

Abundancia y densidad relativa de delfines (*Mammalia: Delphinidae*) entre 18° y 25°S en el Sistema de la Corriente de Humboldt, norte de Chile

M. BUSCAGLIA¹, W. SIELFELD² & A. AGUAYO LOBO

1. <https://orcid.org/0000-0001-8178-342X> ✉ marxbuscaglia@gmail.com

2. <https://orcid.org/0000-0002-7055-5015>

OPEN ACCESS

Recibido:

08/09/2021

Revisado:

09/12/2021

Aceptado:

23/12/2021

Publicado en línea:

31/12/2021

Editor:

Dr. Santiago Pineda Metz.

ISSN 0718-686XX

RESUMEN

Se informan las abundancias y densidades relativas de delfinidos en el norte de Chile (18°30'S-70°27'W; 25°23'S-72°53'W) entre marzo y diciembre de 2000, mediante 99 transectos de franjas (longitud 31,7-162,4 km; media 95,26 ± 22,14 km). Se avistaron 5.841 individuos correspondientes a 8 especies.

La abundancia relativa de especies en general, presentó un máximo principal entre 23°-23°59'S (0,48 ind/km) y un máximo secundario en 19°-19°59'S (0,21 ind/km²). La densidad relativa para el área total fue de 0,13 ind/km² (error estándar 0,03) y la densidad relativa más alta fue registrada entre 23°-23°59'S (0,254 ind/km²; error estándar 0,129). El sector 18°-18°59'S mostró la menor densidad relativa (0,04 ind/km²). A nivel de especie, las abundancias relativas fueron menores a 0,1 ind/km², excepto *Lissodelphis peronii* (0,33 ind/km²), restringido al sector 22°-24°S, y *Tursiops truncatus* (0,12 ind/km) a 22°-23°S.

En el sector oceánico (al oeste de 71°W) *T. truncatus* fue más abundante entre 22°-23°59'S (0,085-0,110 ind/km), y en el sector nerítico (al este de 71°W) lo fue entre 19°-21°59'S (0,140-0,244 ind/km). *Globicephala macrorhynchus* y *Grampus griseus* fueron principalmente oceánicos, con un máximo principal (0,04 ind/km²) entre 18°-18°59'S y un máximo secundario (0,02 ind/km²) en 22°-22°59'S. En el sector nerítico estas especies solo estuvieron presentes entre 21°-21°59'S, y con muy baja representación (0,005 ind/km²).

Tursiops truncatus fue la especie más abundante y la única de presencia constante en todo el periodo de estudio (100% de periodos mensuales) y presente en el 17,2% de los transectos. Presentó una densidad relativa media estimada para toda el área de estudio de 0,45 ind/km² (error estándar = 0,0157; coeficiente de variación = 3,399).



Relative abundance and density of dolphins (*Mammalia: Delphinidae*) between 18° and 25°S in the Humboldt Current System, northern Chile

CÓMO CITAR:

Buscaglia *et al.* (2021).
Abundancia y densidad relativa
de delfines (*Mammalia:
Delphinidae*) entre 18° y 25°S
en el Sistema de la Corriente de
Humboldt, norte de Chile
Anales Instituto de la Patagonia,
[https://doi.org/10.22352/
AIP202149019](https://doi.org/10.22352/AIP202149019)

Contribución de los autores:

NC y CG: Recolección de
muestras de las islas Greenwich
y Rey Jorge

MG y AG: Recolección de
muestras de rizósfera de
Deschampsia antarctica Desv.

NC y GC: Redacción general
del manuscrito, análisis de la
información.

NC, LN, GW: diseño y desarrollo
de experimentos microbiológicos

NC, LN, PO, GW, LS:
Revisión bibliográfica

Declaración de intereses:

Los autores declaran no tener
conflicto de intereses.

Financiamiento:

Este trabajo fue realizado
con el apoyo de los proyectos
DIUA189-2020 y DIUA181-2020
de la Universidad Autónoma
de Chile. Las muestras fueron
recolectadas en el marco del
proyecto INACH MA-01-12

Esta información se discute en el contexto de estudios previos en el área, y su importancia en el diseño e implementación de medidas de conservación y manejo de ecosistemas.

Palabras clave: Ecosistema marino, Pacífico Sur Oriental, *Lissodelphis*, *Tursiops*, *Globicephala*, *Grampus*, *Lagenorhynchus*.

ABSTRACT

Relative abundances and relative densities of dolphins in Northern Chile (18°30'S-70°27'W; 25°23'S-72°53'W) between March and December 2000, are informed using 99 fringe transects (length 31.7-162.4 km²; mean 95.26 ± 22.14 km²). During the study 5841 individuals corresponding to 8 species were sighted.

The relative abundance of species in general, presented a main peak between 23°-23°59'S (0.48 ind/km²) and a secondary peak at 19°-19°59'S (0.21 ind/km²). The relative density for the total area was 0.13 ind/km² (standard error 0.03) and the highest relative density was recorded between 23°-23°59'S (0.254 ind/km²; standard error 0.129). The 18°-18°59'S sector showed the lowest relative density (0.04 ind/km²). At the species level, the relative abundances were less than 0.1 ind/km², except *Lissodelphis peronii* (0.33 ind/km²), restricted to the 22°-24°S sector, and *Tursiops truncatus* (0.12 ind/km) at 22°-23°S.

In the oceanic sector (west of 71°W) *T. truncatus* was more abundant between 22°-23°9'S (0.085-0.110 ind/km²), and in the neritic sector (east of 71°W) it was between 19°-21°59'S (0.140-0.244 ind/km²). *Globicephala macrorhynchus* and *Grampus griseus* were mainly oceanic, with a main maximum (0.04 ind/km²) between 18°-18°59'S and a secondary maximum (0.02 ind/km²) at 22°-22°59'S. In the neritic sector these species were only present between 21°-21°59'S, and with very low representation (0.005 ind/km²).

Tursiops truncatus was the most abundant species and the only one with a constant presence throughout the study period (100% of monthly periods) and present in 17.2% of the transects. For the entire study area it presented an estimated mean relative density of 0.45 ind/km² (standard error = 0.0157; coefficient of variation = 3.399).

The information is discussed in the context of previous studies in the area, and its importance in the design and implementation of conservation and ecosystem management.

Key words: Marine Ecosystem, Southeast Pacific, *Lissodelphis*, *Tursiops*, *Globicephala*, *Grampus*, *Lagenorhynchus*.

INTRODUCCIÓN

Las estimaciones de abundancia y densidad de las poblaciones de cetáceos son clave para evaluar los potenciales efectos de las perturbaciones antropogénicas (Carretta *et al.* 2006) como así también, para comprender el papel ecológico de estos animales en los ecosistemas marinos (Trites *et al.* 1997). La mayoría de las especies de cetáceos a lo largo de la costa norte de Chile se encuentran en estado vulnerable, fundamentalmente debido a la captura incidental en las pesquerías de anchoveta y jurel y/o pesquerías con redes de enmalle (Sepúlveda *et al.* 2007), como lo describieron Julian & Beeson (1998) y Carretta *et al.* (2005), para el ecosistema de la Corriente de California. Las pesquerías capturaron una gran cantidad de cetáceos (Trites *et al.* 1997), especialmente la pesquería de altura, como la que opera en el norte de Chile y Perú (extracción de hasta 12 millones de toneladas métricas/año; Thiel *et al.* 2007) lo que puede tener un impacto importante sobre los delfinidos, y en general, en la capacidad de carga de mamíferos marinos del sistema, potenciando además diversas interacciones alimentarias entre estos animales y las pesquerías.

La creciente presión de la población humana, los avances tecnológicos, los sonidos antropogénicos (p.ej., sonar, ruido de barcos y estudios sísmicos) y el cambio climático, también pueden ser importantes factores de limitación a la presencia de los delfinidos (Fernández *et al.* 2000; Barlow & Forney, 2007). Sin embargo, hay poca información publicada sobre la abundancia actual que permita evaluar los impactos antropogénicos directos sobre las especies de cetáceos y estimar así sus requerimientos objetivos de recursos (Barlow & Forney 2007).

