apreciar que el 45% de los grupos así como la mayor parte de los nidos se ubican en la cota de los 5 metros, estando el 72,77% de los grupos de nidificación a menos de 24,99 metros. Por último, solo el 2,98% de los grupos ocupa las cotas entre los 45 y 54,99 metros de altura.

El promedio de altura es de 14,18 m. El máximo es de 50 m que corresponde a los grupos 8, 10 y 25 de la zona 4, mientras que el mínimo es de 0 m para los grupos 23 y 24 de la zona 1 y 8, 10, 24, 62 y 81 de la zona 7. La desviación estándar de la variable es de 12,14 m.

En la literatura no existen datos comparables para esta variable. No es posible hacer comparaciones cuantitativas

5.5 Area :

Esta variable, al igual que el perímetro, se trabajaron en forma automática usando la información de los mapas actualizados digitalizados. El anexo II contiene el detalle del área de cada uno de los grupos estudiados.

La Tabla 5.5.1 muestra la distribución de frecuencia para la variable, frecuencia relativa y acumulada para intervalos de clase con una amplitud de 30 m².

Tabla 5.5.1: Distribución de frecuencia y cantidad total de nidos para la variable área.

Area m ²	Frecuencia N° de grupos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
0-29,99	146	72,28	72,28	832	27,48
30-59,99	19	9,41	81,68	366	12,09
60-89,99	11	5,45	87,13	393	12,98
90-119,99	7	3,47	90,59	264	8,72
120-149,99	6	2,97	93,56	227,00	7,50
150-179,99	2	0,99	94,55	97,00	3,20
180-209,99	5	2,48	97,03	222,00	7,33
210-239,99	2	0,99	98,02	110,00	3,63
240-269,99	1	0,5	98,51	90,00	2,97
270-299,99	0	0	98,51	0	0,00
300 y más	3	1,49	100	427,00	14,10
Total	202	100		3028	100,00

En ella se aprecia que el 72 % de los grupos poseen áreas menores a 29,99 m², mientras que solo el 1,49% supera los 300 m². Esto confirma la dispersión que tiene *P. Papua* en grupos de nidificación pequeños.

El promedio de la variable es de 38,16 m², con un valor mínimo de 0,71 m² para los grupos de 1 nido y máximo de 843,63 m² para el grupo 7 de la zona 1, mientras que la desviación estándar fue de 82,17 m²

En la literatura sobre la ecología de los pingüinos no hay mediciones de esta variable. No es posible hacer comparaciones cuantitativas con otras localidades.

5.6 Perímetro:

El anexo II contiene el detalle del perímetro para cada uno de los grupos de nidificación estudiados.

La Tabla 5.6.1 muestra la distribución de frecuencia de la variable, la frecuencia relativa y acumulada para intervalos de clase con una amplitud de 10 metros.

Tabla 5.6.1: Distribución de frecuencia y cantidad total de nidos para la variable perímetro.

Perímetro (m)	Frecuencia Nº de grupos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
0-9,99	86	42,57	42,57	279	9,21
10-19,99	48	23,76	66,34	398	13,14
20-29,99	20	9,9	76,24	280	9,25
30-39,99	15	7,43	83,66	325	10,73
40-49,99	10	4,95	88,61	404	13,34
50-59,99	7	3,47	92,08	261	8,62
60-69,99	7	3,47	95,54	338	11,16
70-79,99	2	0,99	96,53	76	2,51
80-89,99	4	1,98	98,51	221	7,30
90-99,99	1	0,5	99,01	71	2,34
100 y más	2	0,99	100	375	12,38
Total	202	100		3028	100,00

En ella se aprecia que el 76,24 de los grupos de nidificación estudiados poseen un perímetro menor que 29,99 metros, mientras que los perímetros superiores a 70 metros sólo se presentan en el 4,46% de ellos.

La variable tuvo un promedio de 20,88 metros, un mínimo de 1 metro para los grupos de 1 nido, un máximo de 245,21 para el grupo 7 de la zona 1, y una desviación estándar de 26,31 metros.

Los antecedentes bibliográficos para la variable perímetro no son estadísticamente específicos. No hay datos exactos que permitan comparar los antecedentes de este trabajo en forma cuantitativa.

5.7 Densidad:

El anexo II muestra en detalle la densidad de nidos para cada uno de los grupos de nidificación estudiados.

La tabla 5.7.1 muestra la distribución de frecuencia de la variable, la frecuencia relativa y acumulada para intervalos de clase con una amplitud de 0,49 nidos/ m².

Tabla 5.7.1: Distribución de frecuencia y cantidad total de nidos para la variable densidad.

Densidad (Nidos/m ²)	Frecuencia N° de nidos	Frecuencia relativa %	Frecuencia acumulada %	Cantidad total de nidos	% del total de nidos
0-0,49	58	28,71	28,71	1789	59,08
0,5-0,99	56	27,72	56,44	728	24,04
1-1,49	74	36,63	93,07	395	13,04
1,5-1,99	9	4,46	97,52	71	2,34
2-2,49	2	0,99	98,51	18	0,59
2,5-2,99	2	0,99	99,5	16	0,53
3 y más	1	0,5	100	11	0,36
Total	202	100		3028	100,00

En ella se puede apreciar que la variación de la densidad es baja ya que el 93% de los grupos se ubican entre 0 y 1,49 nidos por metro cuadrado. Esta baja variabilidad refleja que los individuos mantienen una estricta distancia entre sus nidos.

El promedio para la variable densidad es de 0,89 nidos/m². El máximo es de 3,58 nidos/m² que corresponde al grupo 16 de la zona 3, mientras que el mínimo es de 0,14 nidos/m² para el grupo 8 de la zona 4. La desviación estándar de la variable es de 0,54 nidos/m².

Según Tenaza (1971), en su trabajo con adelfas, los nidos se ubican equidistantes unos con otros formando hexágonos alrededor de un nido central. Según la Tabla 5.7.1, el 64.34% de los grupos tienen una densidad entre 0,5 y 1,9 nidos por m². Suponiendo el esquema hexagonal propuesto por Tenaza (1971), este polígono contiene 7 nidos equidistantes, por lo que es posible deducir la distancia entre nidos, la que varía entre 2,11 m para densidades de 0,5

nidos/m² y 1,21 m para densidades de 1,49 nidos/m². El rango menor de éste estudio concuerda con el mayor del publicado por Muller-Schwarz y Muller-Schwarz (1975). Sin embargo, valores mayores a éstos no han sido publicados, por lo que esto sugiere que Ardley tiene distancias entre nidos mayores a las normales para estas latitudes

6. Regresiones y correlaciones.

6.1 Correlaciones:

La Tabla 6.1.1 muestra los valores de los distintos coeficientes de correlación entre todas las variables estudiadas:

Tabla 6.1.1: Matriz de correlación para todas las variables en estudio.

	Éxito repr.	Distancia	Tamaño	Altura	Area	Perímetro	Densidad
Éxito repr.	1,000						
Distancia	-0,098	1,000					
Tamaño	^a 0,146	^a 0,126	1,000				
Altura	-0,055	^b 0,890	^a 0,144	1,000			
Area	0,104	^b 0,181	^b 0,928	^b 0,193	1,000		
Perímetro	^b 0,189	^a 0,160	^b 0,922	^b 0,182	^b 0,955	1,000	
Densidad	^a -0,161	-0,080	^b -0,328	^a -0,125	^b -0,427	^b -0,529	1,000

^a: P<0,05, t ≥ 1.65

^b: P<0,01, t ≥ 2.34

Como se aprecia en la Tabla 6.1.1, existen varias correlaciones estadísticamente significativas entre las distintas variables. Dentro de las que alcanzan más alto valor está el área con perímetro con 0.955. Esto sugiere que en general las colonias de *P. papua* tienden a ser circulares o en su defecto elípticas, sin perímetros sinuosos que generen una desproporción entre uno y otro.

Como era de esperar, la variable tamaño está altamente correlacionada con perímetro y área por razones propias de la estricta distancia que mantienen las aves entre sus nidos, haciendo que cada vez que se agregue un nido, éste aumente su perímetro y área de ocupación.

Otra de las variables que se correlacionan en forma fuerte y positiva corresponde a la distancia a la playa y altura. Esto se produce ya que en general la zona de nidificación presenta elevaciones desde las playas hacia el centro de la isla, verificándose que a mayor distancia de la playa, mayor es la altura en que se encuentran los grupos de nidificación. Así mismo, la distancia a la playa se correlaciona en forma significativa con el área ($P < 0.01$) y en menor grado con el perímetro y el tamaño ($P < 0.05$). Esto sugiere que los grupos más numerosos se ubican en sectores en general más lejanos, y por ende más altos que los pequeños, los que permanecerían frente a la costa. Esto se corrobora por la correlación significativa ($P < 0.05$) entre la altura y el tamaño. Así mismo, altura se correlaciona en forma significativa ($P < 0.01$) con área y perímetro.

El éxito reproductivo solo se correlaciona en forma significativa ($P < 0.05$) con tamaño y densidad y especialmente ($P < 0.01$) con el perímetro del grupo de nidificación.

Por último, cabe hacer notar la correlación negativa que existe entre la densidad y el resto de las variables en estudio. De la Tabla 6.1.1 se deduce que a mayor densidad menor éxito

reproductivo, debido a que se encuentran a menor altura, menor distancia a la playa, menor tamaño y menor área y perímetro.

