



FONDO DE INVESTIGACION PESQUERA

INFORMES TECNICOS FIP

FIP - IT / 95 - 27

INFORME : INDICE POBLACIONAL INSTANTANEO DE
FINAL PEQUEÑOS CETACEOS EN EL ESTRECHO DE
MAGALLANES

UNIDAD : INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO,
EJECUTORA DIRECCION ZONAL XII REGION Y ANTARTICA
CHILENA

REQUIRENTE:

CONSEJO DE INVESTIGACION PESQUERA , CIP
Presidente del Consejo: JUAN MANUEL CRUZ SANCHEZ

EJECUTOR:

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO - IFOP
Director Ejecutivo: PABLO ALVAREZ TUZA

JEFE DE PROYECTO:

LEONARDO GUZMAN M.

AUTORES:

LEONARDO GUZMAN M.
ANNE CATHERINE LESCRAUWAET
JORGE GIBBONS E.

COLABORADORES:

RICARDO MATUS
JHOANN CANTO
GUILLERMO TORO

• Octubre de 1996 •

RESUMEN EJECUTIVO

Con el fin de obtener un Índice poblacional de la especie **Cephalorhynchus commersonii** Lacépède, se efectuó una estimación numérica entre la Segunda Angostura y la Boca Oriental del Estrecho de Magallanes. El trabajo de terreno se realizó los días 8, 22 y 29 de Junio de 1996. El método empleado se basa en los conceptos de muestreo por transectos lineales por vía aérea, utilizando un helicóptero equipado por dos observadores primarios, con apoyo de dos observadores adicionales. Los ángulos de observación se midieron con un clinómetro SUUNTO PM-5/360 y el cálculo de distancias perpendiculares desde la línea de muestreo se ajustó considerando la redondez de la Tierra. Para el análisis estadístico se empleó el programa "Distance", con un tratamiento de datos usando cuatro alternativas, considerando la estratificación por sectores (angosturas y aguas abiertas) y el truncado hacia la izquierda para corregir por la inadecuada visibilidad debajo de la plataforma (20°). El esfuerzo de muestreo representa 819 km lineales, cubriendo un área de estudio de 3600 km² con una velocidad constante de 129 km h⁻¹ y una altura de vuelo constante de 300 pies. No se incluyeron observaciones realizadas antes de la 10:00 a.m. y después de las 04:00 p.m. o en condiciones de viento mayores de 5 nudos. Se realizó un mayor esfuerzo en las angosturas (x 2.6) comparado con las aguas abiertas.

Se efectuaron 58 avistamientos correspondientes a 98 individuos de **C. commersonii**. El tamaño grupal varió entre uno y cinco ejemplares (1.65; s.e.=0.130). Sólo un avistamiento correspondió a un ejemplar juvenil. Además se efectuaron cinco avistamientos de **Lagenorhynchus sp.** en el área de muestreo. La

densidad de los ejemplares de **C. commersonii** fue más alta en las angosturas que en las zonas abiertas del Estrecho, mostrando una preferencia en su distribución por los estratos de 0-10 m y 50-60 m de profundidad. El mejor ajuste para la función de probabilidad de densidad " $f(0)$ ", se logró con el modelo Tasa de Riesgo, optando por una estimación a base del tratamiento de datos truncados y no-estratificados. Se estimó una densidad de 0.34 (límites de confianza 0.197-0.599, C.V.= 0.27) y un tamaño poblacional de 1206 individuos (Límites de confianza 95% 711-2049).

No se avistaron ejemplares de **C. commersonii** en una prospección por vía marítima (15-16 de Julio de 1996) que cubrió parte del sector sur del Estrecho de Magallanes, canales interiores y aguas expuestas al Océano Pacífico, representando un esfuerzo de 150 millas nauticas.

Se incluye una revisión bibliográfica referente al actual conocimiento sobre la especie, referente a distribución, hábitat, morfología, coloración, reproducción, alimentación y tamaño grupal.

La comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio no demuestra tendencias con los anteriores censos poblacionales para la especie en la misma área de estudio. Se recomienda la implementación de un programa de monitoreo en los aspectos de i) distribución en aguas chilenas ii) tamaño y densidad poblacional iii) estructura poblacional. Se sugiere además potenciar la continuación de muestreos aéreos, la realización de prospecciones hacia los canales y la elaboración de un registro de fotoidentificación de individuos, con el fin de respaldar la hipótesis de migraciones estacionales. Se sugiere también continuar con la cooperación e integración con investigadores argentinos para lograr estos objetivos.

INDICE GENERAL

	Página
RESUMEN EJECUTIVO	i
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
INTRODUCCION.....	1
Antecedentes generales.....	1
Conocimiento sobre C. commersonii	3
Distribución.....	3
Hábitat.....	4
Morfología.....	4
Coloración.....	4
Reproducción.....	5
Alimentación.....	6
Tamaño grupal.....	7
Conservación.....	7
Tamaño poblacional.....	8
OBJETIVOS.....	11
Objetivo general	11
Objetivo específico	11
METODOLOGIA.....	12
Prospección aérea.....	12
Muestreo por transectos lineales.....	21
Fundamentos de muestreo lineal.....	21
Estrategia de análisis.....	23
Prospección por mar.....	25

RESULTADOS.....	26
Densidad y tamaño poblacional.....	32
Tamaño grupal.....	37
Distribución.....	39
Presencia de crías.....	40
Presencia de otras especies de cetáceos menores.....	41
DISCUSION.....	42
Tamaño poblacional.....	42
Distribución.....	43
Tamaño grupal.....	44
Presencia de crías.....	44
Bases para un programa de monitoreo.....	45
CONCLUSIONES.....	47
AGRADECIMIENTOS.....	49
BIBLIOGRAFIA.....	50
ANEXOS	

INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. 1. Mapa zona de estudio.....	13
Fig. 2. Plataformas de trabajo.....	14
Fig. 3. Condiciones de mar.....	16
Fig. 4. Trayectorias primer sobrevuelo.....	18
Fig. 5. Trayectorias segundosobrevuelo.....	19
Fig. 6. Trayectorias tercer sobrevuelo.....	20
Fig. 7. Distribución de frecuencia avistamientos.....	33
Fig. 8. Distribuciones de frecuencia tamaño grupal y número de avistamientos en función de profundidad.....	38
Fig. 9. Grupos homogéneos número de individuos según profundidad.....	40

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Número de tramos, superficie y esfuerzo de muestreo aéreo.....	26
Tabla 2. Datos del primer sobrevuelo.....	27
Tabla 3. Datos del segundo sobrevuelo.....	28
Tabla 4. Datos del tercer sobrevuelo.....	28
Tabla 5. Registro de avistamiento del primer sobrevuelo.....	29
Tabla 6. Registro de avistamiento del segundo sobrevuelo.....	31
Tabla 7. Registro de avistamiento del tercer sobrevuelo.....	32
Tabla 8. Parámetros funciones heminormal y tasa de riesgo (estratificado)..	35
Tabla 9. Parámetros funciones heminormal y tasa de riesgo (agrupado).....	36
Tabla 10. Avistamientos por estratos de profundidad.....	39

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Formulario de registro de avistamientos.

ANEXO 2. Distancias corregidas según redondez de la Tierra.

INTRODUCCION

ANTECEDENTES GENERALES SOBRE INVESTIGACION EN *CEPHALORHYNCHUS COMMERSONII*

Cephalorhynchus commersonii (Lacépède, 1804), cuyo nombre vernacular es tonina overa, fue descrito a base de una primera observación en las aguas del sudeste de Sud América en 1767, con el nombre de *Delphinus commersonii*.

Posterior a la descripción original, no se genera nueva información acerca de la biología de la especie hasta 1892, cuando Moreno describe el comportamiento y publica datos de la morfología externa y osteología a base de especímenes recolectados en Santa Cruz, Argentina.

No fue hasta 1922 cuando finalmente se aclara la situación taxonómica de la especie, con la información entregada por Harmer (1922), argumentando la validez de la especie *Cephalorhynchus commersonii*.

En los próximos años y hasta la fecha, se presenta información sobre casos aislados de varamientos y registros de observaciones generalmente refiriéndose a un simple listado de registros o repetición de datos publicados anteriormente (Fraser, 1937; Carcelles, 1948; Marelli, 1953; Mann Fisher, 1957; Cabrera, 1961; Walker, 1968; Morzer Bruyns, 1971; Marcuzzi & Pilleri, 1971; Nishiwaki, 1972; Donoso-Barros, 1975; Watson 1981; Ellis, 1982).

Un programa de observación y recolección osteológica, así como la revisión de material de museos, desarrollado por Goodall y colaboradores en la zona de Tierra

del Fuego y canales patagónicos, ha aportado información sobre su morfología y distribución (Goodall **et al.**, 1988a).

Informes sobre recientes capturas de animales vivos han entregado nueva información sobre aspectos como reproducción y comportamiento (Spotte **et al.**, 1979, Gewalt, 1979, 1980, 1983; Cornell **et al.**, 1988).

Asociados a la captura de animales vivos se han efectuado conteos aéreos que han aportado información sobre densidad, preferencia de hábitats, tamaños grupales y poblacionales en el sector oriental del Estrecho de Magallanes (Leatherwood **et al.**, 1984; Venegas & Atalah 1987, Venegas 1990).

Además existen varias publicaciones documentando la explotación directa o indirecta, y la captura accidental de esta especie en Argentina y Chile (Goodall, 1977; Goodall & Cameron, 1980; Aguayo, 1975; Atalah, 1978; Sielfeld, 1980; Sielfeld & Venegas, 1978; Sielfeld **et al.**, 1978; Venegas & Atalah 1978; Venegas & Sielfeld 1978; Leatherwood, **et al.** 1988; Lesclauwaet & Gibbons 1994).

En las Islas Kerguelen el gobierno de Francia ha desarrollado la investigación de la especie desde 1983, dentro del Programa Mammaker, "Terres Australes et Antarctiques Françaises" (De Buffrénil & Robineau, 1984; Collet & Robineau, 1988; De Buffrénil **et al.**, 1989)

A raíz de la escasez de información sobre la biología y el estatus del género **Cephalorhynchus**, la Comisión Ballenera Internacional (CBI), a través de su subcomité para el estudio de pequeños cetáceos, emprende la tarea de revisar toda la información publicada sobre este género, durante su reunión anual de 1984.

Producto de esta iniciativa se publica una Edición Especial de la CBI en 1988, sobre la Biología del Género *Cephalorhynchus* con un capítulo dedicado a la *C. commersonii*. Incluye aspectos de alimentación, producción de sonidos, distribución, anatomía reproductiva, edad, crecimiento y estimaciones de abundancia.

CONOCIMIENTO SOBRE *C. commersonii*

Distribución

C. commersonii se distribuye exclusivamente en el hemisferio sur (Brownell & Praderi, 1985). Se encuentra desde el Río Negro en la costa Argentina ($40^{\circ}30'S$) por el norte hasta las cercanías de las Shetlands del Sur ($61^{\circ}59'S$) por el sur. Se ha descrito su presencia para las aguas adyacentes a las Islas Falkland ($54^{\circ}S$, $37^{\circ}W$) (Bruce, 1915; Hamilton, 1952; Strange, 1972) y Kerguelen ($49^{\circ}S$, $68^{\circ}E$) (Paulian, 1953; Angot, 1954; Pascal, 1981). Brown (1988) discute la validez de un avistamiento para la especie en las islas Georgias del Sur. En Argentina se encuentra desde Río Negro hasta el Canal Beagle (Goodall et al., 1988a). En Chile se le encuentra normalmente al sur de los $50^{\circ}S$, preferentemente entre la Segunda Angostura ($52^{\circ}40'S$, $79^{\circ}20'W$) y la boca oriental ($52^{\circ}30'S$, $68^{\circ}30'W$) del Estrecho de Magallanes (Capella & Gibbons, 1991). Hace 40 años se encontraba en las inmediaciones de Porvenir y Punta Arenas (Goodall et al., 1985). Sielfeld & Venegas (1978) avistaron un grupo de 5 ejemplares en Cabo Valentin ($53^{\circ}33'S$, $79^{\circ}25'W$). Capella & Gibbons (1991) reportan un avistamiento para la isla Talcán ($42^{\circ}45'S$). Gibbons et al. (1995) reportan la presencia de un grupo de 25 ejemplares en el Río Azopardo, en el Seno Almirantazgo para Enero de 1995.

Hábitat

Se le encuentra en aguas templadas (4 a 11.5 °C) y bajas, inferiores a 100 m frías (Gillmore, 1971; Robineau, 1985), con grandes diferencias de mareas y corrientes de hasta 8 nudos (Leatherwood *et al.*, 1984). Solo ocasionalmente ha sido observada en aguas pelágicas (Goodall, 1988).

Morfología

C. commersonii se distingue por su cuerpo grueso y cabeza cónica de rostro corto y ancho, con hocico sin constituir pico. La aleta dorsal es baja, redondeada e inclinada hacia atrás y las aletas pectorales cortas y de forma redondeada. La aleta pectoral izquierda presenta un borde con irregularidades aserradas ("saw-tooth serrations") (Goodall *et al.*, 1988b), lo que podría estar asociado a un mecanismo de escarbar para alimentarse. Las hembras adultas alcanzan una talla promedio de 1.34 m y los machos 1.30 m. Robineau (1985) encuentra que los miembros de la población de las Islas Kerguelen son de mayor tamaño, alcanzando hasta 1.70 m.

Por su tamaño se ubica como una de las especies de delfines más pequeñas del mundo (Leatherwood & Reeves, 1983). Su forma y tamaño se asemejan a las *Phocoena*, familia típicamente costera (Evans, 1988; Goodall *et al.*, 1988c).

Coloración

Su coloración característica es blanco y negro; la cabeza es negra con una zona blanca en la región de la garganta, también son negras las aletas pectorales, la aleta dorsal, parte del pedúnculo y la aleta caudal por ambas superficies. El resto del cuerpo es blanco excepto por una mancha negra en la región genital de distinta forma y tamaño según el sexo (Goodall *et al.*, 1988a). Los machos presentan una

mancha de pigmentación negra en forma de corazón o pera alrededor de la hendidura genital, paralelo al eje longitudinal del cuerpo y con la parte angosta hacia atrás. Las hembras presentan una mayor variabilidad en la pigmentación, generalmente formando una flecha o pera con la punta dirigida hacia adelante. En las Islas Kerguelen existe una forma o variedad de *C. commersonii*, distinta a la del continente (Robineau, 1984). Las crías presentan predominio de un tono gris oscuro con menor contraste que los adultos entre las zonas blancas y negras (Mermoz, 1980; Joseph *et al.*, 1987). El patrón de coloración adulto se adquiriría al año de edad aproximadamente (Joseph *et al.*, 1987; Cornell *et al.*, 1988). Su coloración los hace claramente distinguibles y discriminables en relación a otras especies. Los ejemplares de las Islas Kerguelen presentan un patrón de coloración menos contrastante (Pascal, 1981).