A escala global, el conocimiento sobre la distribución y abundancia de cetáceos es incompleto (Van Waerebeek *et al.* 1987, 1988). En el Pacífico oriental, Smith (1981) Dohl *et al.* (1986), Barlow (1995) y Barlow & Forney (2007) informan acerca de estimaciones de densidad en el sistema de corrientes de California. El conocimiento de los delfinidos en el sistema de corrientes de Humboldt (SCH) es particularmente escaso (Clarke 1962; Aguayo 1975; Cárdenas *et al.* 1986, 1991; Buscaglia *et al.* 2020) y carente de estimaciones poblacionales y de densidad. El SCH es una de las cuatro principales corrientes de los márgenes orientales de los océanos del mundo, caracterizada por el estrés eólico costero dominante hacia el ecuador, el transporte de Ekman en alta mar, el afloramiento costero de aguas profundas, frías y ricas en nutrientes y pesquerías altamente productivas (Hill *et al.* 1998).

En el sector norte del SCH, la línea costera al norte de la península de Mejillones (23oS) es relativamente recta y alineada principalmente en dirección norte-sur. En esta zona, gran parte de la productividad biológica se desarrolla en una franja angosta a lo largo de la costa, particularmente en áreas de surgencia activa entre 18° y 35°S (Fonseca 1989; Fonseca & Fariás, 1987; Vergara 1991, 1992; Strub *et al.* 1998).

La surgencia generada por el transporte de Ekman es mayor en la primavera/verano, con eventos que duran de 4 a 15 días (Castilla *et al.* 2002; Fuenzalida 1992; Pizarro *et al.* 1994; Blanco *et al.* 2001) y su relación con los patrones de distribución de los delphinidos ha sido discutida por Buscaglia *et al.* (2020).

Al norte de 35-40oS, el flujo principal de la corriente de Humboldt se ubica mar adentro de un sistema de flujos costeros más estrechos (Thiel *et al.* 2007), de los que está separado por la

contracorriente de Perú (Günther 1936; Wyrтки 1963, 1964, 1966, 1967; Sievers & Silva 1975; Silva & Sievers 1981; Strub *et al.* 1998; Escribano *et al.* 2002) y que se combina con los afloramientos, para crear condiciones oceanográficas muy particulares y consistentes principalmente en bajas temperaturas, alto contenido de oxígeno disuelto, alto contenido de nutrientes y alta productividad del sistema (Ryther 1969; Mann & Lazier, 1991; Walsh 1991).

La productividad primaria general del sistema a lo largo de la costa chilena y peruana ($4000 \text{ mg C m}^{-2} \text{ D}^{-1}$; Walsch 1991) es mayor que la del sistema de California ($1000\text{-}2500 \text{ mg C m}^{-2} \text{ D}^{-1}$; Olivieri & Chávez 2000) (Thiel *et al.* 2007) y es uno de los sistemas de afloramiento costero más productivos del mundo (Carr 2002), por lo que también es un importante lugar de alimentación para vertebrados marinos (peces, reptiles, aves y mamíferos).

Esta zona, sin embargo, se ve afectada por una notable variabilidad interanual oceánica y atmosférica derivada de pulsos ecuatoriales periódicos de tipo ENSO (Thiel *et al.* 2007), que pueden extenderse hasta 40°S (Carr *et al.* 2002; Strub y James 2002), e incluso hasta los $60^{\circ}30'\text{S}$, Islas Shetland del Sur: Antártida (Aguayo-Lobo *et al.* 1998c), asociado a cambios en la temperatura de la superficie del océano (TSM) que generan periodos cálidos (El Niño) y fríos (La Niña), determinando los patrones de distribución de los organismos marinos, incluidos los cetáceos (Ramírez & Urquiza, 1985).

La familia Delphinidae está representada a lo largo de la costa chilena por diecinueve especies (Aguayo-Lobo 1975; Sielfeld 1983; Cárdenas *et al.* 1986; Guerra *et al.* 1987b; Canto *et al.* 1992; Aguayo *et al.* 1998a), ocho de las cuales habitan la zona litoral del norte del país. Un estudio comparativo de la densidad de las manadas de delfines en el Pacífico oriental tropical (Smith 1981; Holt & Powers, 1982; Holt & Sexton, 1990 a, b) mostró ensambles de especies muy diferentes con *Stenella attenuata*, *S. longirostris*, *S. caeruleoalba*, *Delphinus delphis* y *Lagenodelphis hosei* como especie más abundante.

Se han calculado índices de abundancia en el Pacífico Sur Oriental de Chile sólo para cinco especies (Aguayo-Lobo *et al. op. cit.*; Leatherwood & Kastelein 1984; Leatherwood *et al.* 1988; Venegas 1996; Lesrauwaet *et al.* 2000), por lo que se desconoce el tamaño de las poblaciones de las doce especies restantes. Por esta razón, la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales) ha asignado la categoría de "Datos Insuficientes" a diez de las especies y "Preocupación Menor" al resto de ellas. Desde un contexto chileno, (Aguayo-Lobo *et al.* 1998b), 11 especies se consideran "insuficientemente conocidas", tres especies son "vulnerables" y 2 están "en peligro de extinción".

Sólo se han realizado estimaciones de densidad para la tonina overa *Cephalorhynchus commersonii* en el Estrecho de Magallanes: Chile, mediante transectos aéreos (Leatherwood & Kastelein 1984; Venegas & Atalah 1987; Venegas 1996; Lesrauwaet *et al.* 2000). Leatherwood & Kastelein (*op. cit.*) indicaron densidades de hasta 29,14 individuos /milla² (error estándar = 9,83); Venegas & Atalah (1987) señalan una densidad de 0,077 individuos/km² (coeficiente de variación 32,0%) y Venegas (1996) entrega una estimación máxima de 0,473 individuos/km² (error estándar=0,5563); Lesrauwaet *et al.* (2000) estimaron un máximo de 1,21 individuos / km².

La presente nota científica representa la continuidad del estudio de los delfines de la zona norte de Chile realizado por Buscaglia *et al.* (2020) y para lo cual se hará referencia a estimaciones

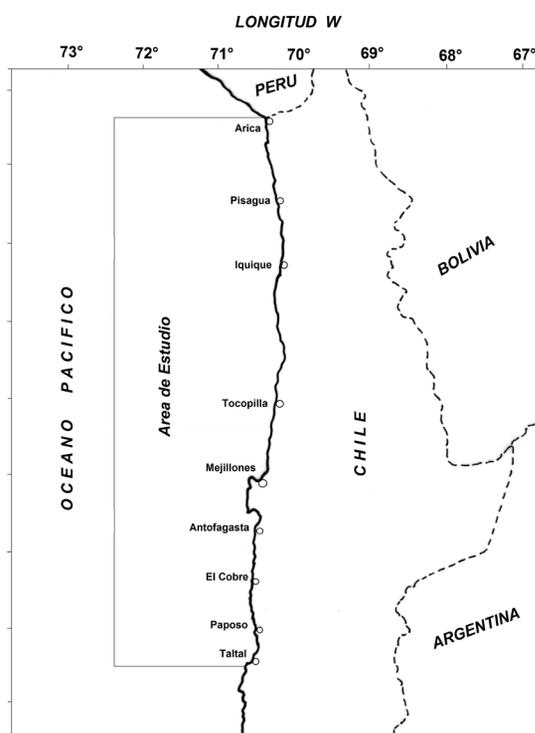


Figura 1. Mapa general del área de estudio..

de abundancia y densidad relativa como base para comprender la biología y distribución de los pequeños cetáceos en el ecosistema de la Corriente de Humboldt frente al norte de Chile y complementar la situación descrita anteriormente para el área por Aguayo (1975, 1998a). En el presente caso se utilizaron métodos de transectos lineales para analizar los datos bajo los siguientes objetivos: 1) Identificar las especies presentes en el norte de Chile; 2) Determinar la abundancia relativa de las especies y; 3) Determinar la densidad relativa de las especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio (Fig. 1) se informó en un trabajo anterior de Buscaglia *et al.* (2020). El estudio se realizó entre las latitudes de 18°30' S y los 25°30' S, y desde la costa hasta los 72°00' W de longitud.

En el caso particular de la estimación de la densidad relativa de *Tursiops truncatus*, que mostró ser la especie más abundante, el área de estudio se dividió arbitrariamente en un sector nerítico (al este de 71°W) y otro oceánico (al oeste de 71°W). En el caso de los transectos que cruzan este límite, se asignaron a uno u otro sector utilizando la mayor extensión por sector como elemento de clasificación.