6.2 Regresiones simples:

6.2.1 Distancia:

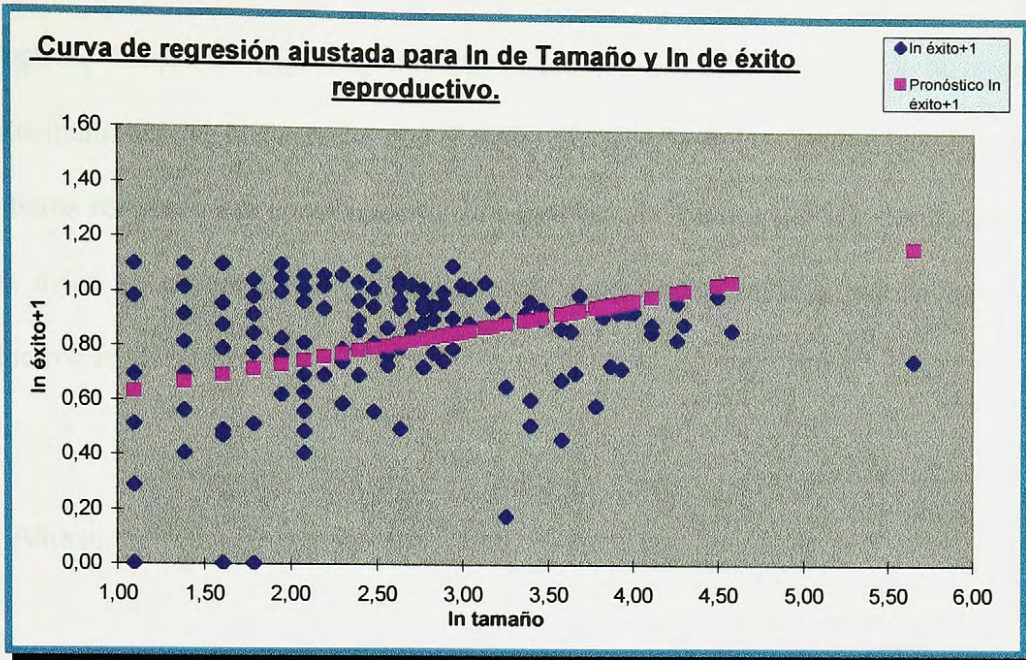
Se realiza la regresión con la variable distancia como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión exponencial con un coeficiente de determinación R^2 de 0,012, y un coeficiente β no significativo ($P > 0,05$). Estos resultados sugieren que para estas aves no es dificultad el trasladarse distancias de hasta 500 m sin afectar el éxito reproductivo.

6.2.2 Tamaño:

Se realiza la regresión con la variable logaritmo natural de tamaño como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión multiplicativa con un coeficiente de determinación R^2 de 0,19 y de correlación de 0,43. El coeficiente β , (0,12) es estadísticamente significativo ($P < 0,005$).

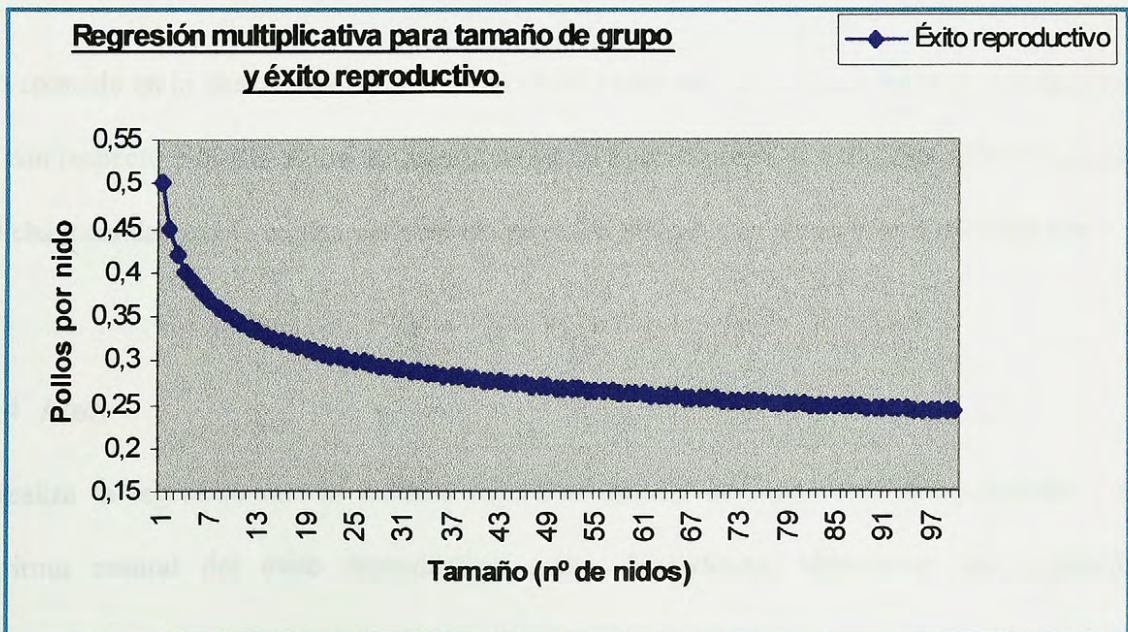
El gráfico 6.2.2.1 representa la distribución de la variable Ln del éxito reproductivo en función del Ln del tamaño y la curva de mejor ajuste según mínimos cuadrados.

Gráfico 6.2.2.1



El gráfico 6.2.2.2 muestra el comportamiento de la variable éxito reproductivo bajo el modelo multiplicativo $y = \alpha * x^\beta$.

Gráfico 6.2.2.2



Estos resultados sugieren que existe un efecto inverso del tamaño de grupo sobre el éxito reproductivo, aunque de baja magnitud. Cabe hacer notar que la forma de la curva de la regresión multiplicativa nos muestra que el efecto es mayor sobre los grupos menores de 30-35 nidos. Estos resultados se contraponen a lo expuesto por Tenaza (1971), donde grupos más grandes dejan en proporción menor número de nidos en la periferia, por lo que su éxito reproductivo se elevaría.

1.1.3 Altura:

Se realiza la regresión con la variable altura como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión exponencial, con un coeficiente de determinación R^2 de 0.004 y de correlación de 0.07. El coeficiente β (-0.002) no es estadísticamente significativo ($P > 0.05$).

Esto coincide en lo descrito por Raper y col (1983) para las colonias de las islas Georgias del Sur con respecto a que la altura no jugaría un papel importante en el éxito reproductivo ya que en dicha localidad existe mucha variabilidad entre los ubicados en altura y las a nivel del mar.

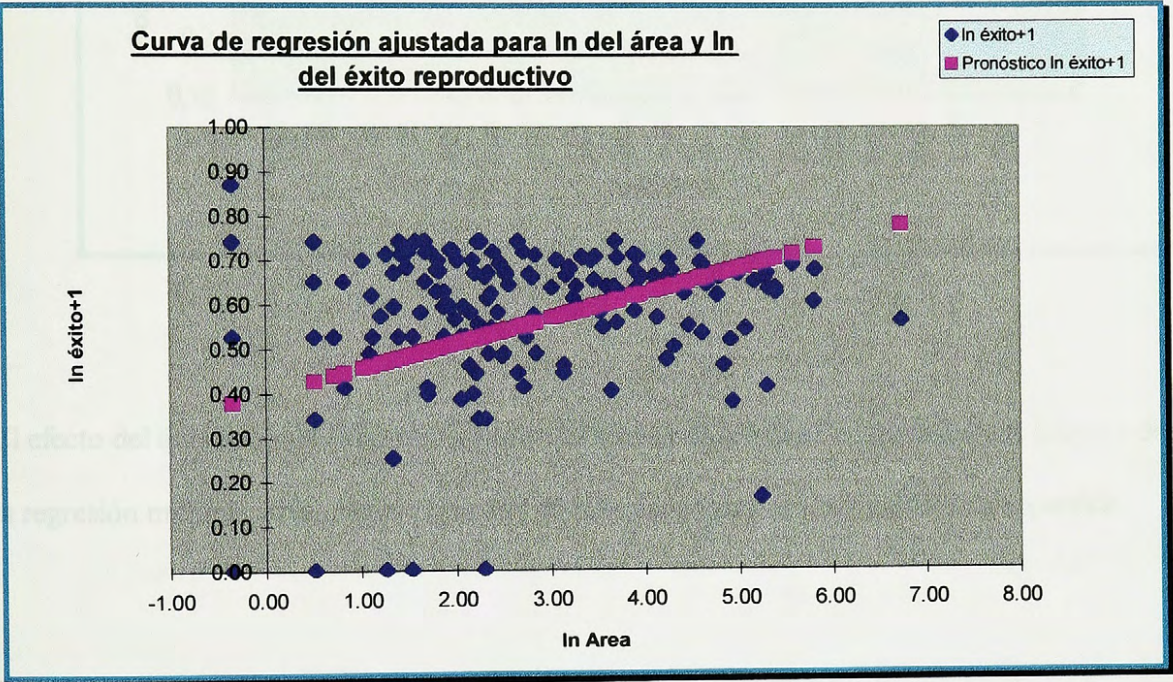
1.1.4 Area

Se realiza la regresión con la variable logaritmo natural de área como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión

multiplicativa con un coeficiente de determinación R^2 de 0,18 y de correlación de 0,42. El coeficiente β , (0,06) es estadísticamente significativo ($P < 0,005$).