Reproducción

La madurez sexual se alcanzaría en ambos sexos entre los cinco y seis años en la población de las costas sudamericanas (Lockyer *et al.*, 1988). Robineau (1988) estima que delfines machos de las Islas Kerguelen alcanzarían la madurez sexual a los ocho años de edad y a un largo corporal de 165 cm. Las hembras alcanzarían la madurez sexual a los 5 años de edad y a un largo corporal de 165 cm (Collet & Robineau, 1989). La expectativa máxima de vida de la especie es alrededor de 18 años (Lockyer *et al.*, 1988).

Las crías al nacer miden aproximadamente 0.5-0.7 m. Esto constituye alrededor del 61% del largo de la madre. Su gran tamaño al nacer podría disminuir la pérdida energética ligada a una baja relación peso/superficie corporal.

El período de apareamiento sería en el verano austral entre los meses de diciembre y enero (Collet & Robineau, 1988). Robineau (1988) precisa que la ovulación

ocurriría en enero para la población de Islas Kerguelen. El periodo de gestación es de 345 días (Asper *et al.*, 1988). Probablemente los periodos de las pariciones y los apareamientos se superponen.

Alimentación

Su estrategia es generalista, incluyendo pejerrey (*Odontesthes smitii*, *O. nigricans*), sardina fueguina (*Sprattus fuegensis*), merluza de cola (*Macrurus magellanicus*), calamar (*Loligo gahi*). Se han identificado más de 25 distintos organismos en un análisis de los contenidos estomacales incluyendo tres especies de peces, una de calamar, cuatro especies de algas y a lo menos 17 especies de invertebrados incluyendo poríferas, poliquetos, crustáceos, isópodos, equinoideos y tunicados (Bastida *et al.*, 1988; Robineau y Duhamel, 1984). En especímenes de las Islas Kerguelen, un 94% del peso total de los contenidos estomacales correspondía a *Champscephalus gunnari*, especie que forma bancos densos alrededor de estas Islas (Robineau y Duhamel, 1984).

La composición de su dieta indicaría que los delfines se alimentan cerca del fondo. En cautiverio exhibe un comportamiento de natación errática y en ocasiones invertido, que podría asociarse a una técnica de forrajeo usada en vida libre (Kastelein *et al.*, 1993).

En cautiverio los adultos consumen diariamente del 9 al 13 % de su peso, requiriendo varias comidas al día. Considerando las condiciones de temperatura del Estrecho de Magallanes se estima un consumo de 37×10^5 Kcal año⁻¹, lo que equivale a 1850 kgs de sardinas. Este consumo estaría asociado a una elevada pérdida de calor, fenómeno resultante de un alto índice de peso/superficie corporal.

El tiempo de paso del alimento por el intestino es inferior a 150 minutos (Kastelein et al., 1993). Las implicancias inmediatas son que esta especie sería altamente sensible a disminuciones en la dieta debiendo alimentarse casi permanentemente. La alimentación debe considerarse entonces como un factor crítico en la distribución y los desplazamientos de la especie.

Tamaño grupal.

Goodall et al. (1988a) revisa 302 avistamientos disponibles de diferentes fuentes y determina un rango en el tamaño grupal de 1 a >100 individuos, con el 75% menor a 5 individuos por grupo. No encuentra un patrón de asociación con estacionalidad o ubicación. Se desconoce la composición y duración o estabilidad de los grupos. En el Estrecho de Magallanes, Leatherwood et al. (1988) presenta un rango de tamaños grupales de 1-110, con un promedio de 4.22 (s.d.= 9.14). Venegas & Atalah (1987) encuentran un tamaño grupal de 1.14 para 21 avistamientos, mientras Venegas (1990) indica un promedio de 1.258 y 1.167 ind./grupo para dos muestreos en el área de estudio.

Conservación

Diferentes autores (Sielfeld et al., 1978; Cárdenas et al., 1986; Lesrauwaet & Gibbons, 1994) mencionan que la pesquería de centolla (*Lithodes santolla*) ha ejercido una captura no cuantificada sobre pequeños cetáceos, dentro de los que se incluiría *C. commersonii*. La inexistencia de información directa y el desconocimiento sobre aspectos básicos del modo de vida de la especie impiden evaluar el impacto y establecer el estado de conservación de las poblaciones de *C. commersonii*. La urgente necesidad de investigación para esta especie fue

destacada especialmente por IUCN (1989), CPPS/PNUMA (1992) y Reeves & Leatherwood (1994) en particular para las poblaciones del continente Sudamericano. Actualmente la especie está catalogada como "muy vulnerable" en Chile (Klinowska, 1991)

Tamaño poblacional

Se desconoce el tamaño y densidad poblacional en las Islas Faklands, Kerguelen y en la costa Argentina. Solo se han realizado estimaciones de abundancia para el Estrecho de Magallanes. Leatherwood *et al.* (1984) estiman una población de 3.211 individuos (s.e.= 1168, n= 21) y una densidad de 2.1999 (0.741) ind./mn² para el área comprendida entre la Primera y Segunda Angostura.

Venegas & Atalah (1987) estiman una población de 313 ind. en base de una densidad de 0.0765 (e.s. = 0.02414, n = 21) individuos km⁻² en un área de 3600 km² comprendida entre la boca oriental del Estrecho y la Segunda Angostura, en un estudio realizado en otoño (Mayo) de 1987. Venegas (1990) indica una población de 903 ejemplares (\pm 319) en el sector Oriental del Estrecho.

Se han planteado tres hipótesis de la disminución en la abundancia entre los tres (Lescrauwaet & Gibbons 1994):

a) Una diferencia en la metodología aplicada, tanto a nivel de plataforma como diseño de muestreo y métodos de análisis.

La comparación de los métodos arroja un error potencial en favor de la subestimación de la diferencia en sus resultados, provenientes de tres posibles

fuentes de error. i) Leatherwood *et al.* (1984) utilizan un avión Piper menos apropiado que el helicóptero empleado por Venegas & Atalah (1987) pues es más rápido en 30-40 km/h lo que dificulta la observación, ii) Su ala baja no permite tener visibilidad adecuada bajo el eje de vuelo por lo que Leatherwood debió truncar sus datos, descartando 25 avistamientos comprendidos en una franja de 0.05 millas náuticas; iii) La superficie cubierta por Venegas & Atalah es 6 veces mayor que el área sobrevolada por Leatherwood. Por lo tanto, si se corrigiera por esa diferencia se obtendría una disparidad aún mayor a las encontradas.

b) Un aumento de la mortalidad por captura intencional en la pesquería de centolla.

No existen evidencias directas de capturas para esos años. La pesquería de centolla entre 1984 y 1987 se realizó en la zona de canales interiores al oeste del Estrecho de Magallanes. El área comprendida entre la Segunda Angostura y la boca oriental no recibió un esfuerzo de pesca de crustáceos (Lescrauwaet & Gibbons 1994). Por ello no debiera considerarse como un factor determinante de un cambio poblacional como el sugerido por la diferencia de los muestreos de los autores anteriormente señalados.

c) Una migración durante los meses de invierno.

No existe evidencia directa de desplazamientos migracionales para la especie ni de ocupación de sectores pelágicos. Sin embargo, Robineau (1985) y De Buffrenil *et al.* (1989), señalan la ocurrencia de estacionalidad en los avistamientos de *C. commersonii* en la costa de las Islas Kerguelen, no obteniendo avistamientos para el invierno. Gewalt (1979) sugiere desplazamientos invernales hacia mar afuera para

la costa Atlántica de Argentina. Los fundamentos de Gewalt son poco claros pues el realizó observaciones solo en verano. Los resultados obtenidos por Venegas (proyecto Shell / Instituto de la Patagonia 1976-1978) indican la existencia de una migración otoñal a lo largo de la costa argentina para el pinguino de Magallanes, **Spheniscus magellanicus**, especie que también depreda sobre sardinas (com. pers. LGM). Los pejerreyes y sardinas de la zona tampoco son especies permanentes en el Estrecho de Magallanes y se puede suponer que la dinámica de esas especies afecta directamente la presencia de **Cephalorhynchus commersonii** a lo largo del año.

El sustento de esta hipótesis es aún insuficiente, sin embargo no presenta inconsistencias como las de las hipótesis precedentes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Estimar a través de índices numéricos la presencia de la especie tonina overa (*Cephalorhynchus commersonii*) existente en el sector de las angosturas del Estrecho de Magallanes.

Objetivos específicos

Recabar, describir y analizar a base de información disponible el comportamiento migracional y las estimaciones numéricas realizadas en los últimos años para la especie *C. commersonii*.

Realizar estimaciones numéricas de *C. commersonii* con apoyo de medios aéreos en el otoño de 1996 y compararlas con evaluaciones efectuadas en años anteriores.

Caracterizar el patrón de distribución, comportamiento y agregación de la *C. commersonii* en el área de estudio.

Determinar si existen tendencias en los indicadores numéricos de *C. commersonii* y discutir posibles hipótesis explicatorias en caso que corresponda.

METODOLOGIA

Prospeccion aérea

El área de interés para el muestreo aéreo es el Estrecho de Magallanes, entre la Segunda Angostura y la boca oriental que comunica con el Océano Atlántico (Fig. 1).

En las Angosturas, el ancho del estrecho se reduce a 4-6 km, mientras en las zonas abiertas entre Angosturas y hacia el Atlántico, el tramo entre continente y la Tierra del Fuego puede llegar hasta 30-50 km. El área total del sector comprende aproximadamente 3.600 km².

Las corrientes en los sectores de las Angosturas pueden alcanzar 8 nudos y las diferencias en marea en el área superan los 6 metros. En sectores como Bahía Lomas (Banco Orange) estas diferencias se traducen en sectores intermareales de hasta 23 Km. En este sector, es recomendable efectuar el muestreo con pleamar y mantener conformidad de criterio entre muestreos.

La plataforma de muestreo fue un helicóptero "TWIN STAR", con dos turbinas, de fabricación francesa 'Aerospatiale' (Fig. 2). Se efectuaron tres sobrevuelos: 8 de Junio, 20 y 29 de Junio con un total de 12 horas de vuelo. El intervalo entre vuelo dependió de la disponibilidad ofrecida por la empresa prestadora del servicio y de las condiciones climáticas, altamente cambiantes en la región.

Las observaciones fueron efectuadas por observadores primarios, con la colaboración de observadores secundarios. Los primeros (AKL; JC; RM) cuentan con experiencia previa en el registro y observación de delfines, en tanto que los segundos correspondieron al piloto y copiloto del helicóptero.

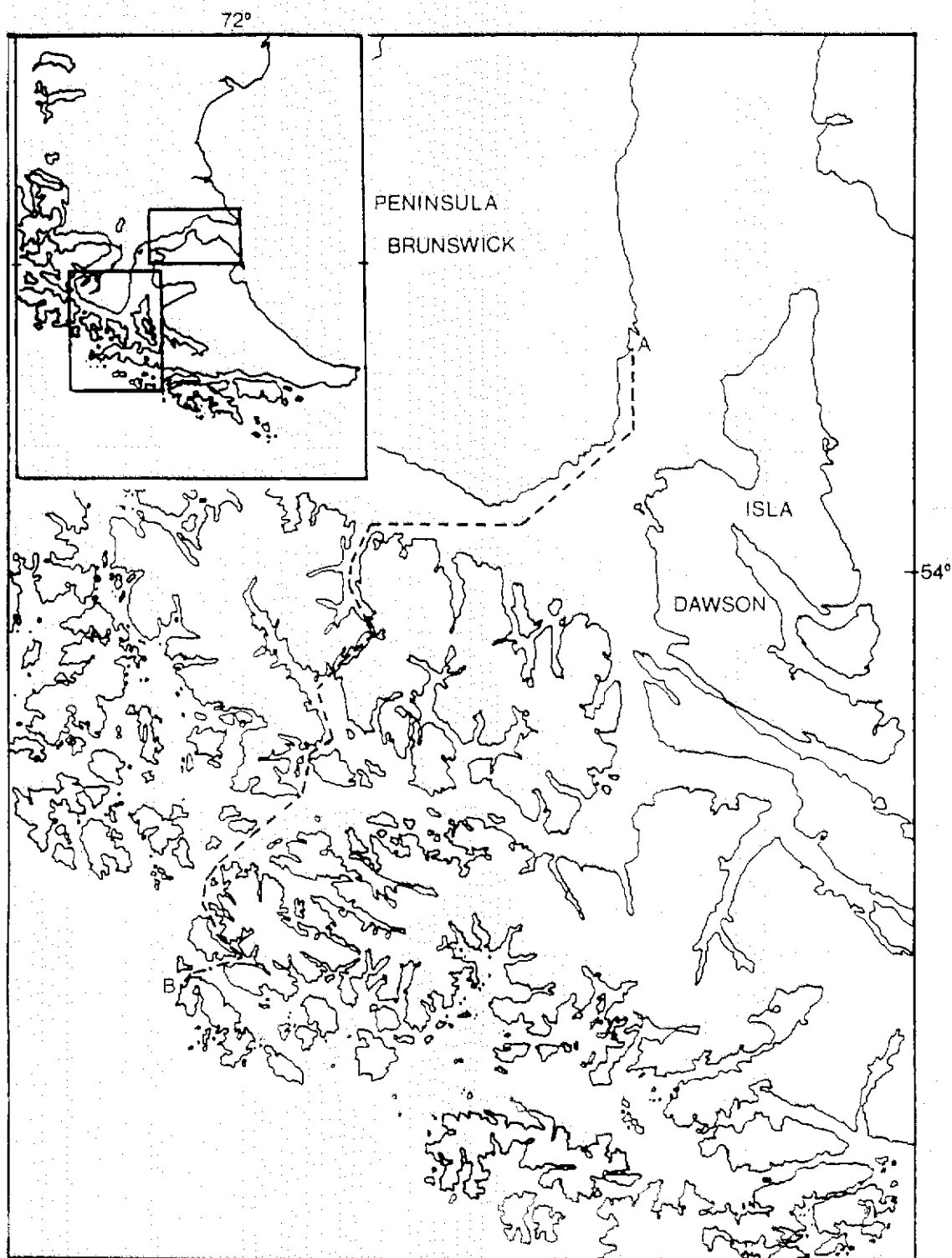


Fig. 1. Mapa zona de estudio. Recuadro superior demarca sobrevuelo aéreo y prospección marítima. Se incluye trayecto entre San Juan (A) y Canal Brecknock (B).