TABLA 1: Abundancia relativa (ind/km) expresada para especies en general y por especie y por grado geográfico de latitud.

Latitud	Transectos (km)	General	Dd	Dc	Gm	Gg	Lo	Lp	Sc	Tt	Indet.
18°30' - 18°59'S	480,038	0,0395			0,007					0,0122	
19°00' - 19°59'S	1366,036	0,2145	0,0769	0,0029		0,0073				0,1127	0,0150
20°00' - 20°59'S	1177,873	0,1316					0,0339			0,0891	0,0085
21°00' - 21°59'S	1910,149	0,2408		0,0785		0,0262	0,0079			0,0916	0,0366
22°00' - 22°59'S	1415,67	0,3433			0,0212	0,0134	0,0106	0,1413		0,1180	0,0353
23°00' - 23°59'S	1593,832	0,4775			0,0113		0,0238	0,3344	0,0094	0,0759	0,0226
24°00' - 24°59'S	915,258	0,0951	0,0328	0,0087			0,0524				0,0011
25°00' - 25°30'S	388,736	0,0386								0,0385	
18°00' - 25°30'S	9247,592	0,2461	0,0146	0,0175	0,0059	0,0085	0,0169	0,0793	0,0016	0,0810	0,0208

Equipo

Los datos fueron recolectados a bordo del velero de 13 m "Balaena", entre los meses de abril y diciembre de 2000. La jornada de búsqueda y avistamiento de los animales se extendía entre las 7:00 y las 18:30, sumando un esfuerzo diario de 11,5 h, el que fue realizado por tres observadores independientes y en tres turnos de 4 h. cada uno. La fecha, hora y posición geográfica se registraron automáticamente cada 5 minutos utilizando un navegador GPS Trimble Transpak y Garmin 65. El esfuerzo de avistamiento fue asistido mediante búsqueda acústica con un hidrófono omnidireccional (Benthos AQ4 con preamplificadores Ithaco).

Cruceros

El estudio se realizó en el marco del Proyecto de Grabación de Sonido en Cachalotes (Rendall *et al.* 2004). Detalles acerca el track de navegación ya han sido presentados por Whitehead (2003), Whitehead *et al.* (2008) y Rendell *et al.* (op. cit.), totalizando 158 días en el mar durante 9 cruceros (Tabla 1, en: Buscaglia *et al.* 2020). Los cruceros duraron entre 9 y 22 días, dependiendo del clima y las condiciones del mar, a intervalos mensuales durante el año 2000 (Rendall *et al.* 2004).

El rumbo de la embarcación no siguió un plan de navegación predeterminado, y se ajustó a la dirección e intensidad del viento y las características del mar y el movimiento de los cachalotes (Flores 2005), determinando un patrón de distribución de transectos aleatorios según lo establecido por Burnham *et al.* (1980) para la estimación de densidades a través de transectos.

Durante la navegación fueron considerados "transectos" los tramos rectos entre los puntos georeferenciados de inicio y finalización de un desplazamiento, con longitud expresada en km (longitud media $95,26 \pm 22,14$ km). Se completó 99 de estas unidades, totalizando 9.430,57 km (5.092,10 millas náuticas). Los 99 transectos de franjas cubrieron 18.821,1 km², lo que representa el 9,1% del área total de estudio (= 207.614,6 km²).

Los *track* de navegación y los transectos fueron detallados por Buscaglia *et al.* (2020) y no están representados en la presente nota. La distancia (km) entre puntos se estimó mediante la ecuación de Vincenty (1975) para calcular distancias en superficies esferoidales en geodesia. La longitud de los transectos varía entre 41 y 162 km (Apéndice: Tabla 1) y es equivalente en cada caso a la distancia recorrida durante un día de prospección, cuya extensión dependió de la velocidad del viento.

Para las estimaciones de abundancia y densidad relativa, cada transecto se consideró una unidad independiente, sin embargo, debido a la ocurrencia de numerosos transectos vacíos, los transectos de cada campaña fueron fusionados en una sola unidad, de la manera descrita por Barlow & Forney (2007).

Especies

La identificación taxonómica de los individuos se corroboró siguiendo el "Review of Small Cetaceans" de Culik (2004) y "Whales and Dolphins" de Leatherwood *et al.* (1983). Se prestó especial atención al delfín de hocico corto *Delphinus delphis* y al delfín de hocico largo *Delphinus capensis*, los que se distinguieron por el patrón de coloración menos nitido y colorido que caracteriza al primero (Perrin 2002). La nomenclatura utilizada es la presentada por Aguayo *et al.* (1998a). Una completa lista de las especies presentes en el área es reportada por Buscaglia *et al.* (2020) junto con una "tasa de encuentro" (TE= ind y/o manadas/km e ind y/o manadas/km).

Avistamientos

La identificación de especies y el tamaño de las manadas fueron registrados independientemente por cada uno de los tres observadores en cada uno de los turnos. Los datos, incluida la geolocalización de cada avistamiento, fueron previamente ordenados en sentido latitudinal por Buscaglia *et al.* (2020). En la tabla 1 (Apéndice) se muestran los avistamientos por transecto, ordenados cronológicamente. Se indica la posición geográfica del inicio y final de cada transecto y la distancia recorrida estimada (km); también se indica la primera distancia de observación (m) de cada avistamiento. En cada avistamiento se registró: 1) identificación de especies 2) tamaño de la manada y 3) distancia estimada al primer punto de observación.

Los avistamientos fueron asistidos con binoculares 10X50 con una cuadrícula graduada para la estimación de la distancia y una cámara Canon EOS 3000 con un zoom de 75-300 mm, y digitalizados con Surfer Software (WIN 32), versión 6.04. Se hicieron avistamientos a ambos lados del barco y las distancias se calcularon con el ángulo horizontal del primer punto de observación.

Para el método del transecto en franja (densidad relativa), la distancia máxima de avistamiento a cada lado de la embarcación se fijó en 1000 m (ancho del transecto = 2 km) donde se asumió que la probabilidad de detectar un grupo en el transecto era 1.0 (Gerrodette & Forcada 2005), estando implícito que el 100% de los grupos se detectaron en la franja. Por lo tanto, los avistamientos fuera del límite de 1000m se excluyeron para el cálculo de la densidad relativa (ind/km²), sin embargo, fueron considerados para el cálculo de la abundancia relativa (ind/km).

La orientación se estimó utilizando una brújula de navegación y la distancia vertical se midió contando las divisiones de la retícula binocular desde el horizonte hasta el avistamiento (Lerczak & Hobbs 1998). La altura de observación sobre el agua fue de 5 m.

La distancia de observación radial (R) se calculó con la siguiente expresión:

$$R = (r + h) \sin (\alpha + \beta C) - \sqrt{r^2 - [(r + h) \cos (\alpha + \beta C)]^2}$$

dónde: "h" es la altura del binocular (expresada en km), "r" es el radio de la Tierra (6371 km), " α " es la tangente (H/r) donde "H" es la distancia al horizonte expresada en km ($H = \sqrt{2rh + h^2}$), " β " es la lectura del retículo y "C" el factor de conversión radianes/retículo (Leaper & Macleod 2005).

Densidades relativas y abundancias relativas

De acuerdo a Rendell *et al.* (2004) se utilizó el número de encuentros (manadas y/o individuos) dividido por la distancia recorrida (km) como índice de "abundancia relativa" (IAR = ind y/o manadas/km de navegación). Las distancias recorridas están representadas por las longitudes de los transectos, los que están expresados en la Tabla 1 (Apéndice). En este caso, para la estimación de la abundancia relativa, el ancho de la franja no presenta límites, considerándose la totalidad de los avistamientos contenidos en la tabla general.

Estos datos también se expresan como avistamientos/día para facilitar su comparación con el "índice de abundancia" (IA = ind/día) desarrollado por Aguayo *et al.* (1998) para el sector Valparaíso-Isla de Pascua, para cuyo caso solo se consideraron las observaciones realizadas con "buenas condiciones climáticas", tal como lo señalaron como requisito estos autores.