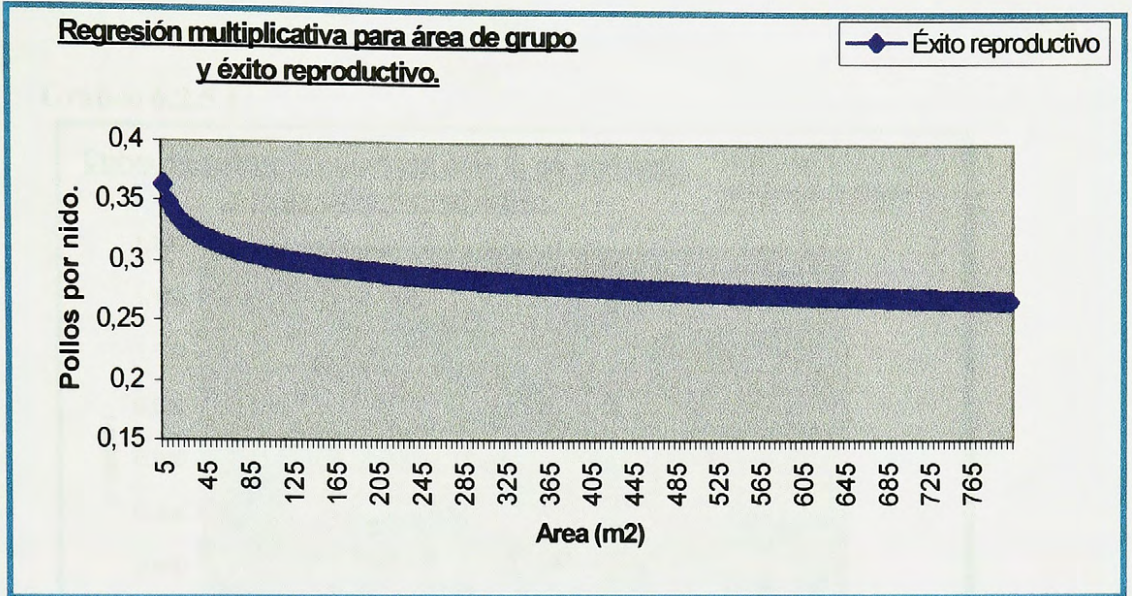
El gráfico 6.2.4.1 representa la distribución de la variable Ln del éxito reproductivo en función del Ln del área y la curva de mejor ajuste según mínimos cuadrados.

Gráfico 6.2.4.1



El gráfico 6.2.4.2 muestra el comportamiento de la variable éxito reproductivo bajo el modelo multiplicativo $y = \alpha * x^\beta$.

Gráfico 6.2.4.2



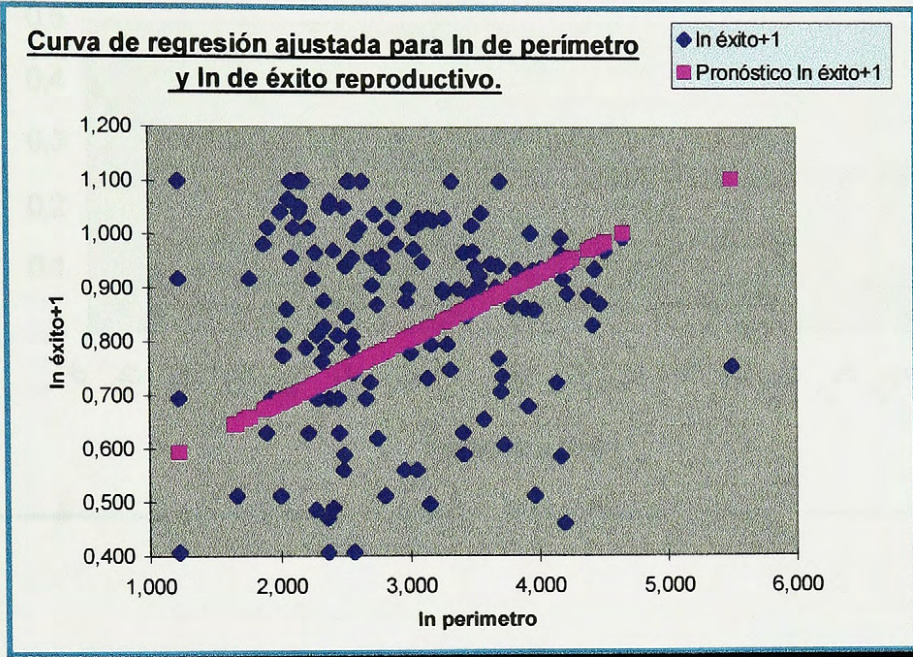
El efecto del área sobre el éxito reproductivo es similar al del tamaño, sin embargo, la curva de la regresión multiplicativa, sugiere que éste es más parejo para grupos de distinta superficie.

6.2.5 Perímetro

Se realiza la regresión con la variable logaritmo natural de perímetro como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión multiplicativa con un coeficiente de determinación R^2 de 0.20 y de correlación de 0.44. El coeficiente β , (0.12) es estadísticamente significativo ($P < 0.005$).

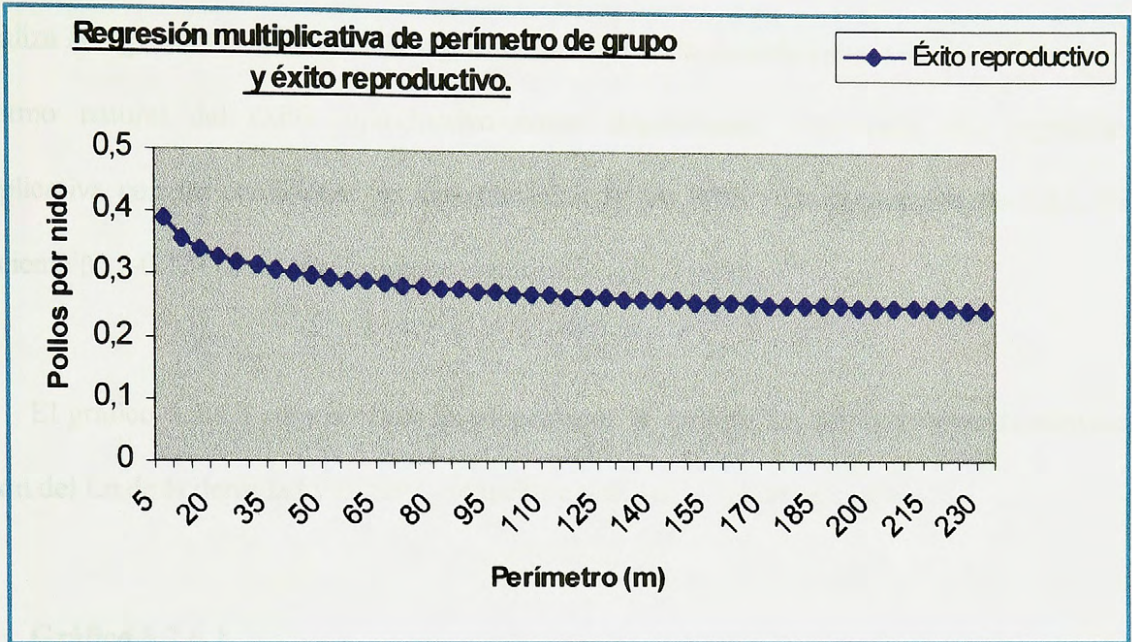
El gráfico 6.2.5.1 representa la distribución de la variable Ln del éxito reproductivo en función del Ln del perímetro y la curva de mejor ajuste según mínimos cuadrados.

Gráfico 6.2.5.1



El gráfico 6.2.5.2 muestra el comportamiento de la variable éxito reproductivo bajo el modelo multiplicativo $y = \alpha * x^\beta$.

Gráfico 6.2.5.2



Nuevamente, y como era de esperar por la alta correlación entre área y perímetro, existe un efecto inverso de éste sobre el éxito reproductivo. Según Tenaza (1971), cabe esperar que si dos grupos tienen igual superficie, aquel que tenga menor perímetro tendrá mayor éxito reproductivo. Estos resultados concuerdan con lo expuesto por este último autor, en que a mayor perímetro, menor éxito reproductivo, consecuencia de una mayor exposición de los nidos.

6.2.6 Densidad:

Se realiza la regresión con la variable logaritmo natural de la densidad como independiente y el logaritmo natural del éxito reproductivo como dependiente, obteniendo una regresión multiplicativa con un coeficiente de determinación R^2 de 0.05 y de correlación de 0.23. El coeficiente β , (-0.12) es estadísticamente significativo ($P < 0.005$).

El gráfico 6.2.6.1 representa la distribución de la variable Ln del éxito reproductivo en función del Ln de la densidad y la curva de mejor ajuste según mínimos cuadrados.