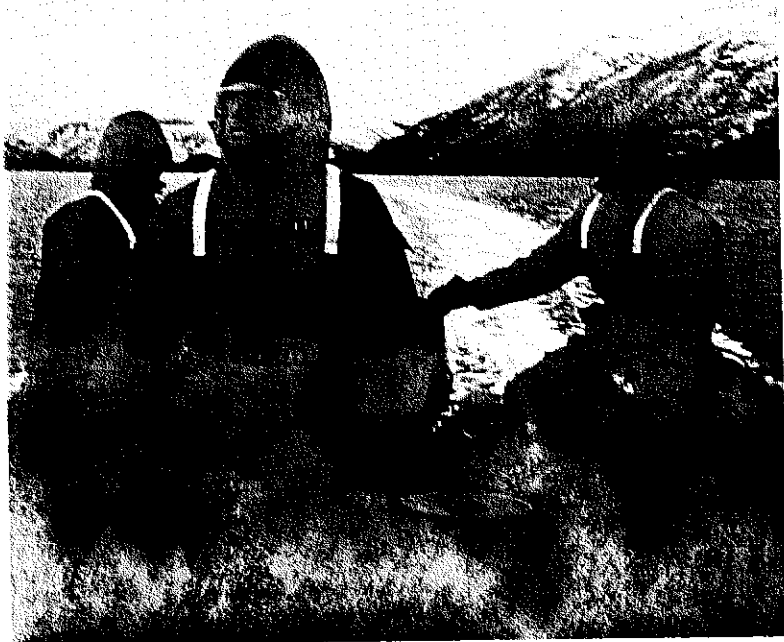


Fig. 2. Plataformas de trabajo utilizadas en los avistamientos de cetáceos menores.

Los dos observadores primarios efectuaron una observación constante hacia los lados de la plataforma, concentrando la mayor parte del esfuerzo cerca de la línea de muestreo. El piloto y el co-piloto de la nave sirvieron como observadores secundarios en el sector delantero de 45°, para cubrir el área no visible para los observadores primarios. Esto fue posible debido al uso de piloto automático, el cual incluía la altura de vuelo, velocidad de la nave y puntos de cambio de dirección entre tramos consecutivos ("waypoints").

Los observadores primarios utilizaron lentes polarizados para disminuir el reflejo de la luz solar en la superficie del agua, aumentando la visibilidad.

La altura de vuelo fue fijada en 300 pies y la velocidad en 129 km h⁻¹. Los horarios de vuelo se restringieron entre las 10:00 y las 16:00 hrs para conseguir la máxima homogeneidad en las características de luz, considerando que en la fecha de los muestreos, existe luz natural entre las 8:30 y las 17:00 hrs. Los dos vuelos de mayor importancia fueron realizados en condiciones de vientos <5 nudos (Fig. 3). Del tercer vuelo se excluyeron del análisis las observaciones efectuadas en condiciones de mar Beaufort >3 (Fig. 3). De este modo se redujo un mayor efecto por corrientes (viento versus pleamar) en el avistamiento de los cetáceos. Las condiciones de visibilidad (nubosidad, inclinación de sol, precipitaciones), la velocidad y dirección del viento y el estado del mar, se registraron al inicio de cada tramo o al efectuarse cambios en ellos.

Debido a los resultados obtenidos en el estudio de Leatherwood *et al.* (1984), se diseñó un esquema de muestreo aleatorio estratificado para el conjunto de sobrevuelos, reconociéndose dos estratos: i) Las dos angosturas y ii) Las zonas de aguas abiertas entre ambas angosturas y la boca oriental del estrecho. El esfuerzo por superficie fue 2.6 veces mayor para las angosturas que para las aguas abiertas.

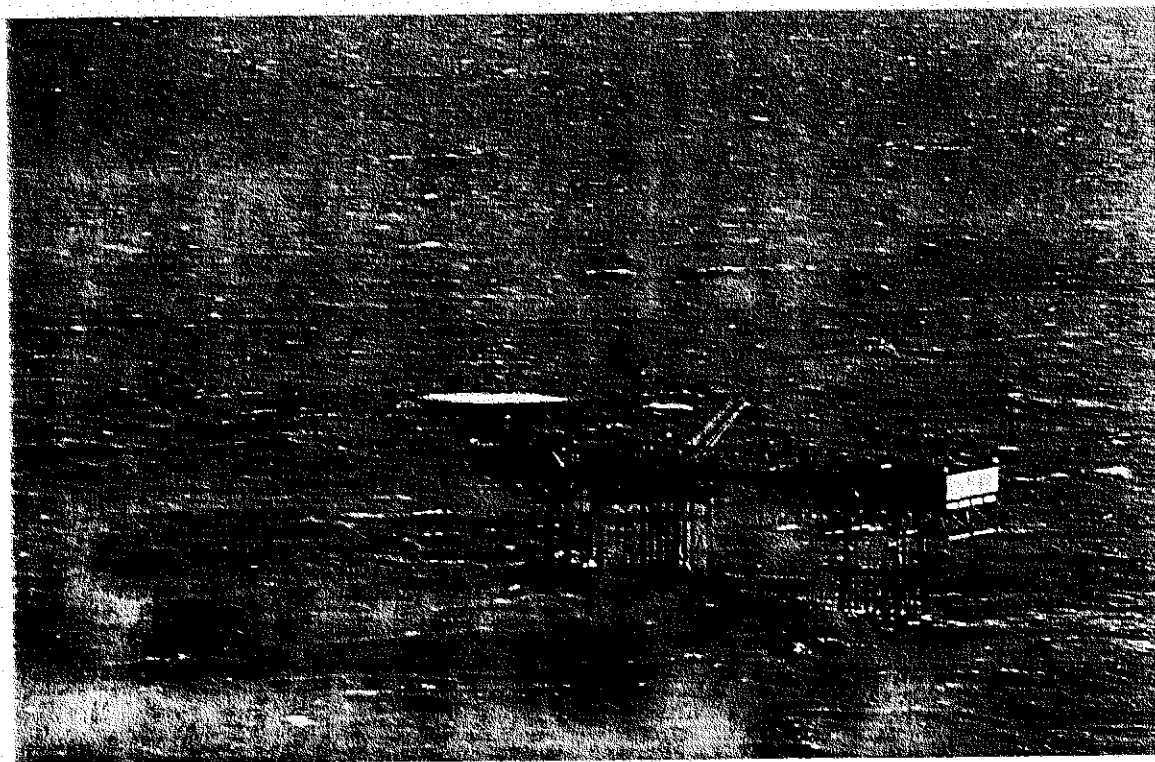


Fig. 3. Estados de mar apropiado e inapropiado para efectuar avistamientos de cetáceos menores.

Los trayectos consisten en tramos muestreados en forma zig-zag entre el continente y la Tierra del Fuego, con los puntos de cambio de dirección ("waypoints") localizados en tierra (Figs. 4-6). Al inicio de cada tramo se registraron automáticamente las coordenadas en la memoria del equipo GPS, apoyado por una lectura manual o notas de la posición con referencia a los correspondientes topónimos.

Para las angosturas, la distancia entre "waypoints" en un lado del estrecho fue seleccionada en aproximadamente 2 millas náuticas y de 4 millas para las zonas abiertas.

Los avistamientos se registraron a través de las coordenadas (lectura manual instantánea-GPS), la hora (lectura manual instantánea), la especie y el tamaño grupal, así como la inclinación desde el horizonte hacia el avistamiento.

El ángulo de observación se midió con un clinómetro SUUNTO PM-5/360 PC, a través del cual se indica el ángulo entre el horizonte (0°) y la observación. La profundidad en los puntos de avistamiento se determinó con las cartas 1150 y 1160 del Servicio Hidrográfico de la Armada de Chile.

En el Anexo 1 se presenta un modelo del formulario empleado para los registros de las observaciones. Incluye fecha, área de sobrevuelo, número del tramo de sobrevuelo, posición del sol, coordenadas y hora de inicio y final del tramo, posición del observador en relación a la línea de sobrevuelo (izquierda-derecha), ángulo de observación, tamaño grupal, especie, velocidad de viento, posición geográfica de avistamiento y eventuales notas.

Las fotografías se efectuaron con una cámara NIKON F-301 con lente 28 mm y 60-300 mm y película color Kodachrome 400 ASA.

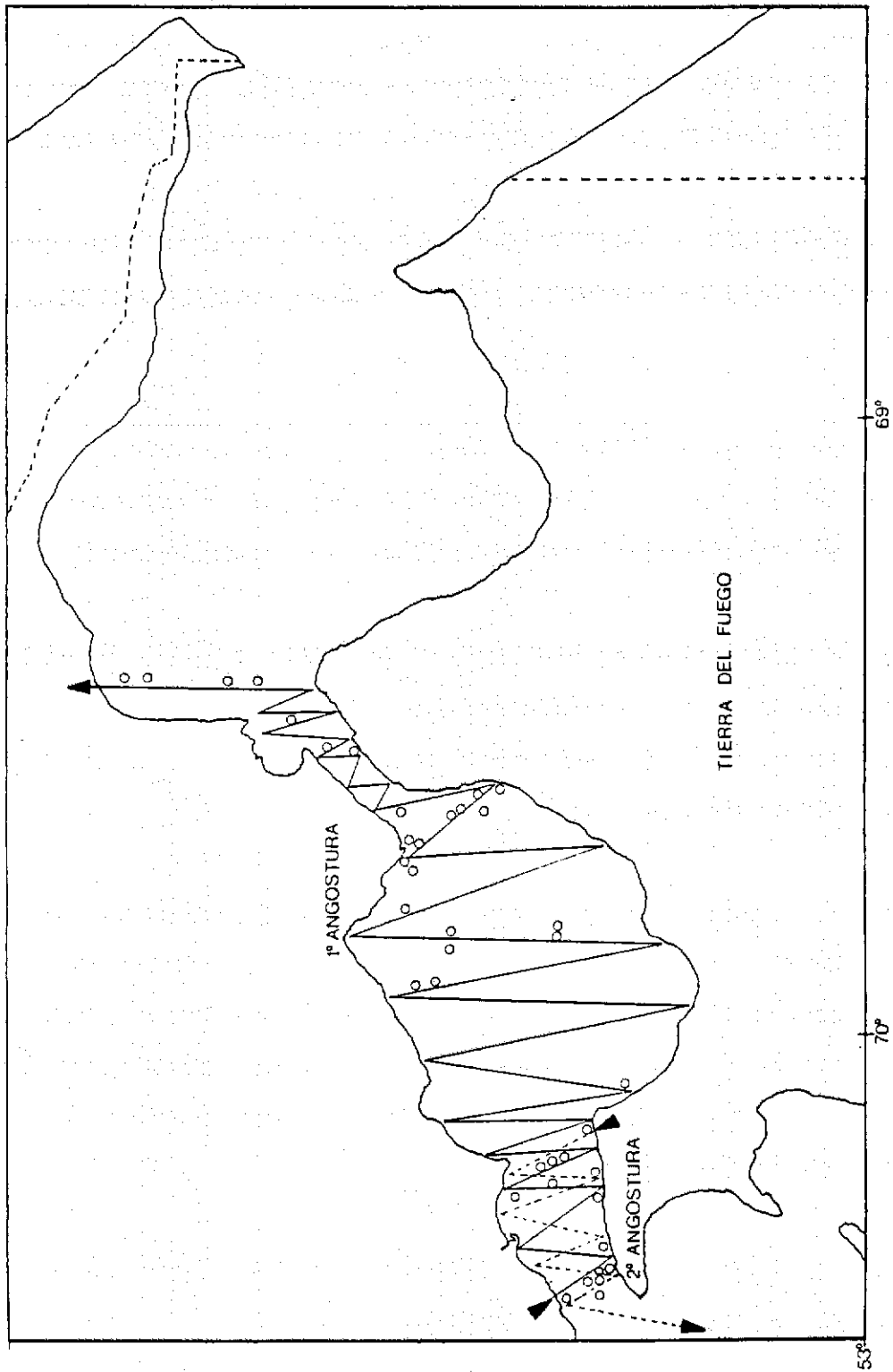


Fig. 4. Trayectorias del primer sobrevuelo. Los puntos indican posición de avistamientos.

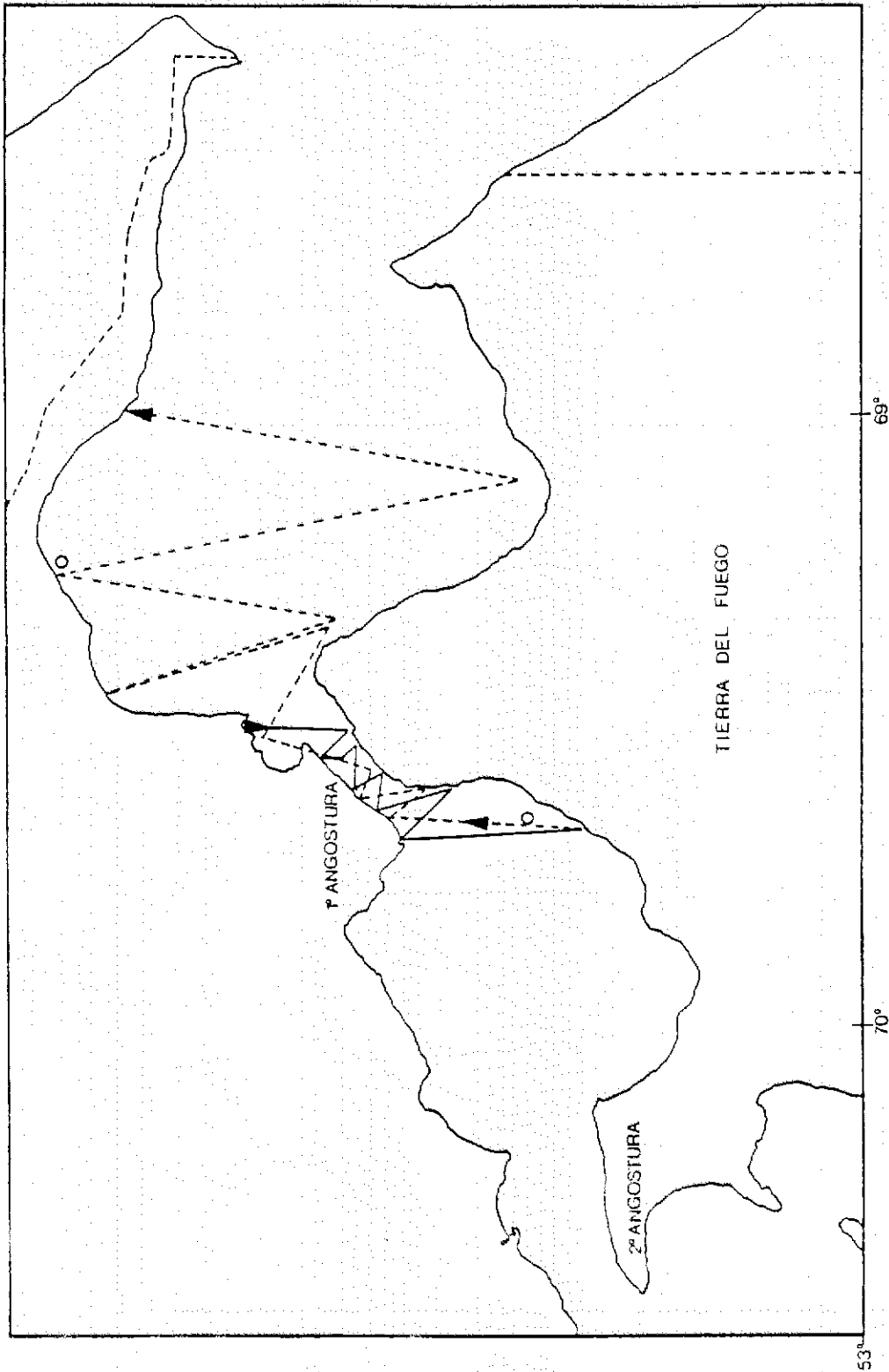


Fig. 5. Trayectorias del segundo sobrevuelo. Los puntos indican posición de avistamientos.