El "índice de densidad relativa" (IDR = ind y/o rebaños / km²) se estimó mediante el método de transectos (Burnham *et al.* 1980; Mandujano 1999; Buckland *et al.* 2001) y mide la proporción de individuos por unidad de muestra (área), sin tener necesariamente una relación directa con el área total.

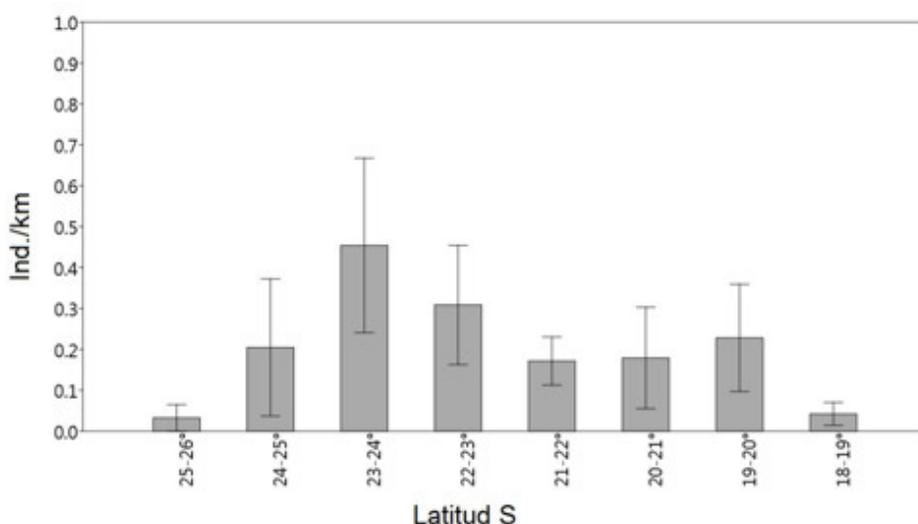
Este índice tiene los siguientes supuestos aplicables a poblaciones móviles: (1) Todos los animales tienen la misma probabilidad de ser avistados (2) Todos los avistamientos corresponden a diferentes animales (3) Los transectos están distribuidos aleatoriamente con respecto a los animales estudiados (Burnham *et al.* 1980; Smith 1981; Holt & Colonia 1987).

El algoritmo utilizado fue el del método del transecto en franjas, considerado como un cuadrante muy largo (Mandujano 1999) con los siguientes supuestos: (1) Solo se deben contar los individuos que se encuentran dentro del ancho del transecto previamente definido, y (2) Debe asegurarse que se cuentan todos los individuos dentro de la banda (Eberhardt 1978; Burnham *et al.* 1980).

Debido a la baja altura de la plataforma de observación (5,0 m), la distancia máxima (w) se estableció en 1 km por lado (ancho de franja = 2 km), asumiendo que la probabilidad de detectar un grupo en el transecto era 1.0. (Gerrodette & Forcada 2005) quedando implícito que se detectó el 100% de los grupos dentro de la franja.

La expresión para estimar la densidad relativa con este método es: $D = n / 2Lw$; donde: n = número de animales y/o rebaños; L = longitud del transecto y 2w = en ancho del transecto, e igual a la suma de la distancia de observación a ambos lados de la embarcación. La distancia perpendicular de los avistamientos se estimó mediante triangulación trigonométrica. La abundancia total (N) de una especie se estimó como la densidad (D) multiplicada por el área (A).

Figura 2. Abundancias relativas (ind./km; $M \pm ES$) de delfinidos (todas las especies) expresadas por grado geográfico.



Las tendencias latitudinales de la abundancia y densidad relativas se definieron a partir de los datos ordenados en sentido norte a sur, por grado geográfico, de acuerdo a la tabla 1, Apéndice 1 de Buscaglia *et al.* (2020). Para una estimación general de la densidad relativa y los cambios estacionales, los mismos datos se organizaron siguiendo un orden cronológico (Apéndice: Tabla 1).

El análisis cuantitativo de las series de datos incluyó estimación de medias (M), desviación estándar (DS) como medida de la dispersión de la media, y error estándar (ES) como medida de precisión. Esta última medida se utilizó en las representaciones gráficas. Para el caso de las densidades relativas (DR) y como base de comparación con otras poblaciones, se estimó también los límites de confianza del 95% (LC) para la media (mediante método Bootstrap; 9999 iteraciones) y el coeficiente de variación (CV) = DS/M , que como índice de variación (IV) también es expresado porcentualmente como $IV = DS/M$. Para todos los cálculos se utilizó el programa estadístico PAST 3.16 (Hammer 2018).

RESULTADOS

Especies observadas

Se registraron 111 pequeñas manadas de cetáceos y 5.841 individuos de 8 especies de delfines en 99 transectos. Se registraron las siguientes especies: delfin común (*Delphinus delphis*) (Dd), delfin común de rostro largo (*Delphinus capensis*) (Dc), calderón de aleta corta (*Globicephala macrorhynchus*) (Gm), delfin gris (*Grampus griseus*) (Gg), delfin oscuro (*Lagenorhynchus obscurus*) (Lo), delfin liso (*Lissodelphis peronii*) (Lp), estenela listadado (*Stenella coeruleoalba*) (Sc) y tursiÓN (*Tursiops truncatus*) (Tt).

b.- Abundancia relativa y densidad relativa en el gradiente latitudinal

b.1. Todas las especies

La mayor abundancia relativa para las especies en general, fue en el sector 23°-23°59'S

Figura 3: Densidades relativas (ind./km^2) ($M \pm ES$) de delfinidos (todas las especies) expresadas por grado geográfico.

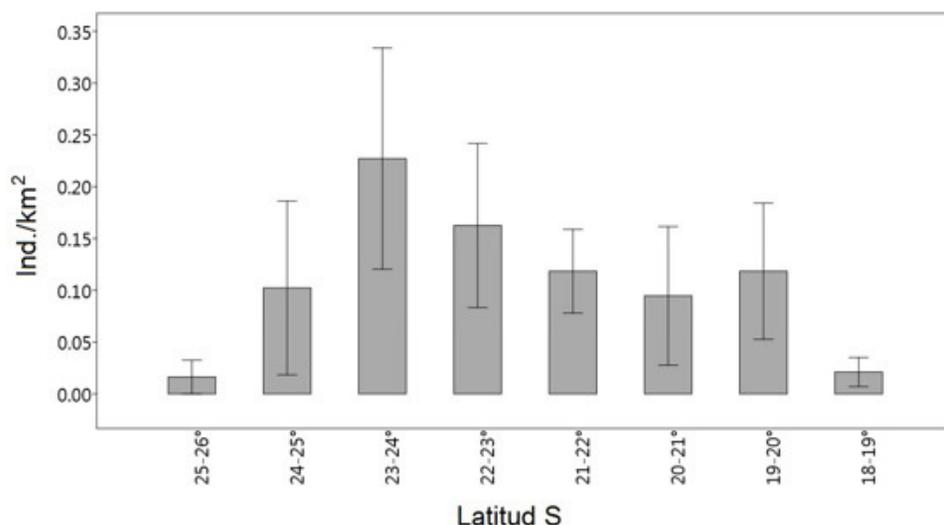


TABLA 2: Densidades relativas medias (ind./km^2 ; M, ES, CV) ordenadas por grado geográfico de latitud, con límites de confianza (95% de confianza; bootstrap con 9999 iteraciones), donde: n = número de transectos; Li_M = límite inferior de la media; Ls_M = límite superior de la media.

Latitud	n	M	Li_M	Ls_M	ES	CV
18°30' - 18°59'S	5	0,021	0,0000	0,0422	0,014	1,486
19°00' - 19°59'S	15	0,118	0,0000	0,2237	0,066	2,150
20°00' - 20°59'S	14	0,095	0,0000	0,1806	0,067	2,643
21°00' - 21°59'S	21	0,118	0,0332	0,1865	0,040	1,564
22°00' - 22°59'S	15	0,163	0,0000	0,2910	0,079	1,887
23°00' - 23°59'S	16	0,253	0,0000	0,3978	0,129	1,880
24°00' - 24°59'S	9	0,102	0,0000	0,2046	0,126	2,460
25°00' - 25°30'S	4	0,0163	0,0000	0,0326	0,0163	2,000
18°00'-25°30'S	99	0,1161	0,0584	0,1477	0,0228	2,096

(Tabla 1), disminuyendo gradualmente hacia el norte (22°59'-18°00'S), con un máximo menor a 19°00'-19°59'S (Fig. 2). El área inmediatamente al sur (24°00'-25°23'S) presentó valores < 0,1 ind./km , al igual que en el tramo norte (18°00'-18°59'S).