Gráfico 6.2.6.1

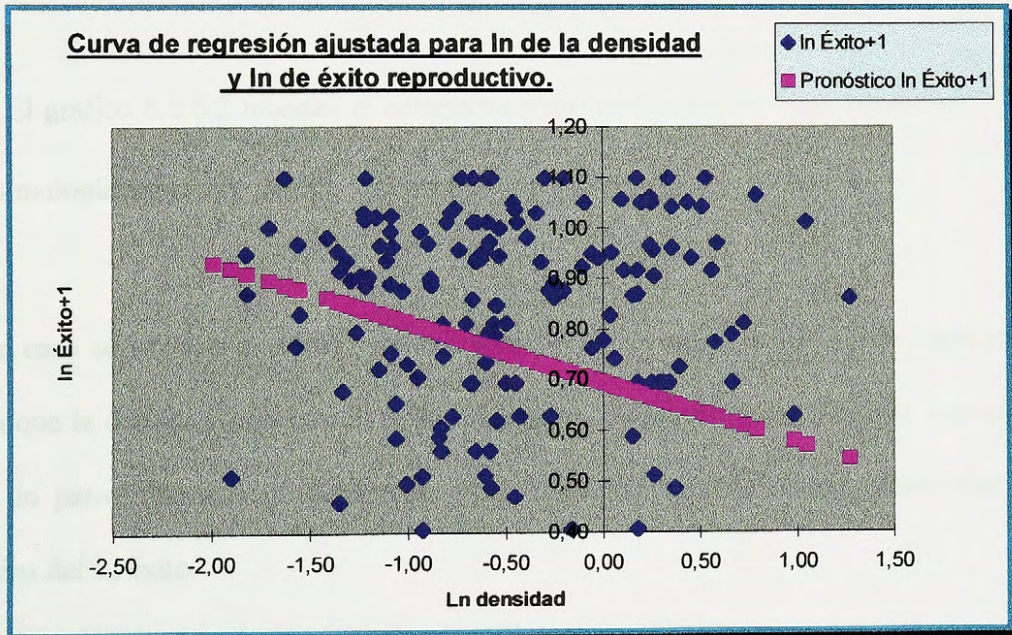
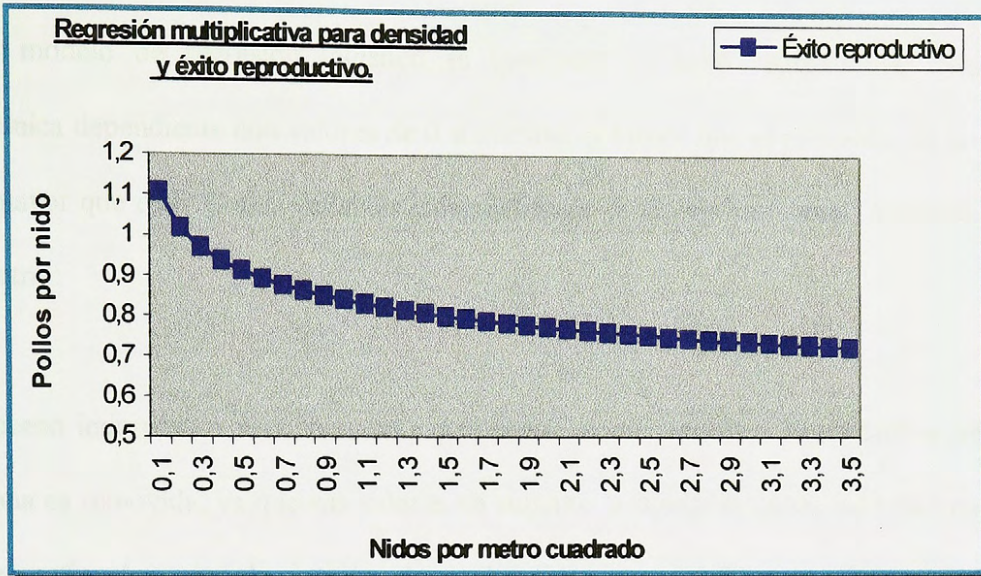


Gráfico 6.2.6.2



El gráfico 6.2.6.2 muestra el comportamiento de la variable éxito reproductivo bajo el modelo multiplicativo $y = \alpha * x^\beta$.

En este caso se obtiene un efecto inverso sobre el éxito reproductivo. Esto significa que a medida que la densidad aumenta, el éxito disminuye. Estos resultados sugieren que estas aves tienen un patrón estricto de distancias entre nidos, las que de no ser respetadas van en desmedro del su éxito.

7. Modelo Regresión Logístico.

En el modelo de regresión logístico se incorpora el éxito reproductivo como variable dicotómica dependiente con valores de 0 si el éxito es menor que el promedio de la colonia y 1 si es mayor que éste. Como variables independientes se incorporan zona, distancia, tamaño, y perímetro.

El proceso incorpora a zona tamaño y perímetro como variables significativas mientras que distancia es removida, ya que sus valores no superan la significación de las tres anteriores. Los valores estimados para la función de probabilidad son: -0.92 para el intercepto ($x^2=4,7$; $p<0.05$), 0.25 para zona ($x^2=8,6$; $p<0.05$), 0.04 para tamaño ($x^2=3,9$; $p<0.05$)y 0.06 para perímetro ($x^2=8,6$; $p<0.05$). El nivel de concordancia corresponde a un 69.7% y 29.5% de discordancia.

De esta manera, la regresión logística queda:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(-0.92 + 0.25*z + 0.04*t - 0.06*p)}}$$

Donde z corresponde a la zona, t al tamaño de grupo y p al perímetro, mientras que P es la probabilidad de que la variable tome el valor 0 o 1.

Según el presente modelo, las variables de mayor influencia en el éxito reproductivo son la ubicación del grupo, el número de nidos que lo componen y el número de nidos que están en la periferia. El efecto de las dos últimas variables ya fue analizado, sin embargo, el efecto de la ubicación del grupo de nidificación en el área de la colonia no se comprende del todo y necesita de mayor información.

2. El peso de preceps se incrementa para la segunda semana de incubación, cuando se registró un total de 700 huevos en la colonia.
3. El número de individuos se incrementa durante la semana de incubación.
4. La mortalidad entre la primera y segunda semana de incubación fue de 20%, correspondiendo a 2000 preceps y a huevos.
5. El éxito reproductivo de *Pygoclypeus* preceps para la semana de incubación fue de 1000 pollos por nido.

Conclusiones

1. El tamaño de grupo de nidificación de *Pygoscelis papua* ejerce un efecto inverso sobre el éxito reproductivo. Comportamiento similar se presenta con las variables área, perímetro y densidad.
2. El peak de postura se determinó para la segunda quincena de Noviembre, fecha en la cual se registró un total de 3.028 nidos en la colonia.
3. El número de polluelos al inicio de guardería fue de 4.050 aves.
4. La mortalidad desde la postura hasta inicio de guardería fue de 33%, lo que equivale a 2.006 polluelos y/o huevos.
5. El éxito reproductivo de *Pygoscelis papua* para la colonia de Isla Ardley fue de 1,34 pollos por nido.

Bibliografía

1. Adams, N. J.; Brown, C. R. 1983. Diving depths of the gentoo penguins (*Pygoscelis papua*). *Condor* (U.S.A.) 85. p. 503-504.
2. Aguirre, C.A.; Acero, J.M. 1995. Distribution and abundance of birds in the Errera Chanel, Antarctic Peninsula, during the 1992/93 breeding season. *Marine Ornithology* (South Africa) 23: pp. 129-134.
3. Barber, R.T.; Chavez, F.P. 1983. Biological consequences of El Niño. *Science* (U.S.A.) 222. p. 1203-1210.
4. Boersma, P. 1987. El niño behind penguin deaths?. *Nature* (U.K.) 327. p. 96.
5. Boersma, P.; Stokes, D. L.; Yorio, P. M. 1990. Reproductive variability and historical change of Magellanic penguins (*Spheniscus magellanicus*) at Punta Tombo, Argentina. In *Penguin Biology*. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc.p. 15-43.
6. Bost, C. A.; Koubbi, P.; Genevois, F.; Ruchon, L.; Riboux, V. 1994. Gentoo penguin *Pygoscelis papua* diet as indicator of planktonic availability in the Kerguelen Islands. *Polar Biol.* (Germany) 14. p. 147-153.

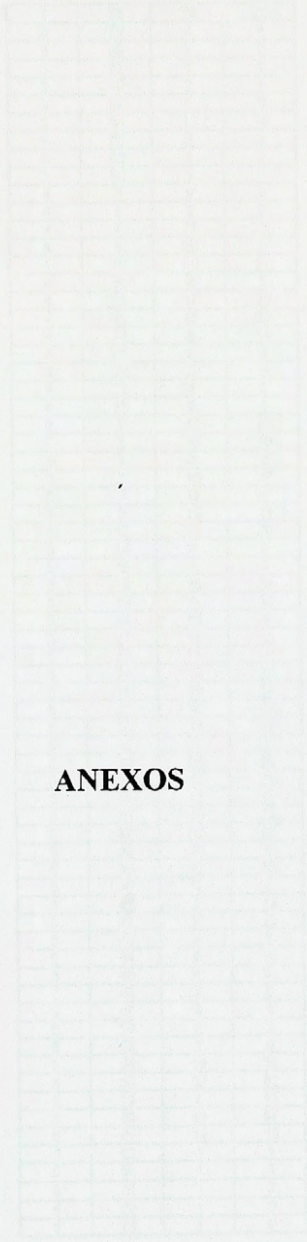
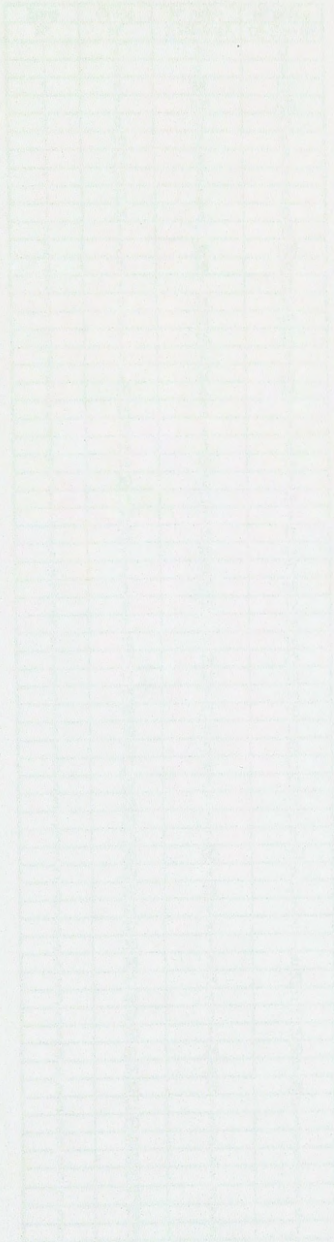
7. Bost, C.; Jouventin, P. 1990. Evolutionary ecology of Gentoo penguins (*Pygoscelis papua*). In Penguin Biology. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc. p. 85-112.
8. Bost, C.A.; Jouventin, P. 1991. The breeding performance of the Gentoo Penguin *Pygoscelis papua* at the northern edge of its range. *Ibis* (U.K.) 133. p. 14 - 25.
9. CCAMLR (Australia). 1991. Programa de seguimiento del ecosistema de la CCAMLR: Métodos estandar para los estudios de seguimientos. 132p.
10. Cline, D. R.; Siniff, D. B.; Erickson, Adelia W. 1969. Summer birds of the pack ice in the Weddell sea, Antártica. *Auk* (U.S.A.) 86. p. 701-716.
11. Conroy, J.W.H.; Darling, O.H.S.; Smith, H.G. 1975. The annual cycle of the Chinstrap penguin *Pygoscelis antarctica* on Signy Island, South Orkney Island. . In The Biology of Penguins. Ed by B. Stonehouse. Macmillan (London) p. 353 - 362.
12. Croxall, J. P. 1982. Energy cost of incubation and moult in petrels and penguins. *Journal of Animal Ecology* (U.K.) 51. p. 177-194.
13. Croxall, J.P.; Prince, P.A. 1980. The food of Gentoo penguins *Pygoscelis papua* and Macaroni penguins *Endiptes chrysolophus* at South Georgia. *Ibis* (U.K.) 122: p.245-253.
14. Culik, B. 1994. Energetic cost of raising *Pygoscelid* penguin chicks. *Polar Bio.* (Germany) 14. p. 205-210.