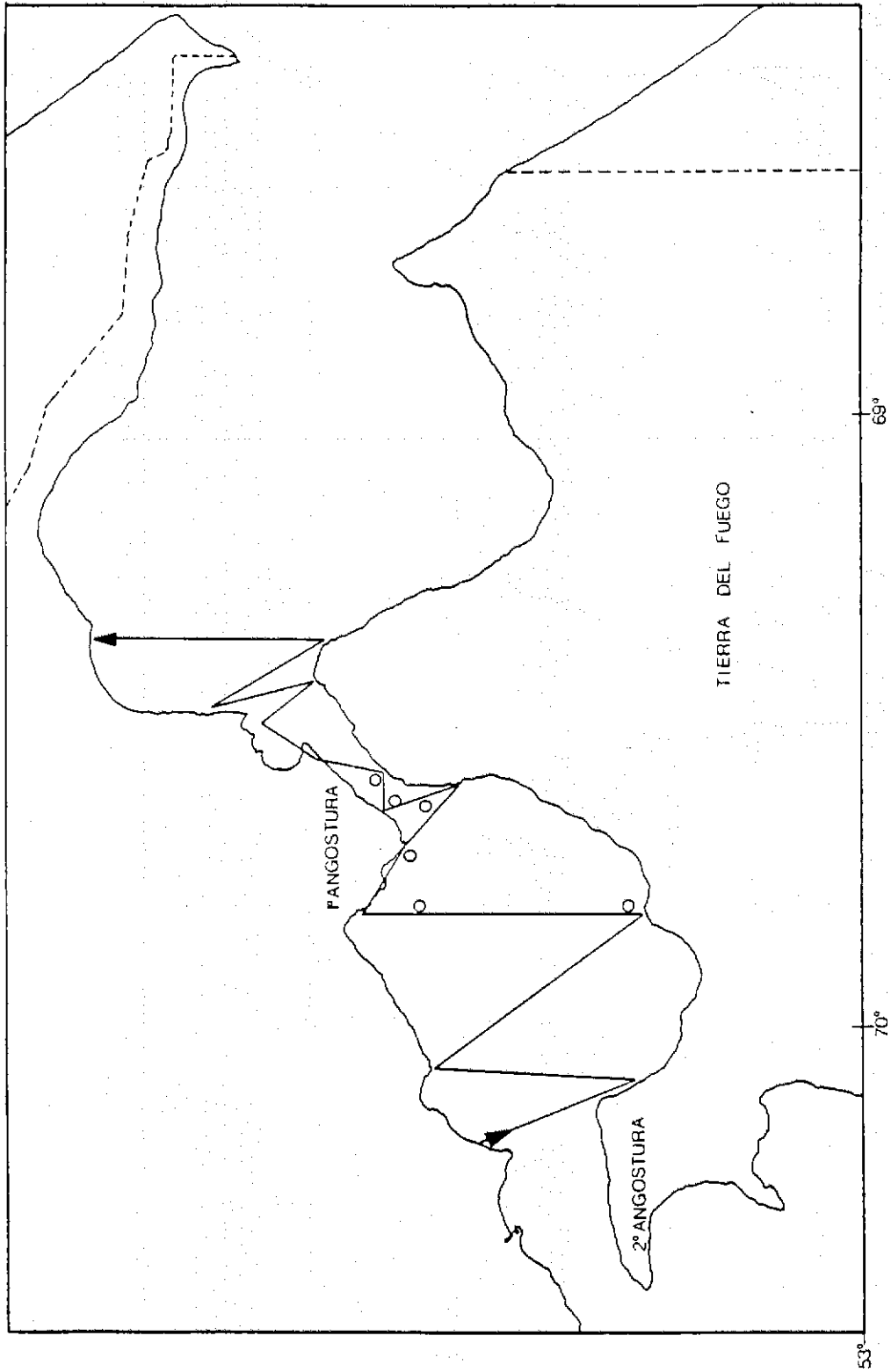


Fig. 6. Trayectorias del tercer sobrevuelo. Los puntos indican posición de avistamientos

El cálculo de distancias se ajustó para Tierra redonda, corrigiéndose diferencias de hasta 3% en relación a la estimación de distancias bajo supuesto de Tierra plana (Anexo 2).

Muestreo por transectos lineales

En este trabajo se aplicó el método de transecto lineal para estudiar la abundancia y densidad de la población de **C. commersonii** en el sector oriental del Estrecho de Magallanes. Este método es una generalización del transecto por banda con un menor número de supuestos iniciales.

- Los objetos que se encuentran directamente sobre la línea se detectan siempre (es decir, probabilidad de detección $g(0) = 1$).
- Los objetos se localizan en su ubicación inicial, antes de cualquier movimiento emprendido en respuesta ante la presencia del observador o la plataforma.
- Las distancias (o ángulos) se registran con precisión (en caso de datos no agrupados y/o los objetos son contados en la categoría de distancia que corresponde (datos agrupados)).

Algunos autores incluyen el supuesto de que el objeto debe ser identificado positivamente, lo cual se da por cumplido en este estudio dada la experiencia previa de los observadores y lo conspicuo de la coloración de **C. commersonii**.

Fundamentos del muestreo lineal

En el muestreo lineal sólo es registrada una proporción de los objetos en el área bajo muestreo, denominando a esta proporción desconocida P_a . Si P_a puede

estimarse a base de los datos de distancia, se puede resumir el estimador de abundancia.

$$D = n/2wLPa$$

Para efectuar esta estimación de Pa a base de distancias, tenemos como probabilidad incondicional para detectar un objeto en la banda (del área $a = 2wL$):

$$Pa = \frac{\int g(x)dx}{w}$$

Sustituyendo el estimador Pa de esta fórmula en D de la fórmula anterior, obtenemos:

$$D = \frac{n}{2L \int g(x)dx} = n/2L\mu$$

Por otro lado, la función de probabilidad de densidad (pdf) de los datos de distancias perpendiculares, condicionado al objeto detectado es:

$$f(x) = \frac{g(x)}{\int g(x)dx}$$

Esto debido a que el número esperado de objetos (incluyendo aquellos que no sean detectados) a una distancia x desde la línea de muestreo es independiente de x . Lo anterior implica que la función de densidad sea idéntica en modelo a la función de detección. Con el supuesto que $g(0) = 1$, el pdf a distancia cero se define:

$$f(0) = \frac{1}{\int g(x)dx} = 1/\mu$$

El parámetro $u = g(x)dx$ es una función de las distancias registradas. Por lo tanto, se definirá el estimador de densidad para muestreos en transectos lineales:

$$D = \frac{nf(0)}{2L} = n/2L\mu$$

Estrategia de análisis

La real función de detección $g(y)$ es desconocida y es importante entonces evitar una serie de supuestos sobre su forma. Por lo tanto se seleccionan varios modelos para $g(y)$ que proporcionen las propiedades adecuadas y se procede a excluir aquellos que no son robustos, que tengan restricciones en su forma o estimadores ineficientes.

En líneas generales se aplica la siguiente estrategia:

1. Fase exploratoria. Involucra la preparación de los datos en histogramas de datos de distancia (en Excell) bajo distintas agrupaciones (intervalos). Se recomienda agrupar en 10-20 intervalos. Estos histogramas permiten detectar presencia de movimientos evasivos, errores de redondeo y otros. Generalmente se opta por truncar 5-10% de los datos más altos (mayor distancia), o truncar los datos a partir de $g(x) = 0.15$.
2. Selección de modelos. Luego de una adecuada preparación de los datos se selecciona el modelo más apropiado, considerando que un buen ajuste cerca de la línea cero es lo más importante. En este estudio se probó el ajuste de dos modelos como función clave: heminormal y tasa de riesgo.

heminormal $k(y) = \text{Exp}(-y^{**2}/(2*A1)^{**2})$

tasa de riesgo $k(y) = 1 - \text{eXP}(-(Y/a(1))^{**a(2)})$

Esta selección es un proceso iterativo que responde a la siguiente fórmula:

$$g(y) = \text{clave}(y) (1 + \text{series } y)$$

Se probaron tres series de expansión; coseno, polinomiales simples y polinomiales de Hermite.

Las propiedades más importantes a considerar para definir el modelo $g(y)$ son:

- Solidez. Necesidad de que sea general y flexible como función para poder asumir una variedad de formas posibles para la real función de detección.
- Criterios de forma. Importancia de un "hombro" en la función de detección cerca de la línea del trayecto.
- Eficiencia. Selección de un modelo que presente estimaciones precisas, con un coeficiente de varianza bajo, como un estimador de eficiencia.

El análisis de los datos de muestreo por distancia para estimar densidad y abundancia se realizó por medio del programa DISTANCE (Laake *et al.* 1993), desarrollado sobre la base del programa anterior TRANSECT (Burnham *et al.*, 1980). Este programa incluye una serie de adelantos en métodos analíticos y expansión en sus capacidades (Buckland *et al.*, 1993).

Prospección por mar

De manera complementaria se efectuó una prospección por vía marítima usando un bote Zodiac provisto de motor fuera de borda, los días 15 y 16 de Julio 1996 hacia el suroeste del Estrecho de Magallanes. En el primer día de navegación el trayecto comenzó en Río San Juan, se navegó a 200 m de la costa hasta el Cabo Froward, luego se cruzó el Estrecho de Magallanes hacia el Seno Pedro y se recorrió el Canal Acwalisnan. En el segundo día se cruzó el Seno Dyneley y Seno Duntze. Luego se recorrió el Canal Cockburn y el Canal Ocasión, para finalmente cruzar el Canal Brecknock hasta Isla Astra (Fig. 1). Este esfuerzo representa un total de aprox. 150 millas nauticas (8 horas de navegación).

RESULTADOS

En total se efectuaron tres vuelos, sumando un total de 818.6 km lineales entre la Primera Angostura y la boca oriental del estrecho (Figs. 4-6). Este esfuerzo total se distribuye de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. Número de tramos, superficie y esfuerzo de muestreo aéreo.

	Angosturas	Aguas abiertas	Total
número de tramos	31	29	60
superficie total (km ²)	300	1760	2060
esfuerzo (km)	246	573	819
esfuerzo/superficie (km/km ²)	0,82	0,32	0,39

Las figuras 4-6 presentan los trayectos seguidos por cada vuelo y la ubicación de los avistamientos realizados. Las Tablas 2, 3 y 4 incluyen información para los tres vuelos efectuados de:

- área o sector
- posición geográfica de inicio y final de cada tramo
- hora (inicio y final) de cada tramo
- distancia o largo de cada tramo
- velocidad de viento por cada tramo
- estado de mar para cada vuelo (valor relativo de 0 a 5).

Tabla 2. Datos del primer sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes

Tramo N°	Sector	inicio (hr)	final (hr)	Dist.tramo (km)	Posición final		est.mar (0-5)	viento (nudos)
					LAT	LONG		
1	2a Ang	10:57	11:00	8	52:44:43	70:21:22	0	0-5
2	2a Ang	11:01	11:05	8,15	52:39:51	70:20:29	0	0-5
3	2a Ang	11:05	11:08	8,15	52:44:06	70:16:03	0	0-5
4	2a Ang	11:09	11:14	10,37	52:38:44	70:16:06	0	0-5
5	2a Ang	11:14	11:19	10,37	52:43:58	70:12:31	0	0-5
6	2a Ang	11:19	11:23	10,37	52:38:29	70:12:16	1	0-5
7	2a Ang	11:24	11:29	9,63	52:43:27	70:09:43	1	5
8	2a Ang	11:29	11:34	9,63	52:35:25	70:09:04	1	5
9	Greg	11:34	11:42	14,82	52:46:09	70:05:48	1	5
10	Greg	11:42	11:52	20,37	52:34:57	70:05:59	1	5
11	Greg	11:52	12:01	21,48	52:50:08	69:58:32	0	5
12	Greg	12:01	12:15	30,37	52:32:46	69:58:07	0	5
13	Greg	12:15	12:30	33,15	52:47:20	69:51:05	0	5
14	Greg	12:30	12:45	28,15	52:30:37	69:50:13	0	5
15	Greg	12:45	12:58	12,59	52:45:01	69:42:07	0	5
16	Greg	12:58	13:12	29,08	52:33:17	69:42:02	0	5
17	1a Ang	13:12	13:21	21,85	52:38:38	69:35:43	0	5
18	1a Ang	13:21	13:27	13,7	52:30:35	69:37:33	0	5
19	1a Ang	13:27	13:34	13,7	52:31:07	69:35:15	0	5
20	1a Ang	13:34	13:35	2,78	52:29:04	69:35:11	0	5
21	1a Ang	13:36	13:38	3,33	52:29:52	69:32:41	1	5
22	1a Ang	13:38	13:40	3,15	52:27:47	69:33:01	1	5
23	1a Ang	13:40	13:42	3,33	52:29:30	69:31:01	2	5
24	1a Ang	13:42	13:44	4,07	52:24:59	69:31:11	2	5
25	1a Ang	13:45	13:47	8,89	52:28:11	69:28:45	2	5
26	Posesión	13:48	13:53	7,22	52:24:15	69:28:31	1	5-10
27	Posesión	13:53	13:58	7,22	52:26:51	69:26:17	0	5-10
28	Posesión	13:58	14:07	4,81	52:15:42	69:25:38	0	5-10
29	2a Ang	15:28	15:32	20,75	52:43:47	70:11:50	1	0-5
30	2a Ang	15:33	15:37	8,52	52:39:17	70:14:35	0	0-5
31	2a Ang	15:37	15:42	9,45	52:44:02	70:15:47	0	0-5
32	2a Ang	15:42	15:46	9,45	52:39:06	70:18:28	0	0-5
33	2a Ang	15:47	15:52	8,26	52:44:05	70:20:15	0	0-5
34	2a Ang	15:53	15:58	7,04	52:40:50	70:22:38	0	0-5
35	2a Ang	15:58	16:02	9,08	52:45:29	70:24:47	1	0-5
36	2a Ang	16:03	16:07	6,49	52:42:25	70:27:06	1	0-5
37	2a Ang	16:08	16:10	11,48	52:48:28	70:28:12	1	0-5