Las densidades relativas están muy correlacionadas con una tendencia prácticamente idéntica a la abundancia relativa (índice de Spearman, $\rho = 0,91$), al utilizar prácticamente el mismo conjunto de datos, pero con diferencias que derivan de los registros que por la distancia de avistamiento quedan fuera del límite de 1000m de la franja de observación. Estos registros corresponden a 200, 5 y 250 Lp, avistados respectivamente a 3000m, 2000m y 1852m (transectos 79-81) y 20 Lo avistados a 2000 m (transecto 86) (Apéndice: Tabla 1).

Para delfinidos en general se obtuvo una densidad relativa media de 0,1161 ind./km^2

TABLA 3: Abundancias relativas (ind/km) por especie y calculada para los sectores neríticos por grado geográfico de latitud.

Sector nerítico	Km	Dd	Dc	Gm	Gg	Tt	Lo	Lp	Sc
18°30' - 18°59'S	298,357					0,0402			
19°00' - 19°59'S	614,679	0,1627	0,0080			0,2440			
20°00' - 20°59'S	788,027					0,1459	0,0508		
21°00' - 21°59'S	642,088				0,0311	0,1402	0,0234		
22°00' - 22°59'S	96,86								2,0648
23°00' - 23°59'S	272,429								0,9360
24°00' - 24°59'S	209,461								
25°00' - 25°30'S									
18°00' - 25°30'S	2921,901	0,0342	0,0014		0,0068	0,0435	0,0291	0,1557	

TABLA 4: Abundancias relativas (ind/km) por especie y calculada para los sectores oceánicos por grado geográfico de latitud.

Sector oceánico	Km	Dd	Dc	Gm	Gg	Tt	Lo	Lp	Sc
18°30' - 18°59'S	181,681			0,0385					
19°00' - 19°59'S	751,357	0,0053			0,0133	0,0053			
20°00' - 20°59'S	389,846								
21°00' - 21°59'S	1268,001		0,1183		0,0237	0,0670			
22°00' - 22°59'S	1415,679			0,0212	0,0134	0,1180			
23°00' - 23°59'S	1407,521			0,0128		0,0853	0,0269	0,1776	0,0107
24°00' - 24°59'S	705,797		0,0057				0,0681		
25°00' - 25°30'S	388,736					0,0520			
18°00' - 25°30'S	6508,618	0,0008	0,0243	0,0085	0,0075	0,0600	0,0132	0,0384	0,0023

(ES = 0,0228; CV = 2,096) (Tabla 2). El sector 23°S-23,59°S mostró los valores más altos con una densidad general de 0,253 ind/km² (ES = 0,129; CV = 1,880). El valor más bajo fue la zona 18°S-18,59° S con una densidad relativa de 0,014. La zona 25°S-25,59°S fue submuestreada y no se registró presencia de delfines en ella (Fig.3).

b.2. Análisis por especie

A nivel de especie las abundancias relativas fueron <0,1 ind/km, e incluso menores de 0,05 ind/km en Lo, Gg y Gm, y < 0,01 en Sc. Las excepciones fueron Lp restringido a 22°-24°, con 0,33 ind/Km, y Tt con 0,12 ind/km en el tramo 22°-23°S (Figs. 4 y 5; Tabla 1).

Las abundancias relativas por grado geográfico y segregadas para el sector nerítico (al este de 70° W) y el sector oceánico (al oeste de 71° W) mostraron que Lp estuvo restringido en la zona oceánica a 22°-23° 59'S (Fig.6), y en la zona nerítica sólo al tramo 23°00'S- 23°59'S (Fig.7).

Figura 4: Abundancia relativa de *Lissodelphis peronii* (ind./km; M±ES) expresada por grado geográfico de latitud.

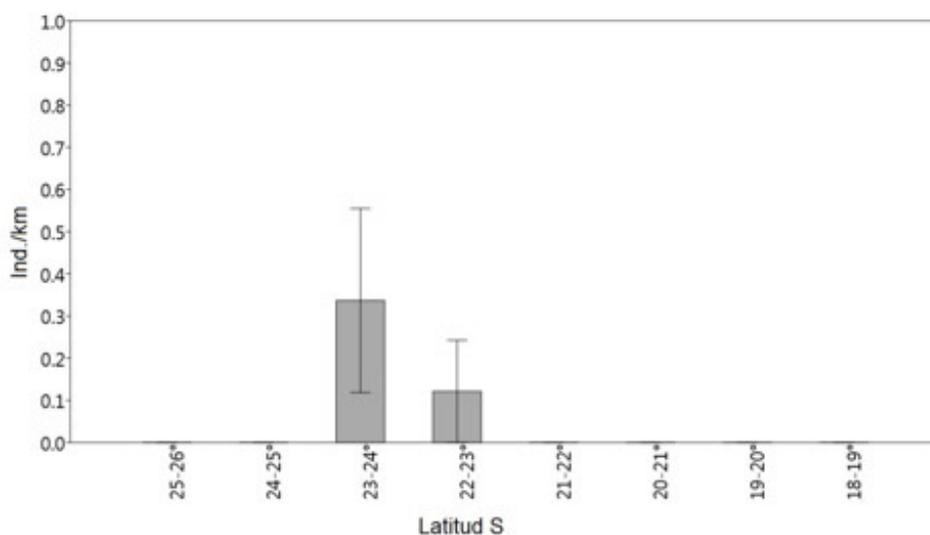
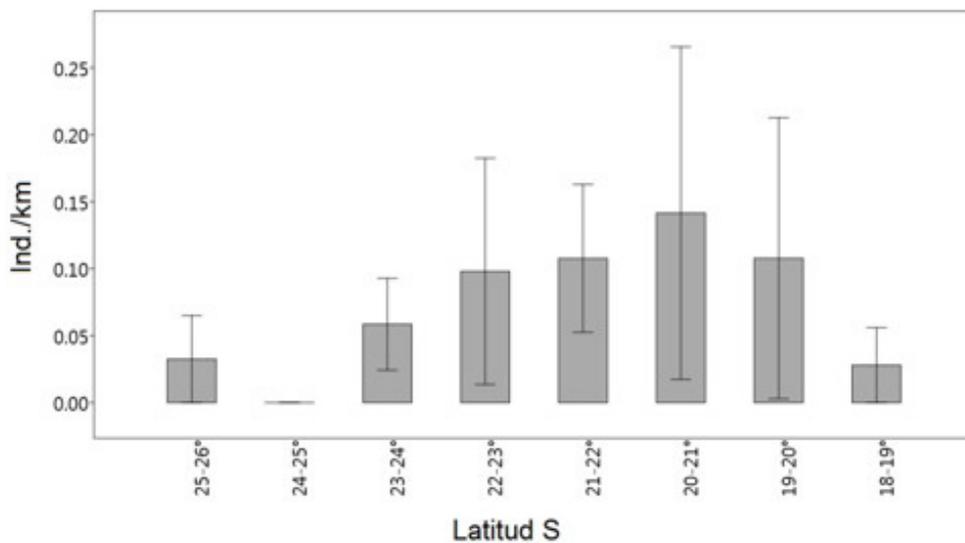


Figura 5: Abundancia relativa de *Tursiops truncatus* (ind./km; M±ES) expresada por grado geográfico de latitud.



Para *Tt* la mayor abundancia (AR) en el sector nerítico se presentó en 19°-21°59'S (AR media = 0,04-0,24 ind./km), mientras que en la zona oceánica fue más abundante en el sector comprendido entre 21° y 23° 59'S (AR media = 0,07-0,12 ind./km) (Tablas 3 y 4).

TABLA 5: Abundancia (ind/día) por especies y período mensuales.