15. Darby, J. T.; Seddon, P. J. 1990. Breeding biology of Yellow-Eyed penguins (*Megadyptes antipodes*). In Penguin Biology. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc. p. 45-62.
16. Davis, L. S.; Miller, G. D.; 1992. Satellite tracking of Adelie penguins. Polar Biol. (Germany)12. p. 503-506.
17. Davis, L.S.; Speirs, E.A.H. 1990, Mate choice in penguins. In Penguin Biology. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc. p. 377 - 397.
18. Fordyce, R. E.; Jones, C. M. 1990. Penguin history and new fossil material from New Zeland. In Penguin Biology. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc. p. 419-446.
19. Fraser, W.R.; Trivelpiece, W; Ainley, D.G.; Trivelpiece, S.G. 1992. Increases in Antarctic penguin populations: reduced competition with whales or a loss of sea ice due to enviromental warming?. Polar Bilo. (Germany) 11. p. 525-531.
20. Gambarota, J.C.; Fontana, N.A.; Cravino, J.L. 1993. Observaciones ornitológicas en la península Fildes, Isla Rey Jorge, Shetland del Sur. Inst. Antártico. Uruguayo. Activ. Cient. 4: pp. 121-126.
21. Introduction: The Sphenicidae. 1975 In Stonehouse, B. The Biology of Penguins. Ed by Stonehouse. Macmillan (London) p. 1 – 15.

22. Lack, D. 1954. The natural regulation of animal number. Oxford. Clarendon press. 256p.
23. Muller-Schwarze, C.; Muller-Schwarze, D. 1975. A survey of twenty four rookeries of *Pygoscelis* penguins in the Antarctic Peninsula region. In Stonehouse, B. The Biology of Penguins. Ed by Stonehouse. Macmillan (London) p. 309 - 320.
24. Patterson, D.L.; Hunter, S. 1998. Interim report on the international Gigant Petrel Project, 1988/89. In Press.
25. Poncet, S.; Poncet, J. 1987. Censuses of penguins populations of the Antarctic Peninsula, 1983-87. Br. Antarct. Surv. Bull. (U.K.) 77. p. 109-129.
26. Raper, S. C.; Wigley, T. M.; Jones, P. D.; Kelly, P. M.; Mayes, P. R.; Limbert, D. W. 1983. Recent temperature changes in the Arctic and Antarctic. Nature (U.K.) 306. p.458-459.
27. Reilly, P. 1994. Penguins of the world. Melbourne, Australia. Oxford University Press. 164p.
28. Spelleberg, I.F. 1975. The predators of penguins. In The Biology of Penguins. Ed by B. Stonehouse. Macmillan (London) p. 413 - 435.
29. Taylor, R.H.; Wilson, P.R.; Thomas B.W. 1990. Status and trends of Adelie penguin populations in the Ross Sea region. Polar record (U.K.) 26 (159). p. 293-304.

30. Tenaza, R. 1971. Behavior and nesting success relative to nest location in Adelie penguins (*Pygoscelia adeliae*). *Condor* (U.S.A.) 73. p. 81-92.
31. Trivelpiece, W.Z.; Trivelpiece, S.G. 1990. Courtship period of Adelie, Gentoo and Chinstrap penguins. *In* *Penguin Biology*. Ed. By L.S. Davis; J.T. Darby. San Diego, Calif. Academic press. Inc. p. 113-127.
32. Trivelpiece, W.Z.; Trivelpiece, S.G.; Volkman, N.J. 1987. Ecological segregation of Adelie, Gentoo and Chinstrap penguins at King George Island. *Ecology* (U.S.A.) 68(2). p. 351 – 361.
33. Valencia, J. 1977. Estado actual y potencial de desarrollo de los recursos vivos de la Antártica. *In* Simposio “el desarrollo de la Antártica.”. Ed. Orrego, F. y Salinas, A. Instituto de estudios internacionales. Universidad de Chile. Santiago (Chile).
34. Valencia, J.; Torres, H. 1996. Avances en el desarrollo del proyecto Ecología de tres especies de pingüinos Pygoscelidos en las Shetland del Sur. *Bol. I.N.A.Ch.* (Chile) 15(1). p.2 - 5,
35. Volkman, N. J.; Presler, P.; Trivelpiece, W. 1980. Diets of Pygoscelid penguins at King George Island, Antártica. *Condor* (U.S.A.) 82. p. 373-378.
36. Volkman, N. J.; Trivelpiece, W. 1980. Growth in pygoscelid penguins. *J. Zool.* (Lond.) 191. p. 521-530.

37. Watson, G. E. 1975. Birds of the Antarctic and Sub-Antarctic. Washington D. C. (U.S.A.) American Geophysical Union. p. 63-84.
38. Williams, T.D. 1990. Annual variation in breeding biology of Gentoo penguins, *Pygoscelis papua* at Bird Island, South Georgia. *Journal of Zoology London (U.K.)* 222. p. 247 - 258.
39. Williams, T. D.; Croxall, J. P. 1991. Chick growth and survival in gentoo penguins (*Pygoscelis papua*) : effect of hatching asynchrony and variation in food supply. *Polar Biol. (Germany)* 11. p. 197-202.
40. Woehler, E. J.; Penney, R. L.; Creet, S.M.; Burton, H.R. 1994. Impacts of human visitor on breeding success and long-term population trends in Adelie penguins at Casey, Antártica. *Polar Biol. (Germany)* 14. p. 269-274.
41. Woehler, E. 1993. The distribution and abundance of Antarctic and Sub-antarctic penguins. S.C.A.R. (Australia). 76p.
42. Yates, G.W. 1975. Microclimate, climate and breeding success in antarctic penguins. . In *The Biology of Penguins*. Ed by B. Stonehouse. Macmillan (London) p. 397 - 409.



ANEXOS

Anexo I. Censos de nidos y pollos por zona y grupo de nidificación
Isla Ardley, Octubre 1997-Enero 1998.

Zona	Grupo	Nº nidos	Nº pollos
Nº	Nº	20-Nov-97	05-Ene-98
1	4	1	0
1	5	4	6
1	6	38	52
1	7	285	320
1	9	47	76
1	10	2	0
1	12	8	7
1	22	3	2
1	23	2	0
1	24	2	0
2	1	11	16
2	2	98	135
2	3	16	25
2	4	7	12
2	5	21	30
2	6	46	69
2	7	15	21
2	8	4	4
2	9	32	50
2	10	8	14
2	14	2	3
2	16	2	3
2	18	3	6
2	19	10	19
2	20	2	2
2	21	12	24
2	22	2	4
2	25	16	17
3	1	29	44
3	2	50	77
3	3	40	68
3	6	10	12
3	7	7	14
3	10	11	16
3	12	14	23
3	14	11	18
3	15	7	14
3	16	11	15
3	19	6	11
3	20	8	13
3	21	6	11
3	22	7	13
3	23	7	13
3	24	9	17
3	25	2	3
3	26	90	153
3	28	4	2
3	29	23	42
3	31	8	7
3	32	4	4
3	35	1	1
3	36	3	6
3	41	14	25
3	46	4	4
3	47	5	10
3	50	7	14
3	51	24	38
3	54	6	9
3	55	19	28
3	57	1	0
3	60	2	1
3	61	5	6
3	62	3	5
3	65	1	0
3	72	2	1
3	76	2	4
3	77	2	1