Tabla 3. Datos del segundo sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes

Tramo N°	Sector	inicio (hr)	final (hr)	Dist.tramo (km)	Posición final		est.mar (0-5)	viento (nudos)
					LAT	LONG		
1	1a Ang	12:14	12:18	9,63	52 24 09	69 31 05	3	10-15
2	1a Ang	12:18	12:19	2,96	52 29 25	69 31 17	3	10-15
3	1a Ang	12:19	12:22	1,85	52 28 05	69 33 21	3	10-15
4	1a Ang	12:22	12:25	0,93	52 28 00	69 33 25	3	15-20
5	1a Ang	12:25	12:28	3,89	52 29 58	69 32 48	3	10-15
6	1a Ang	12:28	12:30	4,07	52 29 08	69 35 19	3	10-15
7	1a Ang	12:30	12:33	3,51	52 31 17	69 34 52	3	10-15
8	1a Ang	12:33	12:37	7,78	52 31 17	69 37 15	2	10
9	Gregorio	12:37	12:47	5,55	52 34 26	69 36 50	2	10
10	1a Ang	12:47	12:56	17,78	52 32 34	69 40 38	2	10
11	1a Ang	12:56	13:00	21,48	52 42 01	69 39 40	2	10
12	1a Ang	13:00	13:04	5,74	52 30 53	69 38 08	2	15
13	1a Ang	13:04	13:07	7,59	52 33 47	69 36 37	2	15
14	Posesión	13:07	13:12	3,15	52 29 38	69 36 23	3	15
15	Posesión	13:12	13:17	11,85	52 30 42	69 34 16	3	15
16	Posesión	13:17	13:29	14,07	52 24 35	69 31 56	3	15
17	Posesión	13:30	13:45	25,19	52 28 53	69 20 59	3	10
18	Posesión	13:46	14:00	26,85	52 15 33	69 25 29	3	10
19	Posesión	14:00	14:24	33,34	52 29 55	69 20 14	3	10
20	Posesión	14:25	14:42	50,75	52 12 11	69 13 09	3	10

Tabla 4. Datos del tercer sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes

Tramo N°	Sector	inicio (hr)	final (hr)	Dist.tramo (km)	Posición final		est.mar (0-5)	viento (nudos)
					LAT	LONG		
1	Gregorio	13:40	13:47	15,12	52.46.40	70.05.39	0	0-5
2	Gregorio	13:47	13:58	23,33	52.34.53	70.03.07	0	0-5
3	Gregorio	13:58	14:10	22	52.46.47	69.48.42	0	0-5
4	Gregorio	14:11	14:24	32,4	52.31.25	69.48.15	1	0-5
5	1a Ang	14:26	14:29	7,56	52.35.29	69.36.72	1	0-5
6	1a Ang	14:30	14:33	2,6	52.35.59	69.39.41	0	0-5
7	1a Ang	14:34	14:36	2,16	52.32.88	69.35.51	0	0-5
8	1a Ang	14:36	14:39	5,83	52.26.28	69.32.67	1	0-5
9	1a Ang	14:41	14:43	4,32	52.28.21	69.27.15	1	0-5
10	1a Ang	14:45	14:48	6,48	52.24.56	69.31.00	1	0-5
11	1a Ang	14:48	14:50	4,96	52.27.56	69.24.76	1	0-5
12	Posesión	14:50	14:58	14,04	52.21.58	69.28.75	1	0-5
13	Posesión	14:58	15:04	12,09	52.27.33	69.23.51	1	0-5
14	Posesión	15:05	15:15	21,6	52.14.22	69.22.49	1	0-5

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Las Tablas 5, 6 y 7 resumen cada vuelo incluyendo:

- número de tramo
- tamaño grupal
- posición geográfica de avistamiento
- ángulo de avistamiento
- distancia perpendicular a la línea de muestreo, ajustada a tierra redonda.
- distancia perpendicular del avistamiento a la costa.
- profundidad de agua para cada avistamiento.

Tabla 5. Registro de avistamientos del primer sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes.

N° tramo	Sector	Tamaño grupal	ángulo real	distancia perp. (m)	posición geográfica		dist.perp. costa (m)	prof. agua (m)
					Latitud	Longitud		
1	2a Ang	0						
2	2a Ang	5	37°	68	52.44.06	70.21.55	1000	50-60
3	2a Ang	1	26°	44	52.44.30	70.20.36	1000	50-60
4	2a Ang	3	28°	48	52.44.17	70.15.59	300	0-35
5	2a Ang	2	56°	134	52.39.55	70.16.16	1100	0-5
6	2a Ang	0						
7	2a Ang	0						
8	2a Ang	0						
9	Gregorio	0						
10	Gregorio	2	52°	116	52.45.18	70.05.57	1200	0-5
11	Gregorio	0						
12	Gregorio	0						
13	Gregorio	0						
14	Gregorio	2	59°	150	52.34.32	69.55.33	5100	15-20
14	Gregorio	3	66°	202	52.35.07	69.55.20	6000	20-25
15	Gregorio	2	25°	42	52.42.02	79.50.15	8300	30-40
15	Gregorio	4	74°	313	52.42.02	79.50.15	8300	30-40
15	Gregorio	1	47°	97	52.34.25	69.50.00	6000	10-15
15	Gregorio	1	38°	71	52.34.25	69.50.00	6000	10-15
16	Gregorio	2	61°	163	52.32.45	69.47.50	3000	5-10
16	Gregorio	1	63°	177	52.33.17	69.42.02	1000	0-5

Cont.

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Continuación Tabla 5

17	1a Ang	1	43°	84	52.33.17	69.42.02	1000	0-5
18	1a Ang	1	48°	100	52.33.45	69.40.39	1500	5-60
18	1a Ang	2	46°	94	52.33.12	69.40.21	1500	5-60
18	1a Ang	3	45°	90	52.33.12	69.40.21	1500	5-60
18	1a Ang	1	49°	104	52.33.33	69.40.05	1500	5-60
18	1a Ang	1	42°	81	52.35.25	69.39.02	5500	10-15
18	1a Ang	1	53°	120	52.35.55	69.38.50	2200	5-10
18	1a Ang	1	31°	54	52.37.00	69.38.24	2500	5-10
19	1a Ang	1	67°	212	52.38.33	69.35.41	0-50	0-5
19	1a Ang	1	56°	134	52.37.58	69.35.37	0-50	0-5
19	1a Ang	1	56°	134	52.37.58	69.35.37	0-50	0-5
19	1a Ang	1	67°	212	52.31.48	69.37.27	1000	50-70
20	1a Ang	0						
21	1a Ang	0						
22	1a Ang	1	64°	185	52.29.58	69.32.21	0-50	0-50
23	1a Ang	0						
24	1a Ang	0						
25	1a Ang	3	33°	59	52.29.01	69.30.46	1000	50-70
26	Posesión	1	62°	170	52.26.49	69.29.23	3200	50-60
26	Posesión	1	46°	94	52.28.17	69.28.29	800	0-5
27	Posesión	2	60°	156	52.24.30	69.28.30	1500	0-5
28	Posesión	2	62°	170	52.24.54	69.25.08	4000	45-60
28	Posesión	1	61°	163	52.23.31	69.25.13	3500	30-50
28	Posesión	1	63°	177	52.21.13	69.25.05	3800	0-5
28	Posesión	1	47°	97	52.20.51	69.25.07	3500	0-5
28	Posesión	1	57°	139	52.20.51	69.25.07	3500	0-5
29	2a Ang	1	49°	104	52.43.47	70.11.50	1000	50
30	2a Ang	2	55°	129	52.42.35	70.13.22	3500	50-60
30	2a Ang	1	58°	145	52.41.14	70.13.53	4500	40-60
30	2a Ang	1	46°	94	52.40.41	70.14.08	3000	45-55
31	2a Ang	3	58°	145	52.42.06	70.15.37	4200	45-55
32	2a Ang	1	51°	112	52.44.17	70.17.14	1-100	0-5
33	2a Ang	0						
34	2a Ang	0						
35	2a Ang	2	58°	145	52.43.60	70.23.88	3000	40-50
35	2a Ang	1	65°	193	52.44.46	70.24.40	2000	50-100
35	2a Ang	1	69°	234	52.44.46	70.24.40	2000	50-100
36	2a Ang	3	49°	104	52.44.08	70.26.14	3000	40-50
36	2a Ang	4	54°	124	52.42.52	70.26.49	1200	0-5
37	2a Ang	0						

Tabla 6 Registro de avistamientos del segundo sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes

N° tramo	Sector	Tamaño grupal	ángulo real	distancia perp. (m)	posición geográfica		dist.perp. costa (m)	prof. agua (m)
					Latitud	Longitud		
1	1a Ang	0						
2	1a Ang	0						
3	1a Ang	0						
4	1a Ang	0						
5	1a Ang	0						
6	1a Ang	0						
7	1a Ang	0						
8	1a Ang	2	28°	48	52.34.26	69.36.50	50	0-5
9	Gregorio	0						
10	1a Ang	1	63°	177	52.36.30	69.38.06	2.200	5-10
11	1a Ang	0						
12	1a Ang	0						
13	1a Ang	0						
14	1a Ang	0						
15	Posesión	0						
16	Posesión	0						
17	Posesión	0						
18	Posesión	1	45°	90	52.13.29	69.13.32	1.200	0-5
19	Posesión	0						
20	Posesión	2	22°	36	52.15.59	69.01.05	50	0-5

Tabla 7. Registro de avistamientos del tercer sobrevuelo en el Estrecho de Magallanes

N°tramo	Sector	Tamaño grupal	ángulo real	distancia perp. (m)	posición geográfica		dist.perp. costa (m)	prof agua (m)
					Latitud	Longitud		
1	Gregorio	0						
2	Gregorio	0						
3	Gregorio	0						
4	Gregorio	1	54	124	52.45.21	69.48.23	3.100	0-5
4	Gregorio	2	38	71	52.43.20	69.46.00	6.500	10-20
4	Gregorio	1	39	73	52.34.20	69.49.43	5.500	10-20
5	1a Ang	1	48	100	52.33.15	69.41.42	1.200	0-5
6	1a Ang	3	68	221	52.33.10	69.37.25	300	0-5
7	1a Ang	0						
8	1a Ang	1	45	90	52.30.76	69.37.48	400	50-60
8	1a Ang	1	50	108	52.30.18	69.32.09	500	15-20
9	1a Ang	0						
10	1a Ang	0						
11	1a Ang	0						
12	Posesión	0						
13	Posesión	0						
14	Posesión	2	58	145	52.27.33	69.23.51	2.500	0-5

Densidad y tamaño poblacional

La figura 7 presenta histogramas de distribuciones de frecuencia según distintos intervalos. Los histogramas indican solidez en los datos obtenidos. Sin embargo se observa un sesgo definido en el área debajo de la plataforma. Este sesgo corresponde al sector invisible para los observadores primarios desde el helicóptero.

Esto implica que no se cumple el supuesto fundamental de que son avistados todos los grupos cerca o en la línea de muestreo.

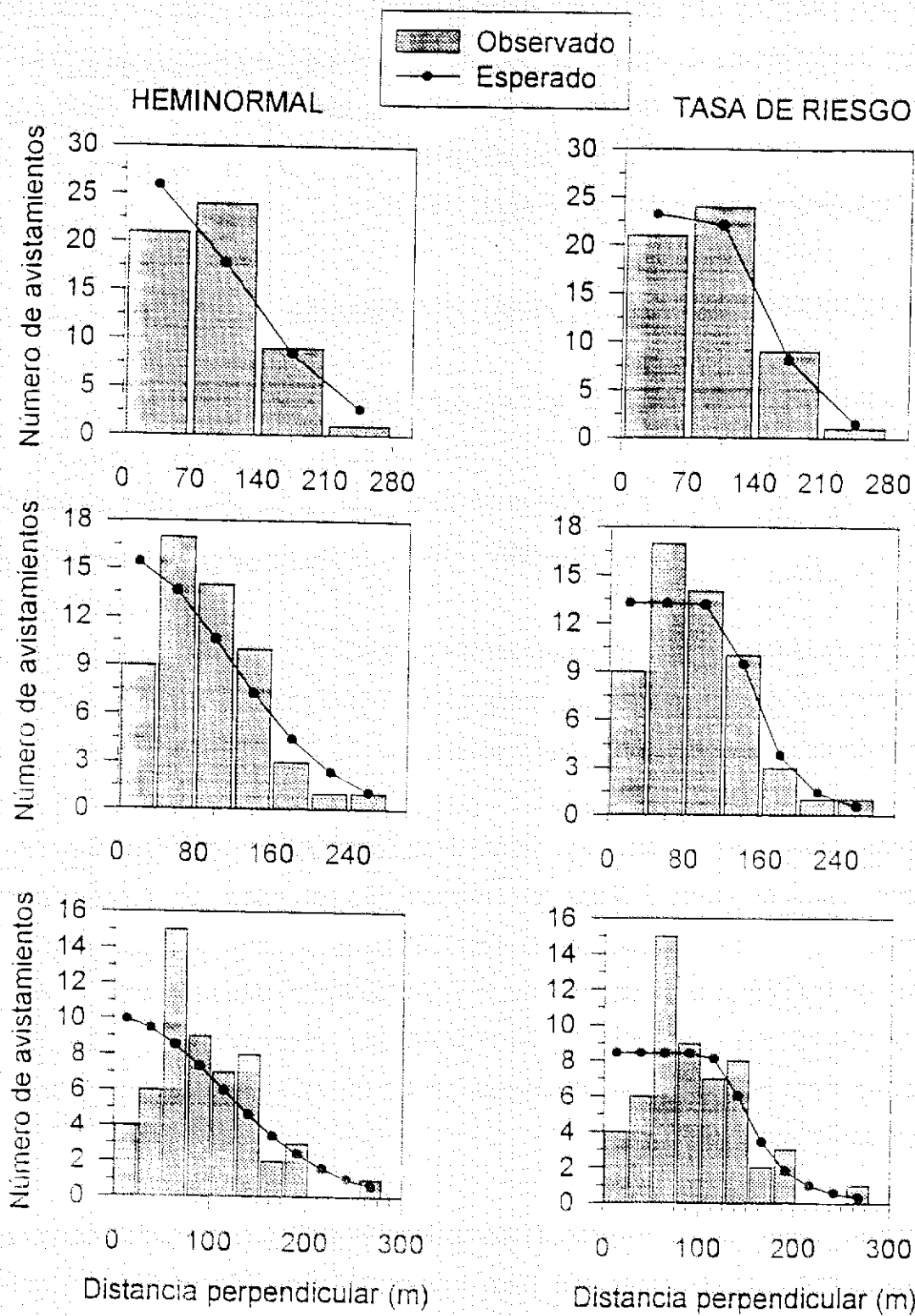


Fig. 7. Distribución de frecuencia de avistamientos ordenados según distintos intervalos (en metros) y predicciones de avistamientos según modelos heminormal y tasa de riesgo.