Meses	Días (n)	Dd	Dc	Gm	Gg	Tt	Lo	Lp	Sc	Ni	Total
27/03 – 28/04	14	2,14	0,57	0,50	2,14	11,36				9,00	25,71
03/05 – 31/05	11	1,55				13,18	2,73				17,45
01/06/ - 30/06	15					4,80	2,67			4,00	11,47
02/07 – 31/07	11				2,73	6,64	1,64	29,34	0,09	0,55	41,00
01/08 – 27/08	9			5,30	1,00	20,56					26,89
01/09 – 10/10	10				1,00	7,90					8,90
26/11- 05/12	6					7,50					7,50
TOTAL	76	0,62	0,11	0,72	1,04	9,97	1,16	4,25	0,01	2,53	20,41

TABLA 6: Densidades relativas medias (ind/km²) para el área de estudio en general, con límites de confianza superior e inferior (95% de confianza; bootstrap con 9999 iteraciones), donde: n= número de transectos; Li_M= límite inferior de la media y Ls_M= límite superior de la media.

Especies	Dd	Dc	Gm	Gg	Lo	Lp	Sc	Tt	Indet.	Todas
n	99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
M	0,0087	0,0077	0,0041	0,0043	0,0128	0,0128	0,0005	0,0451	0,0114	0,1061
Li _M	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0107	0,0019	0,0584
Ls _M	0,0174	0,0153	0,0080	0,0079	0,0243	0,0256	0,0010	0,0720	0,0189	0,1477
ES	0,0072	0,0071	0,0027	0,0021	0,0084	0,0115	0,0005	0,0157	0,0044	0,0228
DS	0,0704	0,0692	0,0267	0,0205	0,0814	0,1125	0,0047	0,1533	0,0433	0,2224
CV	8,1063	9,0274	6,5054	4,7970	6,3703	8,7871	9,7468	3,3991	3,8131	2,0961

Las especies Gm y Gg (especies de buceo profundo) fueron registradas en la zona oceánica, (Fig. 8a; tabla 4) con un máximo principal (media 0,04 ind/km) en 18°-18°59'S y un máximo secundario (media 0,02 ind/km) entre los 22° - 22°59'S. En la zona nerítica estas especies solo se observaron en el tramo 21°-21°59'S (Fig. 8b; tabla 3), con una abundancia muy baja (media 0,003 ind/km). Los avistamientos de Gm fueron realizados al sur de 22°S (48 ind) y Gg entre 22° y 19°S (79 ind) (Apéndice: Tabla 1).

Los avistamientos medios (ind/día; Tabla 5) indican en general y para todo el período de estudio, un índice de 20,41 avistamientos/día; donde las especies más avistadas fueron Tt (9,97 ind/día) y Lp (4,25 ind/día). Otras especies presentaron valores alrededor de 1 ind/día (Dd = 0,60 ind/día; Lo = 1,16 ind/día), excepto Sc (0,01 ind/día) y Dc (0,11 ind/día), ambas especies raras y/o poco frecuentes (respectivamente 1 y 2 avistamientos de rebaños: Apéndice: Tabla 1). Tt fue constante a lo largo del período de estudio con un máximo en agosto (20,56 ind/día) y un segundo máximo en mayo (13,98 ind/día). Lo estuvo presente entre mayo y julio (índice de avistamiento 1,64 - 2,73 ind/día). Gm y Gg fueron registrados entre julio y octubre, la fase estacional más fría del océano (16-18°C; SHOA 1996).

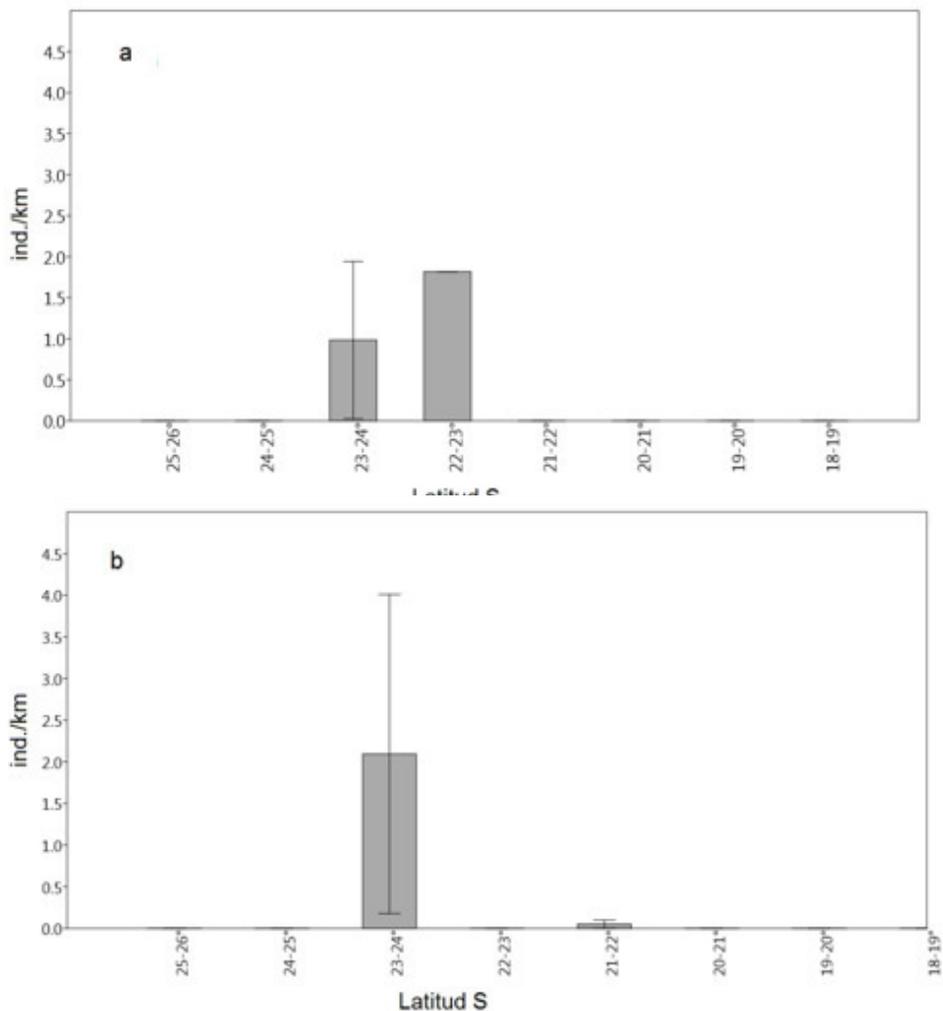


Figura 6: Abundancia relativa (ind./km; M±ES) de *Lissodelphis peronii* en situaciones neríticas (a) y oceánicas (b), expresados por grado geográfico de latitud.

TABLA 7: Estimaciones del tamaño de las dotaciones de delfinidos en el área de estudio y expresadas por grado geográfico de latitud con límites de confianza superior e inferior (95% de confianza; bootstrap con 9999 iteraciones), donde: Li_M = límite inferior de la media y Ls_M = límite superior de la media.

Sectores	Área (km ²)	M (ind./km ²)	Li_M (ind./km ²)	Ls_M (ind./km ²)	Estimado (n)
18°30' - 18°59'S	980,070	0,0211	0,000	0,042	0,00 - 41,36
19°00' - 19°59'S	2672,074	0,1184	0,000	0,224	0,00 - 597,74
20°00' - 20°59'S	2355,746	0,0946	0,000	0,181	0,00 - 425,45
21°00' - 21°59'S	3820,298	0,1183	0,033	0,187	126,83 - 712,49
22°00' - 22°59'S	3025,060	0,1625	0,000	0,291	0,00 - 880,29
23°00' - 23°59'S	3359,900	0,2271	0,000	0,398	0,00 - 1336,57
24°00' - 24°59'S	1830,516	0,1023	0,000	0,205	0,00 - 374,52
25°00' - 25°30'S	777,472	0,0163	0,000	0,033	0,00 - 25,35

Figura 7. Abundancia relativa (ind./km; M±ES) de *Tursiops truncatus* en situaciones neríticas (a) y oceánicas (b), expresados por grado geográfico de latitud.