3	78	19	23
3	79	2	4
3	80	1	2
3	81	1	1
3	82	2	1
3	83	1	0
3	84	13	18
3	85	3	3
3	86	1	2
3	90	1	1
4	3	9	9
4	6	2	0
4	7	71	116
4	8	26	5
4	10	36	21
4	21	4	5
4	22	17	20
4	23	18	29
4	24	8	15
4	25	2	0
4	26	2	0
4	27	4	5
4	28	2	1
5	1	53	82
5	2	36	50
5	6	3	2
5	7	15	27
5	8	32	47
5	9	12	21
5	12	11	20
5	14	4	3
5	15	1	2
5	16	18	31
5	18	6	10
5	19	14	9
5	21	11	16
5	23	71	92
5	24	14	22
5	26	17	27
5	27	48	52
5	29	14	17
5	30	4	7
5	32	55	85
5	34	14	26
5	35	15	27
5	36	12	15
5	37	52	83
5	38	10	8
5	39	13	15
5	40	12	9
5	41	7	13
5	42	17	25
5	43	4	8
5	44	8	4
5	45	20	36
5	46	5	0
5	48	4	5
5	50	2	2
5	53	1	0
5	54	19	38
5	55	52	81
5	59	7	13
5	60	61	87
5	61	12	19
5	62	1	1
5	64	1	1
5	71	1	2
5	72	1	0
5	73	1	0

6	1	8	6
6	2	6	7
6	3	4	7
6	4	4	7
6	5	16	28
6	6	4	4
6	7	9	14
6	8	16	23
6	9	10	11
6	10	26	38
6	11	16	26
6	12	61	83
6	13	74	106
6	14	10	8
6	15	8	10
6	16	9	16
6	17	4	4
6	19	39	40
6	22	5	8
6	23	1	3
6	40	1	0
6	42	2	1
7	1	18	20
7	2	40	62
7	3	30	20
7	4	6	8
7	5	7	9
7	6	5	8
7	8	5	6
7	10	30	49
7	11	21	37
7	12	6	4
7	13	7	8
7	14	36	35
7	16	5	7
7	17	51	54
7	18	30	25
7	20	44	35
7	21	8	5
7	22	8	7
7	23	8	7
7	24	7	6
7	25	13	14
7	29	3	1
7	31	2	0
7	34	1	0
7	45	3	0
7	47	2	3
7	48	2	1
7	50	5	8
7	56	2	0
7	59	5	7
7	62	15	20
7	63	5	3
7	64	5	3
7	65	8	8
7	66	2	3
7	67	11	11
7	68	1	1
7	69	6	0
7	71	1	0
7	77	26	24
7	79	1	0
7	80	1	0
7	81	2	0
7	82	1	0
Total	67	1164	1660

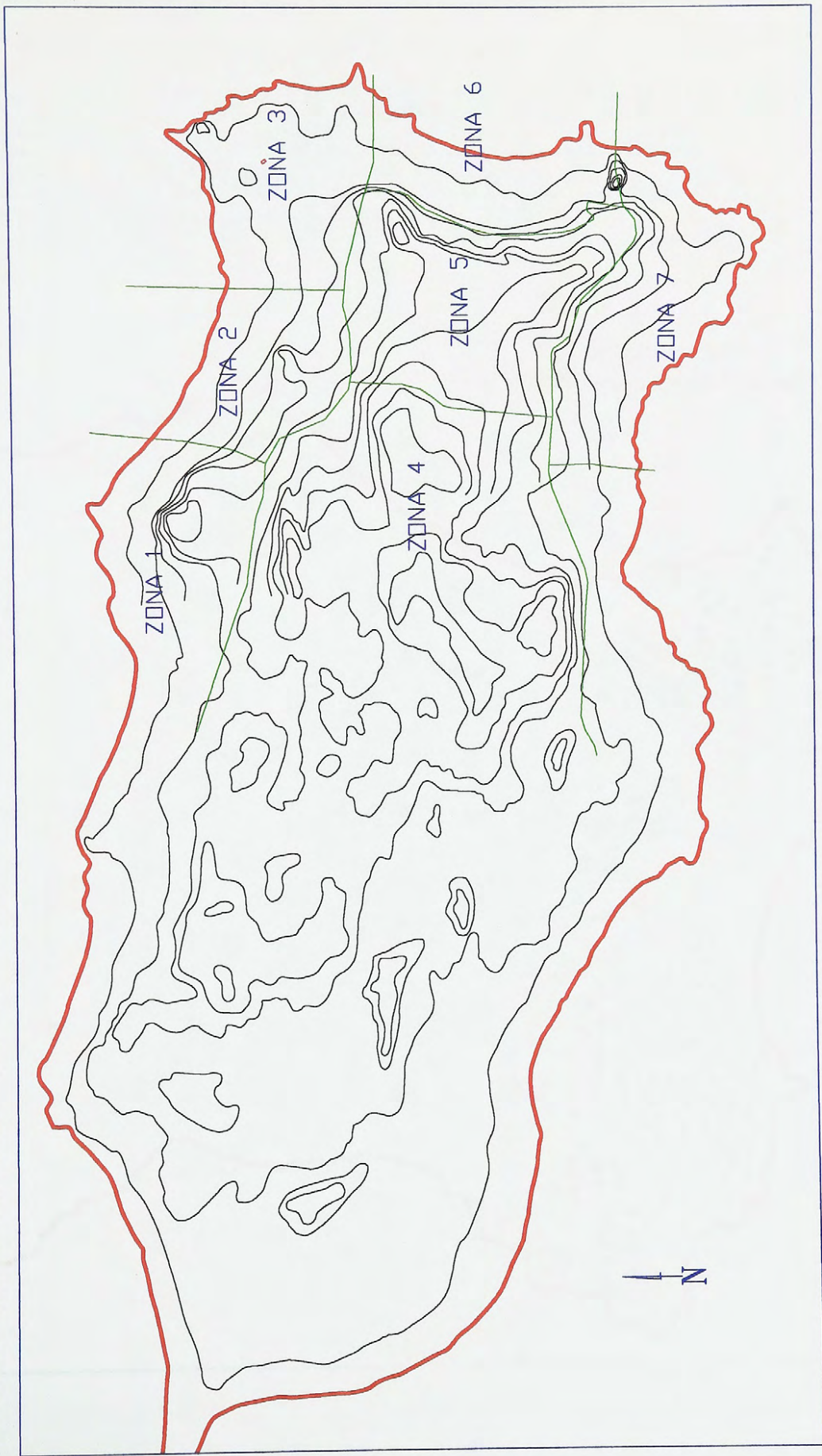
Anexo II : Éxito reproductivo, distancia a la playa, tamaño, altura, area, perímetro, densidad y zona de ubicación por grupo de nidificación. Isla Ardley.

Zona	Grupo	Éxito repr.	Distancia	Tamaño	Altura	Area	Perímetro	Densidad
1	4	0.00	100.41	1	5.00	0.71	1.00	1.41
1	5	1.50	96.49	4	5.00	2.28	5.88	1.75
1	6	1.37	102.92	38	5.00	48.63	49.44	0.78
1	7	1.12	246.85	285	30.00	843.63	245.21	0.34
1	9	1.62	150.10	47	25.00	137.82	65.42	0.34
1	10	0.00	94.62	2	15.00	1.67	3.40	1.20
1	12	0.88	115.06	8	20.00	17.34	30.29	0.46
1	22	0.67	130.04	3	25.00	2.30	5.29	1.30
1	23	0.00	94.63	2	0.00	1.67	3.40	1.20
1	24	0.00	107.72	2	0.00	1.67	3.40	1.20
2	1	1.45	117.58	11	10.00	39.89	26.03	0.28
2	2	1.38	156.54	98	15.00	83.66	44.58	1.17
2	3	1.56	100.20	16	10.00	10.10	12.28	1.58
2	4	1.71	92.68	7	10.00	11.88	13.27	0.59
2	5	1.43	85.19	21	5.00	50.56	32.22	0.42
2	6	1.50	75.97	46	5.00	177.08	65.99	0.26
2	7	1.40	71.52	15	5.00	41.85	34.18	0.36
2	8	1.00	58.45	4	5.00	2.05	7.42	1.95
2	9	1.56	104.91	32	15.00	60.86	40.05	0.53
2	10	1.75	129.51	8	15.00	2.79	6.80	2.87
2	14	1.50	131.81	2	20.00	1.67	3.40	1.20
2	16	1.50	169.62	2	15.00	1.67	3.40	1.20
2	18	2.00	126.49	3	20.00	5.30	8.86	0.57
2	19	1.90	87.77	10	15.00	4.51	7.95	2.22
2	20	1.00	126.49	2	10.00	1.67	3.40	1.20
2	21	2.00	76.86	12	10.00	40.30	27.96	0.30
2	22	2.00	112.03	2	10.00	1.67	3.40	1.20
2	25	1.06	79.15	16	10.00	10.79	14.83	1.48
3	1	1.52	97.63	29	5.00	32.13	34.62	0.90
3	2	1.54	97.21	50	5.00	68.69	52.29	0.73
3	3	1.70	82.05	40	5.00	101.63	64.78	0.39
3	6	1.20	129.86	10	5.00	5.13	9.03	1.95
3	7	2.00	136.95	7	10.00	4.10	8.08	1.71
3	10	1.45	119.08	11	10.00	36.71	29.37	0.30
3	12	1.64	118.52	14	10.00	25.00	20.87	0.56
3	14	1.64	110.06	11	10.00	6.08	11.25	1.81
3	15	2.00	97.73	7	10.00	9.39	12.78	0.75
3	16	1.36	108.77	11	10.00	3.07	7.82	3.58
3	19	1.83	146.78	6	5.00	4.18	8.61	1.44
3	20	1.63	141.95	8	5.00	6.25	9.75	1.28
3	21	1.83	160.02	6	5.00	3.58	7.47	1.68
3	22	1.86	156.43	7	5.00	4.51	8.58	1.55
3	23	1.86	146.75	7	5.00	5.71	10.89	1.23
3	24	1.89	132.68	9	5.00	7.02	10.95	1.28
3	25	1.50	137.37	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	26	1.70	126.21	90	5.00	266.53	105.26	0.34
3	28	0.50	132.09	4	5.00	10.10	10.64	0.40
3	29	1.83	111.21	23	5.00	49.11	35.16	0.47
3	31	0.88	94.35	8	5.00	2.98	6.67	2.68
3	32	1.00	76.33	4	5.00	3.10	7.01	1.29
3	35	1.00	78.83	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	36	2.00	90.51	3	5.00	5.41	8.61	0.55
3	41	1.79	68.93	14	5.00	41.27	24.17	0.34
3	46	1.00	78.07	4	5.00	6.59	9.96	0.61
3	47	2.00	71.98	5	5.00	9.68	12.59	0.52
3	50	2.00	94.22	7	5.00	14.40	14.00	0.49
3	51	1.58	128.75	24	5.00	148.65	70.64	0.16
3	54	1.50	96.44	6	5.00	5.36	9.55	1.12
3	55	1.47	106.95	19	5.00	65.47	34.55	0.29
3	57	0.00	136.69	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	60	0.50	131.89	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	61	1.20	84.70	5	5.00	8.68	10.59	0.58
3	62	1.67	82.96	3	5.00	4.42	6.55	0.68