Se incluye en el presente análisis el resultado de una truncación hacia la izquierda, tanto para datos agrupados como estratificados, como un modo de respetar el supuesto fundamental. El truncado considera una distancia perpendicular de 33 m, correspondiente al ángulo de no-visibilidad debajo del helicóptero (20°), la cual se resta a las distancias perpendiculares obtenidas para cada avistamiento. Un criterio similar fue utilizado por Leatherwood *et al.* (1984).

Para los diferentes estimadores se analizó en secuencia:

- El ajuste del modelo para el ajuste de la función de probabilidad.
- Las estimaciones de parámetros $A(i)$ y $f(0)$, con sus respectivos errores estándar y coeficientes de varianza e intervalos de confianza para 95%. ($f(0)$ = probabilidad de densidad; $A(i)$ = i ésimo parámetro de la función de probabilidad esperada (pdf)).
- Gráficos de la frecuencia de avistamientos para 4,7 y 11 intervalos
- Prueba de bondad de ajuste de χ^2 para 4,7 y 11 intervalos.
- Selección de un modelo con el mejor ajuste.

Los parámetros claves con sus respectivos coeficientes de varianza (%) se comparan para el modelo Tasa de Riesgo, en el caso de ambos estratos "Angosturas" y "Aguas Abiertas" en la Tabla 8. De esta tabla se desprende que la densidad en las Angosturas es más alta que en las Aguas Abiertas, con un valor de 0,44129 (36,99 %) versus 0,26424 (37,60 %) respectivamente. El modelo Heminormal para este análisis estratificado arrojó un valor $f(0)$ negativo, y por tanto debe ser desechado.

Asimismo se comparan los valores de componentes de los porcentajes de varianza en la estimación de densidad (D) para ambos estratos (Tabla 8B). La anterior comparación detecta una clara responsabilidad en la tasa de encuentro como

parámetro con mayor influencia en la varianza de la estimación de densidad, la que se accientua más en aguas abiertas (93,4 %) versus angosturas (85,1%).

Dentro del análisis de datos agrupados truncados (Tabla 9), el modelo de tasa de riesgo presenta los menores valores de sus respectivos coeficientes de variación de los parámetros estimados (Tabla 9A). La probabilidad de detección para el modelo de tasa de riesgo presenta un componente de porcentaje de varianza inferior al modelo heminormal (10,0% versus 17,7 %) (Tabla 9B). El ancho efectivo de muestreo (ESW) es mayor para el modelo de Tasa de riesgo (165,79m versus 139,54m) y las estimación de densidad para este modelo logra una mayor precisión que para el modelo Heminormal (27,1 % C.V. en Tasa de riesgo versus 28,3 % C.V. en Heminormal). El modelo de Tasa de Riesgo aplicado en el análisis de datos agrupados truncados logra a su vez una mayor precisión que en el caso de un análisis estratificado truncado (37,6 % y 37,9 % para los estratos identificados)

Tabla 8. Resumen comparativo de estimación de parámetros para la función seleccionada Tasa de Riesgo, sin función de ajuste, para datos estratificados truncados, estrato de Aguas Abiertas y estrato de Angosturas (A); y Comparación componentes de porcentajes de varianza (D) para estos (B).

A	Aguas Abiertas	Angosturas
Parámetro		
f(0)	0,0065789 (0,0)	0,0065789 (0,0)
ESW	152,0 (0,0)	152,0 (0,0)
n/L	0,050643 (36,34)	0,085369 (34,12)
DS	0,16659 (36,34)	0,28082 (34,12)
E(S)	1,5826 (9,65)	1,5714 (14,28)
D	0,26424 (37,60)	0,44129 (36,99)
B	Aguas Abiertas	Angosturas
Probabilidad de detección	-----	-----
Tasa de Encuentro	93,4	85,1
Tamaño de cluster	6,6	14,9

Tabla 9. Resumen comparativo de estimación de parámetros para las funciones seleccionadas Heminormal y Tasa de Riesgo, sin función de ajuste, para datos agrupados truncados (A); y Comparación componentes de porcentajes de varianza (D) para modelos Heminormal y Tasa de Riesgo (B).

A	Heminormal	Tasa de Riesgo
Parámetro		
f(0)	0,0071662 (11,9)	0,0060316 (8,6)
ESW	139,54 (11,9)	165,79 (8,6)
n/L	0,067185 (24,5)	0,067185 (24,5)
DS	0,24073 (27,2)	0,20262 (25,9)
E(S)	1,6545 (7,9)	1,6545 (7,9)
D	0,39830 (28,3)	0,33524 (27,1)
B	Heminormal	Tasa de Riesgo
Probabilidad de detección	17,7	10,0
Tasa de Encuentro	74,6	81,5
Tamaño de cluster	7,7	8,4

Parámetros o funciones de parámetros incluidas en las tablas 8 y 9.

- D = estimación de densidad (número por unidad de área)
- N = estimación de tamaño poblacional en el área estudiada
- E(s) = tamaño promedio de agrupaciones (clusters) en la población (no confundir con medio de muestreos de los objetos detectados)
- f(0) = la función de probabilidad de densidad de las distancias desde la línea de muestreo, evaluado a distancia "0". valor de pdf en cero para transecto de línea.
- h(0) = la pendiente de la función de probabilidad de densidad, evaluado a distancia "0".
- g(0) = probabilidad de detección en la línea, generalmente se asume en valor "1".

- n = número de parámetros del modelo
A(i) = i-simo parámetro en la función de densidad de probabilidad estimada (pdf)
p = probabilidad de detectar un objeto en el área definida
ESW = ancho efectivo: w.p

En base a los argumentos anteriormente señalados, se opta por una estimación de densidad basado en el análisis de datos agrupados-truncados a través del modelo de Tasa de Riesgo.

El tamaño poblacional entregado por el modelo de tasa de riesgo en el análisis de datos agrupados-truncados es de 1206 ejemplares (límites de confianza al 95%: 711-2049). Su densidad es de 0,34 ejemplares/km² (límites 0,197-0,599).

Tamaño grupal

La figura 8 de frecuencia de avistamientos según tamaño grupal, muestra un predominio de individuos solitarios con un 58 % del total. El rango de tamaño grupal varió entre uno y cinco individuos. Su promedio fue de 1,65 (s.e. = 0,130). Las estimaciones de tamaño grupal no varían significativamente entre estratos en los análisis; $1,61 \pm 0,215$ en angosturas y $1,69 \pm 0,165$ en las aguas abiertas.

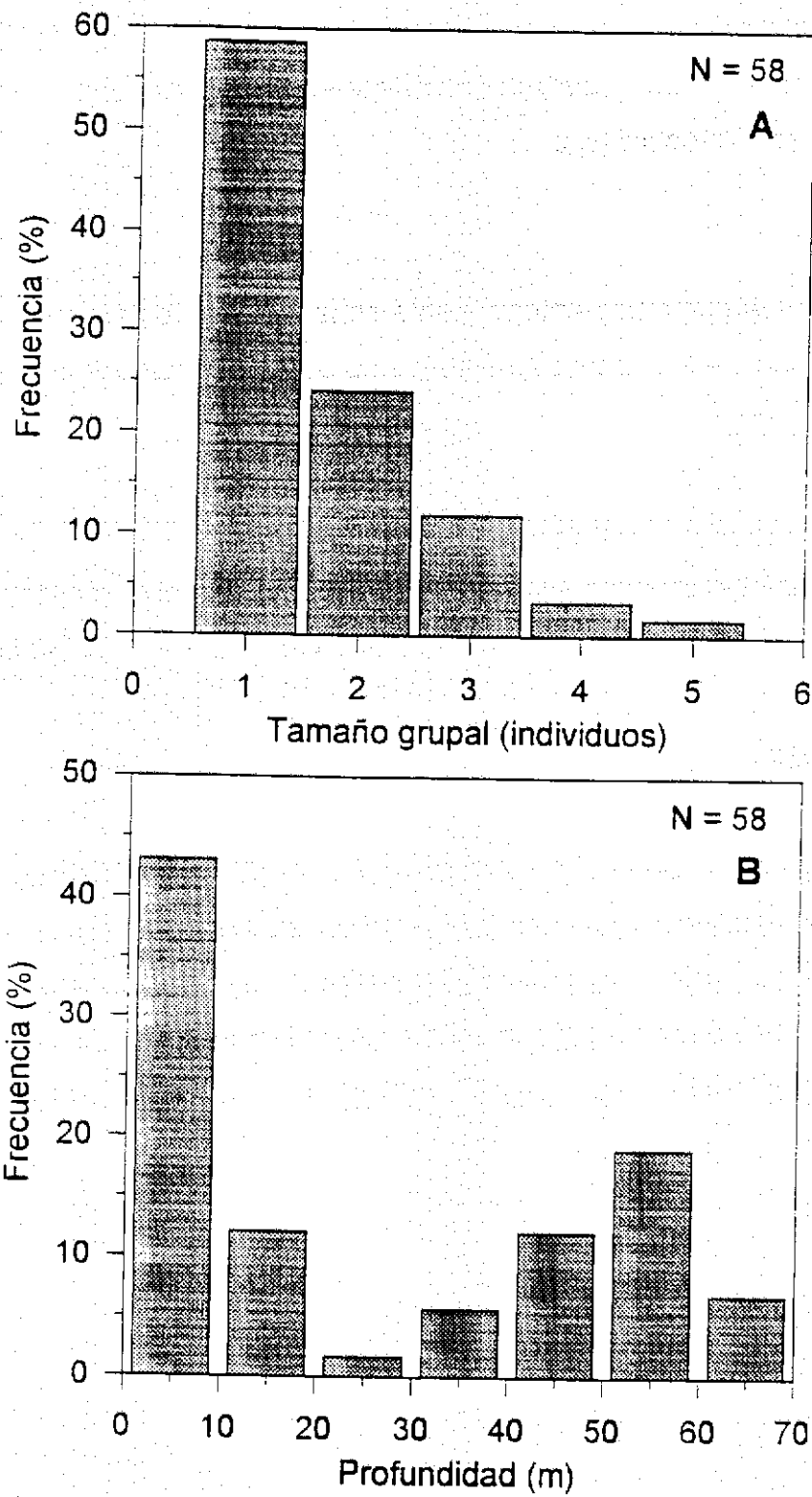


Fig. 8. Distribuciones de frecuencia: tamaño grupal de *Cephalorhynchus commersonii* en el área de estudio (A) y, número de avistamientos en función de la profundidad (B).

Distribución

La prospección en embarcación realizada hacia el sur del Estrecho de Magallanes, canales interiores y aguas expuestas al Pacífico no arrojó avistamientos para la especie.

Dentro del área sobrevolada, las angosturas presentaron proporcionalmente un mayor número de avistamiento que las aguas abiertas (Prueba para Proporciones independientes; $Z = 2,189$, $p = 0,0143$).

En la figura 8 se representa un histograma de número de avistamientos en función de la profundidad para toda el área sobrevolada. Es posible observar que el 43 % de los avistamientos se ubicaron a profundidades iguales y/o menores a 10 m. Estos datos también se incluyen en la tabla 10.

Tabla 10. Número de avistamientos de *Cephalorynchus commersonii* en el área de estudio considerando tamaño grupal y profundidad en la que se efectuó la observación. Entre paréntesis se incluye el número de ejemplares avistados

ESTRATO PROFUNDIDAD (m)	TAMAÑO GRUPAL (individuos)		
	1	2	≥ 3
0-10	16 (16)	7 (14)	2 (7)
10-20	5 (5)	2 (4)	0
20-30	0	0	1 (3)
30-40	0	1 (2)	1 (7)
40-50	4 (4)	1 (2)	2 (6)
50-60	6 (6)	3 (6)	1 (8)
60-70	3 (3)	0	1 (3)

Al aplicar una prueba no paramétrica de Friedman se advierte que no existen diferencias significativas en la distribución del número de avistamientos en función de la profundidad ($X^2= 12,31$; $p= 0,055$), en cambio el número de ejemplares avistados es significativamente diferente ($X^2= 12,96$; $p= 0,044$), en otras palabras, existen evidencias suficientes para señalar que el número de ejemplares por estrato es diferente. Al aplicar una prueba no paramétrica a posteriori se aprecia que es posible conformar cuatro grupos homogéneos, dos de ellos superpuestos, reflejando que las profundidades asociadas al mayor número de ejemplares avistados corresponden a los estratos de 0-10 y 50-60 m, en tanto que el número más bajo estuvo en el estrato 20-30 m (Fig. 9).

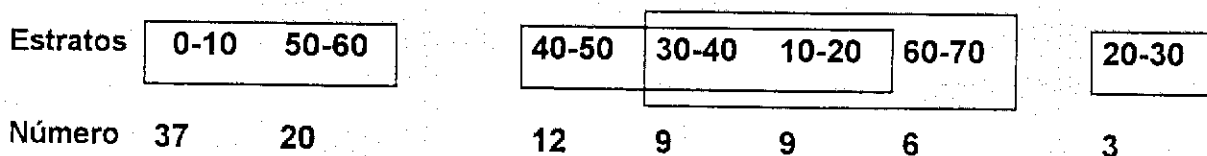


Fig. 9. Grupos homogéneos según una prueba a posteriori según Siegel & Castellan (1988, p.180) luego de aplicado un análisis no paramétrico de Friedman.