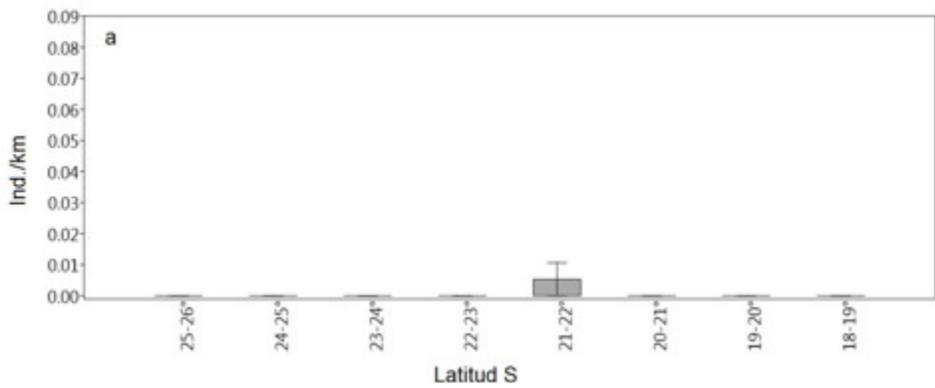
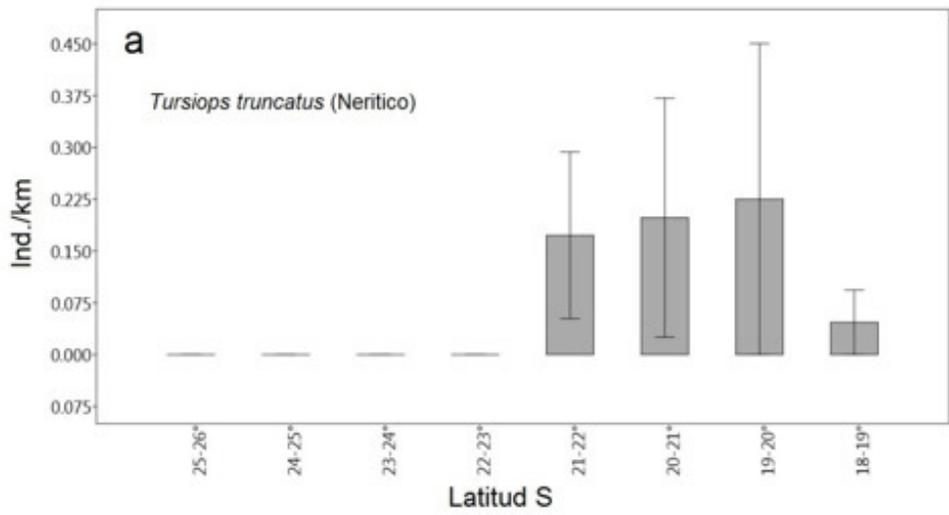
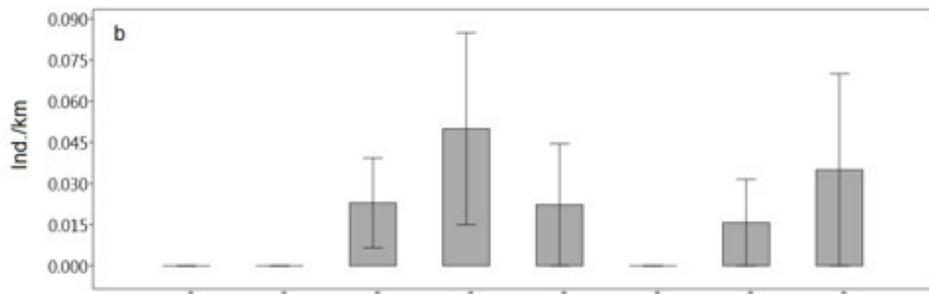


Figura 8: Abundancia relativa nerítica y oceánica (ind./km; M±ES) de *Grampus griseus* + *Globicephala macrorhynchus* expresada por grado geográfico de latitud en condiciones neríticas (a) y oceánicas (b).



c.- Densidades relativas en el área de estudio en general:

Para las especies en su conjunto y para todo el área de estudio, los datos indican una DR media de 0,1061 ind/km² (ES=0,0228; CV=2,0961) (Tabla 6).

Tt fue la única especie constante en todo el período de estudio (100% de períodos mensuales: tablas 4 y 5), presente en el 17,2% de los transectos (Apéndice: Tabla 1), con una densidad relativa media estimada para toda el área de estudio de 0,45 ind/km² (ES=0,0157; CV = 3,399). Las densidades relativas para otras especies se expresan en la tabla 6. Destaca en general y para todos los casos, un CV extremadamente alto y superior a 2,00; que deriva de la gran cantidad de transectos vacíos (sin registro) de la serie de estudio (Apéndice: Tabla 1).

d.- Estimación poblacional:

Sobre la base de los antecedentes anteriores (Tabla 6) y aplicados a la totalidad del área de estudio, con una superficie de 207.614,60 Km², junto a una media (M) = 0,1061 delfinidos / km²; límites de confianza 95% = 0,0584-0,1477 ind/ km²) se estima la existencia de 12.124,69 - 30.664,68 ind/ km² en el área.

Las densidades relativas (DR) a lo largo del gradiente latitudinal y dentro del área total estudiada (Tabla 2) y los tamaños poblacionales estimados a partir de esta información (Tabla 7), destacan al sector 23°S–23.59°S (sector Mejillones/Antofagasta) por presentar la más alta DR (0,227 ind/km²) y una estimación máxima de hasta 1.336,57 de delfinidos en el área. Las DR más bajas corresponden a los sectores 18°S–19°59°S (sector Arica / Camarones) y 25°S–25.59°S (sector Paposo / Carizalillo) con DR medias <0,05 227 ind/km² y poblaciones máximas de delfinidos <50 individuos (Tabla 7).

DISCUSIÓN

La diversidad de especies del área de estudio fue discutida por Buscaglia *et al.* (2020). Tt fue la especie más abundante, distribuida en toda el área de estudio y durante todo el período anual de prospección. Dd y Dc solo estuvieron presentes en el sector norte del área de estudio y Gg se observó en el área asociada a la península de Mejillones.

Otras especies se distribuyeron muy localmente, entre ellas Sc, encontrada frente a Mejillones (23,05–23,8°S/70,8°W) y previamente citada por Findlay *et al.* (1998) frente a Iquique. Tal como lo demostraron Buscaglia *et al.*, la distribución de esta especie responde principalmente a condiciones oceanográficas como la productividad derivada de los procesos de afloramiento costero y la batimetría propias de la zona de estudio.

El período y la zona de estudio se caracterizó por anomalías positivas en la temperatura superficial del mar (NCEP/NOAA 2000), condición que probablemente explica los avistamientos de Sc y Gm (*Globicephala macrorhynchus*), así como también, la ausencia de *Globicephala melas*, una especie con preferencia por aguas más frías, pero simpátrica con Gm en la parte norte de su área de distribución (Aguayo *et al.* 1998a). *G. melas* no está presente en la costa peruana (Reyes 1992). Las anomalías térmicas positivas en el área durante el período de estudio probablemente

también sean la causa de la ausencia de avistamientos de *Orcinus orca*, una especie cosmopolita, pero con preferencia por aguas más frías en ambos hemisferios (Jefferson *et al.* 1993; Dahlheim & Heyning 1999). La especie Sc se distribuye principalmente en mares tropicales y templados cálidos y en Perú ha sido registrada en la zona norte (Au & Perriman 1985) y la parte sur (Reyes 1992).

La comparación de los presentes avistamientos expresados como ind/día, con los registros reportados por Aguayo *et al.* (1998) para el sector abarcado entre Valparaíso e Isla de Pascua ($26^{\circ}26'S-33^{\circ}42'S/72^{\circ}08'W-109^{\circ}23'W$) establece como especies comunes a Tt, Lp, Lo y Dd. Respecto de Tt el presente registro de 9,97 ind/día (4,8 – 20,6 ind/día) (Tabla 5) es consistente con los valores de 0,89-50,63 ind/día citados frente a Valparaíso. En este caso los avistamientos fueron realizados entre $72^{\circ}08'S-83^{\circ}12'S$, zona correspondiente a la transición entre las Aguas Subtropicales y las Aguas Subantárticas de la corriente de Humboldt (Silva *et al.* 2009), lo que corrobora la distribución fundamentalmente costera y asociada al margen continental, ya indicada por Buscaglia *et al.* (2020) para el área.

Lp con 4,25 ind/día (Tabla 5) es alto en comparación con los 0,63 ind/día informado por Aguayo *et al.* (op.cit.), sin embargo, en ambos casos su avistamiento fue puntual, y en el presente caso solo tres avistamientos de manadas con 1852 - 3000 individuos (Apéndice: Tabla 1) que explican el alto índice ind/día.