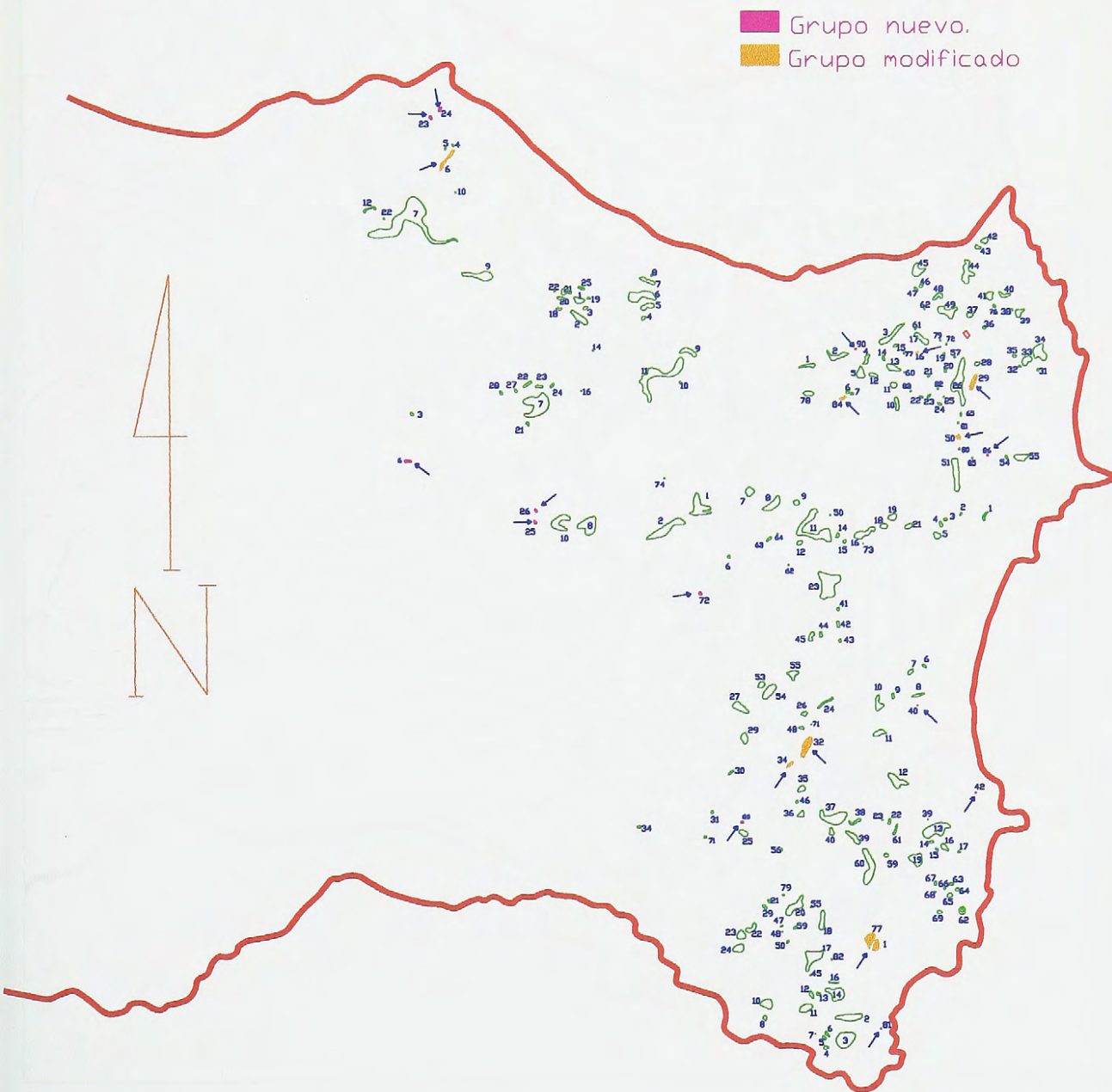
3	65	0.00	116.44	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	72	0.50	146.78	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	76	2.00	65.97	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	77	0.50	108.68	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	78	1.21	127.54	19	10.00	34.19	23.77	0.56
3	79	2.00	154.77	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	80	2.00	119.82	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	81	1.00	112.66	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	82	0.50	146.35	2	5.00	1.67	3.40	1.20
3	83	0.00	169.01	1	10.00	0.71	1.00	1.41
3	84	1.38	130.71	13	10.00	10.83	15.70	1.20
3	85	1.00	111.36	3	5.00	4.70	6.90	0.64
3	86	2.00	110.77	1	5.00	0.71	1.00	1.41
3	90	1.00	97.21	1	5.00	0.71	1.00	1.41
4	3	1.00	327.24	9	45.00	6.56	9.84	1.37
4	6	0.00	336.59	2	45.00	1.67	3.40	1.20
4	7	1.63	249.17	71	30.00	337.57	91.66	0.21
4	8	0.19	412.26	26	50.00	189.56	58.73	0.14
4	10	0.58	412.26	36	50.00	138.80	66.32	0.26
4	21	1.25	247.68	4	30.00	7.01	11.56	0.57
4	22	1.18	198.66	17	30.00	16.94	20.27	1.00
4	23	1.61	200.33	18	30.00	12.59	16.34	1.43
4	24	1.88	210.90	8	30.00	7.25	10.95	1.10
4	25	0.00	412.26	2	50.00	1.67	3.40	1.20
4	26	0.00	412.26	2	45.00	1.67	3.40	1.20
4	27	1.25	215.26	4	30.00	6.56	9.84	0.61
4	28	0.50	224.07	2	30.00	1.67	3.40	1.20
5	1	1.55	315.59	53	30.00	196.39	84.58	0.27
5	2	1.39	352.45	36	35.00	221.76	87.78	0.16
5	6	0.67	323.85	3	30.00	5.50	7.40	0.55
5	7	1.80	255.60	15	20.00	50.93	26.32	0.29
5	8	1.47	245.78	32	20.00	106.03	47.32	0.30
5	9	1.75	239.32	12	20.00	21.56	17.00	0.56
5	12	1.82	278.56	11	25.00	17.23	15.49	0.64
5	14	0.75	205.96	4	30.00	9.19	12.04	0.44
5	15	2.00	217.06	1	35.00	0.71	1.00	1.41
5	16	1.72	234.83	18	35.00	99.06	51.55	0.18
5	18	1.67	257.70	6	30.00	24.62	18.30	0.24
5	19	0.64	155.41	14	25.00	38.35	23.34	0.37
5	21	1.45	151.50	11	25.00	26.59	19.96	0.41
5	23	1.30	192.43	71	30.00	334.09	83.07	0.21
5	24	1.57	204.14	14	30.00	23.81	37.81	0.59
5	26	1.59	239.31	17	30.00	16.22	15.81	1.05
5	27	1.08	241.39	48	35.00	87.53	41.20	0.55
5	29	1.21	250.06	14	35.00	49.41	27.03	0.28
5	30	1.75	256.20	4	30.00	7.60	13.71	0.53
5	32	1.55	259.59	55	30.00	105.14	46.28	0.52
5	34	1.86	271.27	14	35.00	15.32	18.01	0.91
5	35	1.80	257.38	15	35.00	32.62	21.73	0.46
5	36	1.25	238.68	12	35.00	27.31	20.62	0.44
5	37	1.60	209.20	52	30.00	201.70	70.97	0.26
5	38	0.80	215.79	10	25.00	23.24	30.48	0.43
5	39	1.15	199.09	13	25.00	62.56	40.00	0.21
5	40	0.75	205.00	12	30.00	23.08	19.26	0.52
5	41	1.86	253.09	7	25.00	5.43	8.69	1.29
5	42	1.47	260.66	17	25.00	13.01	15.12	1.31
5	43	2.00	271.73	4	20.00	4.86	8.10	0.82
5	44	0.50	259.76	8	30.00	9.39	13.03	0.85
5	45	1.80	263.05	20	30.00	28.08	23.34	0.71
5	46	0.00	248.60	5	35.00	4.64	8.17	1.08
5	48	1.25	252.58	4	30.00	8.07	13.00	0.50
5	50	1.00	233.66	2	25.00	1.67	3.40	1.20
5	53	0.00	271.32	1	35.00	0.71	1.00	1.41
5	54	2.00	275.60	19	35.00	96.49	40.66	0.20
5	55	1.56	289.66	52	30.00	53.16	33.55	0.98
5	59	1.86	210.20	7	20.00	11.07	12.18	0.63
5	60	1.43	197.66	61	20.00	205.17	80.43	0.30
5	61	1.58	113.43	12	15.00	12.64	22.32	0.95
5	62	1.00	297.10	1	25.00	0.71	1.00	1.41
5	64	1.00	269.25	1	25.00	0.71	1.00	1.41
5	71	2.00	209.41	1	30.00	0.71	1.00	1.41