Presencia de crías

Las crías o juveniles están muy poco representadas en el sector con un solo individuo avistado.

Presencia de otras especies de cetáceos menores

En el sector oriental del Estrecho de Magallanes se efectuaron 5 avistamientos de otras especies de cetáceos, correspondientes a **Lagenorhynchus sp.** Todos ellos a menos de 50 metros de distancia de la línea costera en el sector de Posesión. De acuerdo a ello **C. commersonii** sería responsable del 91.6 % del total de avistamientos de cetáceos logrados entre la Segunda Angostura y la boca oriental del Estrecho de Magallanes.

DISCUSION

Tamaño poblacional

La estimación de tamaño poblacional encontrada se ubica entre los valores de las estimaciones obtenidas por Leatherwood *et al.* (1984) y Venegas & Atalah (1987). El límite inferior de la estimación del primero de estos autores es de 2043 ejemplares, el cual se ubica levemente por debajo del límite superior encontrado en este trabajo (2049 ejemplares). Por lo tanto no es posible documentar la ocurrencia de una disminución poblacional entre ambas estimaciones. Además, en este estudio, realizado en verano, fue utilizado una plataforma con características muy distintas, lo cual sin duda debe incidir en los resultados finales. Otra estimación poblacional en el área de estudio en verano (Venegas, 1990) señala una estimación poblacional de 718 ejemplares (± 196), cifra notoriamente inferior a la estimación lograda por Leatherwood *et al.* Por otro lado, la comparación con los resultados de una estimación poblacional efectuada en otoño (Venegas & Atalah, 1987), indica una densidad significativamente menor en este último estudio ($0,0765 \text{ ind/km}^2$, e.s. = $0,02414$). Dado el bajo número de avistamientos ($n = 21$) en esta prospección y la aplicación de un análisis no truncado a la izquierda, existe una amplia dispersión en torno a sus estimadores.

La distinción de una tendencia en el tamaño poblacional requeriría disponer de un mayor número de muestreos efectuados en la misma época del año (nótese que Venegas voló en Diciembre, Leatherwood *et al.* en Enero-Febrero, Venegas & Atalah en Abril y este trabajo se realizó en Junio).

No es posible establecer el estado de la población a base de estos resultados, pues se desconoce el grado de aislamiento de individuos presentes en el Estrecho de Magallanes, en relación a la población existente en las aguas del cono sur.

Distribución

La ausencia de avistamientos fuera del sector oriental del estrecho coincide con los antecedentes disponibles para la especie en la actualidad. Lesrauwaet (1996 en prensa) en un estudio de **Lagenorhynchus australis** sustentado en 1450 hrs de observación entre Marzo de 1989 y Diciembre de 1995, no avistó **C. commersonii** en 35 km lineales de la costa oeste del sector central del Estrecho de Magallanes adyacente a la ciudad de Punta Arenas. Oporto (1986, 1988) tampoco reporta avistamientos para la especie en su prospección de cetáceos en los canales patagónicos. Gibbons (com. pers.) no reporta avistamientos para la bahía de Porvenir y Bahía Chilota en un año de residencia en 1994.

Por otro lado, Lesrauwaet (obs. pers.) avistó **C. commersonii** en el Seno Almirantazgo, alrededor de las Islas Mogotes, en Noviembre de 1995 y Febrero de 1996. En Mayo de 1989 avistó un grupo en el Paso Kirke (A.K.L. com. per.), en la provincia de Ultima Esperanza. En todos estos avistamientos los grupos eran grandes, superiores a 15 delfines. Gibbons *et al.* (1995) avistan un grupo de 25 ejemplares en las cercanías del Río Azopardo, Seno Almirantazgo, en Enero de 1995.

El bajo esfuerzo de observación para cetáceos en los canales patagónicos y su calidad oportunista no permite determinar la frecuencia de **C. commersonii** en esta zona. El Sector de Seno Almirantazgo, que ha recibido proporcionalmente un mayor esfuerzo de observación que cualquier otro sector, exceptuando la línea costera cercana a Punta Arenas, aparece como un sector que debe ser considerado en prospecciones futuras de la especie. Los antecedentes disponibles hasta ahora permiten considerar como ocasional la presencia de **C. commersonii** en aguas chilenas fuera del sector comprendido entre la 2a angostura y la boca oriental del Estrecho de Magallanes.

La preferencia mostrada por las aguas someras y las angosturas por sobre los sectores abiertos del estrecho, puede asociarse a hábitos tróficos generalistas y oportunistas, especialmente sobre la biota bentónica (Bastida *et al.*, 1988).

Tamaño grupal

El tamaño grupal, con predominio de individuos solitarios, es semejante a lo encontrado por Venegas & Atalah 1987 (85,7% de individuos solitarios, promedio 1,14) y claramente inferior a lo observado por Leatherwood *et al.* (1984) (29,4% individuos solitarios; promedio 4,22 s.e= 9.14).

Es interesante notar que el número de avistamientos entre este trabajo y Leatherwood *et al.* (1984) es semejante (58 vs 59), siendo el tamaño grupal responsable de la mayor contribución a la diferencia entre ambos muestreos.

Otras especies del género, *C. eutropia* y *C. heavisidii* presentan un patrón de agregación con dominancia de grupos pequeños (<5 individuos) y agregaciones ocasionales mayores de decenas o centenas de ejemplares (Goodall *et al.*, 1988a; Slooten & Dawson, 1988). No se han identificado patrones biológicos o ambientales asociables al tamaño grupal para ninguna especie del género. En el futuro será interesante explorar su posible relación con la estacionalidad reproductiva y con la disponibilidad y distribución del alimento.

Presencia de crías

El avistamiento de una sola cría podrían indicar la ocurrencia de migraciones o desplazamientos de las madres con crías a condiciones más benignas durante el período invernal. No existen antecedentes al respecto para la especie.

Bases para un programa de monitoreo

Un programa de monitoreo debe considerar al menos tres aspectos: distribución en aguas chilenas, tamaño y densidad poblacional y estructura poblacional.

Distribución en aguas chilenas

La distribución limitada de la especie en aguas chilenas permitirá acotar y/o descartar el posible efecto de actividades pesqueras o de cualquier tipo que puedan realizarse fuera del área comprendida entre la Segunda Angostura y la boca oriental del Estrecho de Magallanes. También permitiría concentrar los estudios sobre las variables ambientales que expliquen sus preferencias de hábitat y sus posibles cambios poblacionales.

Tamaño y densidad poblacional

La continuación de los muestreos realizados por Leatherwood *et al.* (1984), Venegas & Atalah (1987) y lo aportado en este trabajo, es necesaria para establecer la dinámica poblacional y comprender o detectar aquellos cambios que puedan reflejar disminuciones de importancia en su tamaño y densidad.

Estructura poblacional

Iñiguez (1988) demostró que es posible aplicar técnicas de fotoidentificación para individualizar y seguir delfines *C. commersonii*. La elaboración de un catálogo de individuos permitiría, i) confirmar el desplazamiento de individuos entre las aguas del Atlántico argentino y las aguas chilenas, ii) Respalda la hipótesis de migraciones, iii) Reunir antecedentes sobre estructura grupal y iv) integrar esfuerzos de investigación entre Chile y Argentina.

En orden de importancia se sugiere potenciar la continuación de muestreos aéreos, la realización de prospecciones hacia los canales y realizar fotoidentificación de individuos. Se sugiere también continuar con la cooperación e integración con los investigadores argentinos comenzada en este proyecto.

CONCLUSIONES

1. Se estimó para el mes de Junio de 1996, en el área comprendida entre la Segunda Angostura y la entrada oriental del Estrecho de Magallanes, un tamaño poblacional de **Cephalorhynchus commersonii** de 1206 individuos (Límites de Confianza 95% 711-2049 ejemplares). La densidad fue de 0,34 ejemplares km^{-2} (Límites de confianza 0,197-0,599). El programa "Distance" proporcionó un mayor ajuste para el modelo de tasa de riesgo y, en el caso de un tratamiento de datos truncados y no-estratificados.
2. El tamaño grupal varió entre uno y cinco individuos, siendo los individuos solitarios los que presentaron mayor frecuencia numérica. Esto coincide con lo observado en estudios previos (Venegas & Atalah, 1987; Venegas, 1990), pero es claramente inferior a las estimaciones de tamaño grupal presentadas por Leatherwood et al. (1984). Estas diferencias inciden mayormente en los valores inferiores a nivel de estimaciones de tamaño poblacional obtenidos en este estudio.
3. Se concluye que la mayor densidad numérica ocurre en las angosturas del Estrecho de Magallanes, en comparación con las aguas abiertas del sector estudiado, mostrando una preferencia en su distribución por los estratos de 0-10 y 50-60 m de profundidad.

4. En base a una prospección marítima en el sector sur y un elevado esfuerzo de observación (1989-1996) en el sector central del Estrecho de Magallanes, se confirma que la mayor abundancia de *C. commersonii* ocurre en el sector estudiado (sector oriental). Los avistamientos al este del área de estudio corresponden a registros aislados.
5. Los resultados de densidad y abundancia no muestran ninguna tendencia con respecto a estudios previos efectuados en la misma área de estudio, utilizando una metodología de trabajo similar a la empleada en esta oportunidad.
6. Finalmente se concluye la necesidad de desarrollar un programa de monitoreo sistemático para esta especie. Entre los aspectos que deben ser considerados se incluyen: distribución en aguas chilenas, tamaño y densidad poblacional y estructura poblacional.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración brindada por los Señores Ricardo Matus, Jhoann Cantó, Guillermo Toro y Carlos Bayer. En forma especial se desea dejar constancia del agradecimiento al Dr. Adrián Schiavini del CADIC, Ushuaia, Argentina. Se hace extensivo este agradecimiento a la Biblioteca del Servicio Nacional de Pesca que permitió contar con una copia del informe de Venegas (1990).

BIBLIOGRAFIA

- Aguayo, A. 1975. Progress on small cetacean research in Chile. J. Fish. Res. Board. Can. 32: 1123-1143.
- Aguayo, A. & D. Torres. 1967. Observaciones sobre mamíferos marinos durante la Vigésima Comisión Antártica Chilena. Primer censo de Pinípedos en las Islas Shetland del Sur. Rev. Biol. Marina, 13: 1-57.
- Angot, M. 1954. Observations sur les mammifères marins de l'archipel de Kerguelen avec une étude détaillée de l'éléphant de mer *Mirounga leonina* (L.). Mammalia 18: 1-111.
- Atalah, A. 1978. Mamíferos marinos de Magallanes. Edit. Servicio Agrícola y Ganadero, Chile. Bol. Divulg. 50: 1-42.
- Bastida, R., V. Lichtenstein & R. N. P. Goodall. 1988. Food habits of **Cephalorhynchus commersonii** off Tierra del Fuego. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9): 143-160.
- Brown, S. G. 1988. Records of Commerson's dolphin (**Cephalorhynchus commersonii**) in South American waters and around South Georgia. Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9): 85-92.
- Brownell, R. L. & R. Praderi. 1985. Distribution of Commerson's dolphin **Cephalorhynchus commersonii** and the rediscovery of the type of **Lagenorhynchus floweri**. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 36: 153-164.

- Bruce, W.S. 1915. Some observations on Antarctic cetacea. Scottish National Antarctic Expedition. Vol. 4 Zoology, Part XX: 491-505.
- Burnham, K. P., D.R.Anderson & J.L.Laake. 1980. estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wild.Monog. (72): 1-202-
- Buckland, S.T., D.R.Anderson, K.P.Burnham & J.L.Laake. 1993. Distance Sampling: Estimating abundance of biological populations. Chapman & Hall. London. 446 pp.
- Cabrera, A. 1961. Catálogo de los mamíferos de América del Sur. Rev. Mus. Argent. Cienc. Nat. Bernardino Rivadavia, B.A.Cienc.Zool. 4: 603-625.
- Capella, J. & J.Gibbons. 1991. Presencia de tonina overa, **Cephalorhynchus commersonii** (Lacepede 1804), en aguas de Chiloé continental. Estud.Oceanol. 10: 127-130.
- Carcelles, A. 1948. Los cetáceos en Aguas Argentinas. Rev.Mus.Argent.Cienc.Nat. 238(Pub.extra): 5-10.
- Cárdenas, J.C., J.Gibbons, J.Oporto & M.Stutzin. 1987. Impacto de las pesquerías de centolla y centollón sobre las poblaciones de mamíferos marinos de Magallanes, Chile. Amb. y Des., Vol.III (1 y 2): 111-119.
- Collet, A. & D. Robineau. 1988. Data on genital tract and reproduction in Commerson's dolphin **Cephalorhynchus commersonii** (Lacepede 1804), from Kerguelen Islands. Rep.Int.Whal.Commn. Special Issue 9: 119-141.

- Cornell, L.H., J.E. Antrim, E.D. Asper & B.J. Pincheira. 1988. Commerson's dolphins (***Cephalorhynchus commersonii***) (Lacepede 1804) live-captured from the Strait of Magellan, Chile. Rep.Int.Whal.Commn. Special Issue 9: 183-194.
- CPPS/PNUMA 1992. Plan de Acción para la Conservación de los Mamíferos Marinos en el Pacífico Sudeste. Informes y Estudios del Programa de Mares Regionales del PNUMA (UNEP) 143.
- De Buffrénil, V. & D. Robineau. 1984. Données sur la maturation du squelette post-cranien chez le Dauphin de Commerson (***Cephalorhynchus commersonii***) (Lacepède 1804) des Isles Kerguelen. Annales des Sciences Naturelles. Zoologie, Paris 13 Serie (6): 125-132.
- Dawson, S.M., Slooten, E. 1988. Hector's Dolphin, ***Cephalorhynchus hectori***: Distribution and Abundance. Rep.Int.Whal. Commn. (Special Issue 9) :315-324.
- De Buffrenil, V., A. Dziedzic & D. Robineau. 1989. Repartition et déplacements des dauphins de Commerson ***Cephalorhynchus commersonii*** (Lacepede 1804) dans un golfe des Iles Kerguelen, données de marquage individuel. Can.J.Zool. 67: 516-521.
- Donoso-Barros, R. 1975. Contribución al conocimiento de los cetáceos vivientes y fósiles del territorio de Chile. Gayana (Zoología) (36): 1-127.
- Ellis, R. 1982. Commerson's dolphin. pp.126. In: Dolphins and Porpoises. Alfred A. Knopf Inc. New York, 270 pp.

- Evans, W.E., Awbrey, F.T. & H. Hackbarth. 1988. High frequency pulses produced by free-ranging Commerson's dolphin (**Cephalorhynchus commersonii**) compared to those of phocoenids. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 9: 173-181.
- Fraser, F.C. 1948. Whales and Dolphins. pp 201-350. In Norman, J.R. & F.C. Fraser. Giant Fishes, Whales and Dolphins. Putnam. London. 375 pp.
- Forney, K.A., D.A. Hanan & J. Barlow. 1991. Detecting trends in harbor porpoise abundance from aerial surveys using analysis of covariance. Fish. Bull. 89(3): 367-377.
- Gallardo, V.A. & L. Cid. 1980. Macrobenthic Survey in the vicinity of the Metula oil spill in the Straits of Magellan, Chile. Final Report to the National Science Foundation. 100 pp.
- Gallardo, V.A., D. Arcos, M. Salamanca & L. Pastene. 1983. On the occurrence of Bryde's whales (**Balaenoptera edeni** Anderson, 1878) in an upwelling area of central Chile. Rep. Int. Whal. Comm., 33: 481-488.
- Gewalt, W. 1979. The Commerson's dolphin (**Cephalorhynchus commersonii**) capture and first experiences. Aquat. Mamm. 7(2): 37-40.
- Gewalt, W. 1980. Zoo Duisburg, Chronik 1980. Geschäftsbericht de Zoo Duisburg Aktienge. 55pp.
- Gewalt, W. 1981. Ein 'neues' Zootier, der jacobita oder Commerson's Delphin (**Cephalorhynchus commersonii**) Lacepede 1804 im Walarium des zoo Duisburg. Zoologische Beitrage 27: 199-204.

- Gewalt, W. 1983. Wegweiser durch den Zoo Duisburg. 13th edition, Duisburg, Germany. 116 pp.
- Gibbons, J., A.K. Lescauwaet & J. Capella. 1995. Aves y mamíferos marinos del Seno Almirantazgo con especial referencia al sector de Puerto Arturo. (Informe a Dames & Moore). 42 pp.
- Gillmore, R.M. 1971. Observations on marine mammals and birds off the coast of Southern and central Chile, early winter 1970. Antarctic Journal US 6(1): 10-11.
- Goodall, R. N. P. 1977. Preliminary report on the small cetaceans stranded on the coasts of Tierra del Fuego. Rep. Int. Whal. Commn. 27: 505.
- Goodall, R.N.P. & I. Cameron. 1980. Exploitation of small cetaceans off southern South America. Rep. Int. Whal. Commn. 30: 445-50.
- Goodall, R. N. P., A. Galeazzi, S. Leatherwood, K.W. Miller, I. Cameron, R. Kastelein & A. Sobral. 1988a. Studies on Commerson's dolphin, *C. commersonii*, off Tierra del Fuego, 1976-1984, with a review of information on the species in the South Atlantic. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 9: 3-70.
- Goodall, R. N. P., A. Galeazzi, A. Sobral & I. Cameron. 1988b. Flipper serration in *Cephalorhynchus commersonii*. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 9: 161-171.

- Goodall, R.N.P., A.Sobral., M.de Vinuesa & I.Cameron. 1988c. On **Phocaena obtusata**, with a comparison of certain diagnostic characters in South American phocoenids and the genus **Cephalorhynchus**. Rep. Int. Whal. Commn. Special Issue 9: 259-276.
- Goodall, R.N.P. 1994. Commerson's dolphin **Cephalorhynchus commersonii** (Lacepede 1804). In S.H.Ridgway & R.Harrison (eds.). Handbook of marine mammals, Vol 5. pp 241-267. Academic Press, London.
- Hamilton, S.E. 1952. Cetacea of the Falkland Islands. Com.Zool.Mus.Nat.Montevideo 4(66): 1-6 Proc.Zool.Soc.London 43: 627-38 3 plates.
- Harmer, S.F. 1922. On Commerson's dolphin and the other species of **Cephalorhynchus**. Proc.Zool.Soc.London 43: 627-38+ 3 plates.
- Iñiguez, M.A. 1988. Observaciones de comportamiento de **Cephalorhynchus commersonii** en la Reserva Provincial Natural Río Deseado. resúmenes Primer Taller de Conservación y Manejo de Mamíferos Chilenos. Valdivia, Chile. Pág. 36.
- Joseph, B.E., J.E.Antrim & L.H.Cornell. 1987. Commerson's dolphin (**Cephalorhynchus commersonii**): a discussion of the first live birth within a marine zoological park. Zoo Biology 6: 69-77.
- Kastelein, R.A., J.McBain & B.Neurohr. 1993. Information on the biology of Commerson's dolphins (**Cephalorhynchus commersonii**). Aquatic mammals 19(1): 13-19.

- Kastelein, R.A., J. McBain, B. Neurohr, M. Mohri, S. Saijo, I. Wakabayashi & P.R. Wiepkema. 1993. The food consumption of Commerson's dolphins (*Cephalorhynchus commersonii*). *Aquatic mammals* 19(2): 99-121.
- Klinowska, M. 1991. *Dolphins, Porpoises and Whales of the World*. IUCN Red Data Book. IUCN, Gland, Swtzerland, Cambridge, U.K.
- Laake, J.L., S.T. Buckland, D.R. Andersen & K.P. Burnham. 1993. *DISTANCE user's guide*. Colorado Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, Colorado State University, Fort Collins, CO 80523.
- Lacépède, B.G.E. 1804. *Histoire Naturelle des Cetacés*. Paris. Vol 1. 396 pp.
- Leatherwood, S. & R. Reeves. 1983. *The Sierra Club handbook of whales and dolphins*. San Francisco. Sierra Club Books, 302 pp.
- Leatherwood, S., R.A. Kastelein & K.W. Miller. 1984. Commerson's dolphin: review available information and results of investigation in Southern Chile, January-February, 1984. Paper SC 36 SM7 Presented to the IWC Scientific Committee.
- Leatherwood, S., R.A. Kastelein & K.W. Miller. 1988. Observations of Commerson's dolphin and other cetaceans in southern Chile, January-February 1984. *Rep. Int. Whales Commn. (Special Issue 9)*: 71-83.
- Leatherwood, S., R.A. Kastelein & P.S. Hammond. 1988. Estimate of numbers of Commerson's dolphins in a portion of the northeastern Strait of Magellan, January-February 1984. *Rep. Int. Whal. Commn. (Special Issue 9)*: 93-102.

- Lescrauwaet, A.K. & J. Gibbons. 1994. Mortality of small cetaceans and the crab bait fishery in the Magallanes area of Chile since 1980. Rep. Int. Whal. Commn (Special Issue 15): 485-494.
- Lescrauwaet, A.K. 1996. Notes on the behaviour and ecology of the Peale's dolphin, **Lagenorhynchus australis**, in the Magellan Strait, Chile. manuscript SC/48/SM41. Int. Whal. Commn. Annual Report 1996. In press.
- Lockyer, C., R.N.P. Goodall & A. Galeazzi. 1988. Age and body-length characteristics of **Cephalorhynchus commersonii** from incidentally-caught specimens off Tierra del Fuego. Rep. Int. Whales Commn. (Special Issue 9): 103-118.
- Mann Fischer, G. 1957. Clave de la determinación para las especies de mamíferos silvestres de Chile. Investigaciones zoológicas chilenas 4: 89-126.
- Marcuzzi, G. & G. Pilleri. 1971. On the Zoogeography of Cetacea. pp. 101-70. In: G. Pilleri (ed) Investigations on Cetacea. Volume III. Institute of Brain Anatomy, Berne. 377 pp.
- Marelli, C. 1953. Documentos iconográficos sobre cetáceos de las costas argentinas. An. Mus. Nahuel Huapi. 3: 133-143.
- Mermoz, J. 1980. A brief report of the behavior of Commerson's dolphin, **C. commersonii**, in Patagonian shores. Sci. Rep. Whales Res. Inst., 32: 149:153.
- Morzer Bruyns, W.F.J. 1971. Field Guide of Whales and Dolphins. Uitgeverij tor, Amsterdam, Netherlands, 253 pp.

- Nishiwaki, M. 1972. General Biology. pp. 3-204. In S.H. Ridgway (ed.) mammals of the Sea, Biology and Medicine. Chas. Thomas Springfield. Ill. 812 pp.
- Oporto, J.A. 1986. Observaciones de cetáceos en los canales del sur de Chile. En: Actas de la I Reunión Técnica. Rev. Mus. Arg. Cs. Nat. Bernardino Rivadavia, Argentina.
- Oporto, J.A. 1988. Mamíferos marinos observados en los canales del sur de Chile. Resúmenes Primer Taller de Conservación y Manejo de mamíferos Chilenos, Valdivia, Chile. Pág. 37.
- Pascal, M. 1981. Le dauphin de Commerson aux Iles Kerguelen. Rev. Ecol. (Terre et vie) 35(2): 327-330.
- Paulian, P. 1953. Pinipèdes, cètacés, oisèaux des Iles Kerguelen et Amsterdam, Mission Kerguelen 1951. Mem. Inst. Sci. Madagascar. Series A: 8: 111-234.
- Reeves, R.R. and Leatherwood, S. 1994. Dolphins, Porpoises, and Whales: 1994-1998 Action Plan for the Conservation of Cetaceans. IUCN, Gland, Switzerland, 92 pp.
- Robineau, D. 1985. Données préliminaires sur la répartition de Dauphin de Commerson (*Cephalorhynchus commersonii*) aux Iles Kerguelen, en particulier dans le Golphe du Morbihan. Biol. Conserv. 31: 85-93.
- Sielfeld, W. & C. Venegas. 1978. Observación de delfines en los canales australes de Chile. Ans. Inst. Pat., 9: 145-151.

Sielfeld, W., C. Venegas & A. Atalah. 1977. Consideraciones acerca del estado de los mamíferos marinos en Chile. An. Inst. Patagonia 8: 297-312.

- Sielfeld, W. 1984. Mamíferos marinos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile.
- Siegel, S. & N.J. Castellan, Jr. 1988. Nonparametric Statistics for the behavioral Sciences. Mc Graw-Hill, Inc. New York. 397 pp.
- Spotte, S., C.F. Radcliffe & J.L. Dunn. 1979. Notes on the Commerson's dolphin (**Cephalorhynchus commersonii**) in captivity. Cetology (35) 1-9.
- Strange, I.S. 1972. The Falkland Islands. Davis & Charles Ltd. Devon 256 pp.
- UICN. 1989. Dolphins, porpoises, and whales. An Action Plan for the Conservation of Biological Diversity: 1988-1992. Compiled by W. Perrin. Kelvin Press, Inc., Broadview, Illinois, U.S.A. 2nd edition.
- Venegas, C.C., 1990. Prospección aérea estival del delfín **Cephalorhynchus commersonii** en el Estrecho de Magallanes, Chile. Inf. Inst. Pat. 53: 19 p.
- Venegas, C.C. & W.K. Sielfeld. 1978. Registros de **Mesoplodon layardii** y otros cetáceos en Magallanes. Ans. Inst. Pat. 9: 171-8.
- Venegas, C. & A. Atalah. 1987. Prospección aérea otoñal de toninas overas en el Estrecho de Magallanes. Ans. Inst. Pat., 17: 69-75.
- Watson, L. 1981. Piebald dolphin (Commerson's) pp. 248-249. In Sea guide to Whales of the World. A complete Guide to the World's living Whales, Dolphins and Porpoises. E.P. Dutton, New York

ANEXO 1

Formulario de registro de avistamientos

ANEXO 2

Distancias corregidas según redondez de la tierra

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

Anexo 2. Estimaciones de distancia perpendicular según ángulo de observación usando una Tierra plana y redonda. Se incluye distancia utilizada para análisis truncado izquierdo.

ANGULO (°)	DISTANCIA (metros)		plana	redonda	truncado
	PLANA	REDONDA			
37	68,91251	68,14731	69	68	35
26	44,60314	43,99812	45	44	11
28	48,62482	47,99804	49	48	15
56	135,5802	134,0254	136	134	101
52	117,0506	115,7666	117	116	83
59	152,1983	150,3673	152	150	117
66	205,4000	202,4732	205	202	169
25	42,64383	42,04873	43	42	9
74	318,9240	312,5925	319	313	280
47	98,06811	97,02058	98	97	64
38	71,44857	70,66271	71	71	38
61	164,9801	162,9152	165	163	130
63	179,4807	177,1279	179	177	144
43	85,27850	84,36690	85	84	51
48	101,5655	100,4775	102	100	67
46	94,69924	93,68935	95	94	61
45	91,45	90,47516	91	90	57
49	105,2011	104,0696	105	104	71
42	82,34194	81,45890	82	81	48
53	121,3582	120,0148	121	120	87
31	54,94870	54,28389	55	54	21
57	215,4426	212,2729	215	212	179
56	135,5802	134,0254	136	134	101
56	135,5802	134,0254	136	134	101
67	215,4426	212,2729	215	212	179
64	187,5002	184,9780	187	185	152
33	59,38832	58,69405	59	59	26
62	171,9924	169,7912	172	170	137
46	94,69924	93,68935	95	94	61
60	158,3960	156,4539	158	156	123
62	171,9924	169,7912	172	170	137
61	164,9801	162,9152	165	163	130
63	179,4807	177,1279	179	177	144
47	98,06811	97,02058	98	97	64
57	215,4426	212,2729	215	212	179
49	105,2011	104,0696	105	104	71
53	121,3582	120,0148	121	120	87
58	146,3505	144,6203	146	145	112
46	94,69924	93,68935	95	94	61

INSTITUTO DE FOMENTO PESQUERO

continuación Anexo 2

58	146,3505	144,6203	146	145	112
51	112,9313	111,7021	113	112	79
58	146,3505	144,6203	146	145	112
65	196,1151	193,4026	196	193	160
69	238,2353	234,4723	238	234	201
49	105,2011	104,0696	105	104	71
54	125,8701	124,4621	126	124	91
28	48,62482	47,99804	49	48	15
63	179,4807	177,1279	179	177	144
45	91,45	90,47516	91	90	57
22	36,94819	36,37940	37	36	3
54	125,8701	124,4621	126	124	91
38	71,44857	70,66271	71	71	38
39	74,05474	73,24688	74	73	40
48	101,5655	100,4775	102	100	67
68	226,3466	222,9004	226	221	188
45	91,45	90,47516	91	90	57
50	108,9858	107,8073	109	108	75
58	134,4805	144,6203	146	145	112
					0
<i>ángulo debajo plataforma</i>					
20	33,28507	32,73121	33	33	