5	72	0.00	364.80	1	35.00	0.71	1.00	1.41
5	73	0.00	233.28	1	35.00	0.71	1.00	1.41
6	1	0.75	97.43	8	5.00	14.31	21.22	0.56
6	2	1.17	88.17	6	5.00	3.36	7.59	1.79
6	3	1.75	63.39	4	5.00	6.19	9.26	0.65
6	4	1.75	62.03	4	5.00	8.89	8.29	0.45
6	5	1.75	62.03	16	5.00	31.03	20.79	0.52
6	6	1.00	50.59	4	5.00	7.89	11.61	0.51
6	7	1.56	52.03	9	5.00	16.81	16.39	0.54
6	8	1.44	35.55	16	5.00	20.56	26.26	0.78
6	9	1.10	73.88	10	5.00	9.39	13.03	1.06
6	10	1.46	86.90	26	5.00	62.79	39.44	0.41
6	11	1.63	95.96	16	5.00	49.96	30.62	0.32
6	12	1.36	86.90	61	5.00	118.89	53.10	0.51
6	13	1.43	108.79	74	5.00	219.99	68.23	0.34
6	14	0.80	162.12	10	5.00	8.59	12.12	1.16
6	15	1.25	163.62	8	5.00	3.86	7.65	2.07
6	16	1.78	173.70	9	5.00	28.66	22.05	0.31
6	17	1.00	188.98	4	5.00	4.06	7.52	0.99
6	19	1.03	105.58	39	10.00	100.68	40.68	0.39
6	22	1.60	97.97	5	15.00	9.10	12.98	0.55
6	23	3.00	100.29	1	15.00	0.71	1.00	1.41
6	40	0.00	35.55	1	5.00	0.71	1.00	1.41
6	42	0.50	32.78	2	5.00	1.67	3.40	1.20
7	1	1.11	51.78	18	5.00	40.86	27.57	0.44
7	2	1.55	90.47	40	5.00	120.86	55.86	0.33
7	3	0.67	95.54	30	5.00	200.57	52.70	0.15
7	4	1.33	94.89	6	5.00	10.39	12.44	0.58
7	5	1.29	77.75	7	5.00	6.75	10.40	1.04
7	6	1.60	81.95	5	5.00	10.44	15.12	0.48
7	8	1.20	19.36	5	0.00	11.63	12.87	0.43
7	10	1.63	31.80	30	0.00	73.31	32.91	0.41
7	11	1.76	91.90	21	5.00	70.94	32.77	0.30
7	12	0.67	89.28	6	5.00	15.19	16.61	0.39
7	13	1.14	91.40	7	5.00	7.40	10.24	0.95
7	14	0.97	96.85	36	5.00	136.62	50.39	0.26
7	16	1.40	108.70	5	5.00	6.58	19.66	0.76
7	17	1.06	115.53	51	5.00	160.39	62.67	0.32
7	18	0.83	123.00	30	10.00	68.98	41.58	0.43
7	20	0.80	146.32	44	15.00	127.22	64.44	0.35
7	21	0.63	134.20	8	10.00	5.52	9.70	1.45
7	22	0.88	110.96	8	5.00	10.50	9.20	0.76
7	23	0.88	102.69	8	5.00	12.30	11.63	0.65
7	24	0.86	101.00	7	0.00	12.10	15.60	0.58
7	25	1.08	140.55	13	10.00	35.33	23.10	0.37
7	29	0.33	127.72	3	10.00	3.79	5.66	0.79
7	31	0.00	139.69	2	15.00	1.67	3.40	1.20
7	34	0.00	104.28	1	10.00	0.71	1.00	1.41
7	45	0.00	131.98	3	5.00	3.53	5.22	0.85
7	47	1.50	114.95	2	10.00	1.67	3.40	1.20
7	48	0.50	138.63	2	10.00	1.67	3.40	1.20
7	50	1.60	101.40	5	10.00	3.85	8.10	1.30
7	56	0.00	180.62	2	20.00	1.67	3.40	1.20
7	59	1.40	116.54	5	10.00	6.11	10.40	0.82
7	62	1.33	99.11	15	0.00	25.78	31.19	0.58
7	63	0.60	98.02	5	5.00	7.87	10.63	0.64
7	64	0.60	102.90	5	5.00	8.89	11.08	0.56
7	65	1.00	91.25	8	5.00	15.63	14.38	0.51
7	66	1.50	91.05	2	5.00	1.67	3.40	1.20
7	67	1.00	91.95	11	5.00	8.23	10.85	1.34
7	68	1.00	84.00	1	5.00	0.71	1.00	1.41
7	69	0.00	71.15	6	5.00	9.96	12.10	0.60
7	71	0.00	116.53	1	5.00	0.71	1.00	1.41
7	77	0.92	85.59	26	10.00	75.14	35.67	0.35
7	79	0.00	141.42	1	15.00	0.71	1.00	1.41
7	80	0.00	140.94	1	5.00	0.71	1.00	1.41
7	81	0.00	38.13	2	0.00	1.67	3.40	1.20
7	82	0.00	115.53	1	5.00	0.71	1.00	1.41

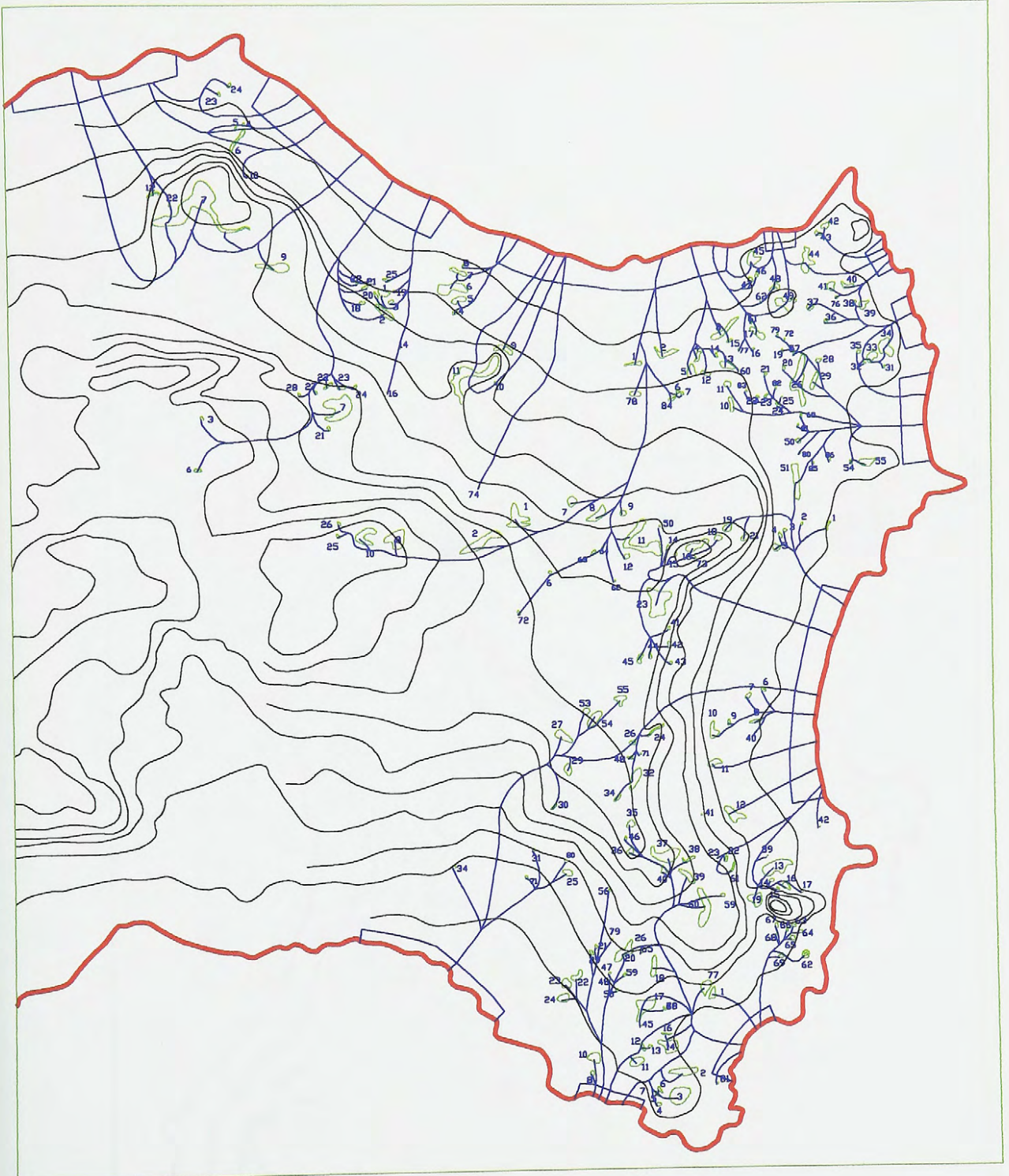
Anexo III . División de la colonia de isla Ardley en zonas de nidificación.



Anexo IV: Mapa de distribución espacial de grupos de nidificación y grupos nuevos y modificados, colonia de isla Ardley, temporada 1997-1998.



Anexo V: Representación gráfica de los accesos a los grupos de nidificación para toda la colonia de isla Ardley, temporada 1997-1998.



Anexo VI: Elevación de isla
Ardley con cotas de altura
cada 5 mt.