En los dos casos de avistamientos reportados para Lo, con 1,16 ind/día y 0,25 ind/día, se limitaron a la zona nerítica al este de $72^{\circ}24'W$, límite establecido alrededor de $73^{\circ}17'W$ por Aguayo *et al.* (op. cit.).

Respecto a Dd la presente data muestra claras diferencias respecto de Aguayo *et al.* (op. cit.), con 0,62 ind/día (Tabla 5) del presente caso, frente a 42,57 ind/día (0,76 – 193,04 ind/día) de Aguayo *et al.* (op. cit.). Estas diferencias corroboran sin embargo el carácter de especie fundamentalmente oceánica y registrada al oeste de $73^{\circ}34'S$ frente a Valparaíso (Aguayo *et al.* 1998) frente a un área más nerítica (solo hasta $72^{\circ}30'W$) del presente estudio.

Una referencia especial merece *Orcinus orca*, especie relativamente común a lo largo de la costa chilena al norte de Arica (Aguayo-Lobo *et al.* 1998a y 2002), pero ausente durante todo el período de muestreo anual, situación que probablemente responde a las condiciones cálidas del evento Niño (ENOS: Evento Niño Oscilación del Sur) imperantes durante el período de estudio.

Las cuantificaciones poblacionales de pequeños cetáceos a nivel nacional son escasos, destacando las estimaciones de abundancia de *Cephalorhynchus commersoni* realizados en el Estrecho de Magallanes por Leatherwood & Kastelein (1984), Venegas & Atalah (1987), Venegas (1996) y Lescrauwaet *et al.* (2000); donde los primeros dan cuenta de 8,496 ind/km² y los siguientes respectivamente 0,77 ind/km²; 1,155 ind/km² y 1,206 ind/km². Estos valores no son comparables con los presentes resultados por corresponder a situaciones ecológicas y biogeográficas totalmente distintas y con gran intervención antrópica, principalmente pesquera, en el área de estudio abordada en el presente estudio.

Comparativamente y respecto de la situación que ha sido informada para el Sistema de la Corriente de California (SCC) por Barlow & Gerodette (1996), Forney & Barlow (1998) y Barlow

& Forney (2007), zona que con algunas diferencias es comparable al Sistema de la Corriente de Humboldt (SCH) (Montecinos & Lange (2009); muestran consistencia respecto de las densidades relativas y los coeficientes de variación del presente caso. Así, de las especies compartidas y comparadas con los valores informados por Barlow & Forney (op. cit.), en donde destacan Tt con 0,423 ind/10 km² (costero) y 0,098 ind/10 km² (oceánico) en California y Dd con 0.085 ind/10 km² (costero) y 3,094 ind/10 km² (oceánico) y *Lissodelphis peroni/borealis* con 0.093 ind/10 km² a 0.098 ind/10 km² en el SCC.

Tal como se ha señalado en los párrafos introductorios, la información que sustenta el presente estudio deriva de observaciones anexas al desarrollo del “Estudio de la geografía y evolución de los clanes vocales en los cachalotes (*Physeter catodon*) del Pacífico Sur” dirigido por el Dr. Henry Paine Whitehead, Universidad Dalhousie. Por lo anterior los presentes resultados solo constituyen una primera aproximación al estudio de la presencia de delfinidos en el extremo norte de Chile, indicando la necesidad de nuevos estudios centrados en los efectos ENOS el impacto pesquero (captura secundaria, competencia alimentaria), estacionalidad, migraciones locales y regionales; considerando transectos de franja de mayor longitud y ancho, de modo de reducir transectos vacíos y que inciden en la dispersión de los datos y el coeficiente de variación (CV).

De ese modo, y como base para un estudio más profundo, el sistema de muestreo utilizado y consistente en transectas al azar y omidireccionales, deberá ser reemplazado por un sistema de transectos paralelos y perpendiculares a la costa, como ya se han aplicado en la costa de California por Barlow (1995) y Barlow & Forney (2007), con características comparables al norte de Chile.

AGRADECIMIENTOS

El estudio se llevó a cabo a bordo del yate “Balaena” en el marco de los proyectos “La geografía y evolución de los clanes vocales en los cachalotes del Pacífico Sur”, dirigido por el Dr. Henry Paine Whitehead, Universidad Dalhousie, Halifax, Nueva Escocia, Canadá, y “Distribución espacio-temporal de especies de cetáceos que viven o visitan las aguas marinas del norte de Chile”, a cargo del Dr. Anelio Aguayo-Lobo, Instituto Antártico Chileno; y el programa “Evaluación de la Biodiversidad del Norte de Chile” del Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Chile.

Agradecemos al Dr. Henry Paine Whitehead por poner a disposición su yate “Balaena” para el estudio, al Dr. Luke Rendell, capitán y científico jefe del crucero, por su apoyo y participación en la obtención de los datos de este estudio, a nuestros colegas y biólogos marinos Dra. María José Pérez, Dr. Marcelo Flores, Dr. Jorge Acevedo, Dr. Francisco Vidri, Carolina Lippi & Leah Bedje quienes fueron parte fundamental del trabajo de campo.

Un agradecimiento especial al Dr. Gene C. Feldman, Oficial Responsable de la NASA, Curador del sitio web Ocean Color, por su ayuda con los datos de del sensor de campo de visión amplio de visualización del mar (SeaWiFS) y por proporcionar imágenes históricas de marzo de 2000.

LITERATURA CITADA

- Aguayo, A. (1966). Observaciones de cetáceos frente a la costa de Chile, durante el año 1966. Informe al Ministerio de Agricultura (Departamento de Pesca y Caza). Montemar, Chile. Informe Técnico. 11 pp.
- Aguayo, A. (1975). Progress report on small cetacean research in Chile. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32(7): 1123-1143.
- Aguayo-Lobo, A. (1999). Los cetáceos y sus perspectivas de conservación. *Estudios Oceanológicos*, 18: 35-43.
- Aguayo-Lobo, A., D. Torres, & J. Acevedo. (1998a). Los mamíferos marinos de Chile: I. Cetacea. Serie Científica, Instituto Nacional Antártico de Chile (INACH), 48: 19-159.
- Aguayo-Lobo, A., R. Bernal, C. Olavaria, V. Vallejos, & R. Hucke-Gaete. (1998b). Observaciones de cetáceos realizadas entre Valparaíso e isla de Pascua, Chile, durante los inviernos de 1993, 1994 y 1995. *Revista de Biología Marina*, 33(1): 101-123.
- Aguayo-Lobo, A., D. Torres, & J. Acevedo. (1998c). Influencias del fenómeno "El Niño" en el Estrecho Bransfield, Antártica, durante Julio 1998. Serie Científicas INACH, 48:161-184. Santiago Chile.
- Aguayo-Lobo, A., H. Whitehead, L. Rendell, J. Acevedo, V. Vallejos, L. Bejder, R. Moraga, J. Atalah, M. Buscaglia, M. Flores, E. González, C. Lippi, M.J. Pérez, R. Vargas, & F.A. Vidali. (2002). Distribución espacio-temporal de las especies de cetáceos registrados frente a las costas del norte de Chile, Arica (18o 30'S) y sur de Taltal (25o 30'S), durante el año 2000. En: Libro de resúmenes. 10a RT y 4o Congreso SOLAMAC, 14-19 de Octubre, Valdivia- Chile p.25-26.
- Au, D.W. & W.L. Perriman. (1985). Dolphin habitats in the Eastern tropical Pacific. *Fish. Bull.*, 83:623-643.
- Barlow, J. (1995). The abundance of cetaceans in California waters. Part I: Ship surveys in summer and fall of 1991. *Fishery Bulletin*, 93: 1-14.
- Barlow, J. & T. Gerrodette. (1996). Abundance of cetaceans in California waters based on 1991 and 1993 ship surveys. NOAA Tech. Memo. NMFS-SWFSC-233, 15 p.
- Barlow J. & K.A. Forney. (2007). Abundance and population density of cetaceans in the California Current ecosystem *Fishery Bulletin*, 105: 509-526.
- Blanco J.L., A.C. Thomas, M.E. Carr, & P.T. Strub. (2001). Seasonal climatology of hydrographic conditions in the upwelling region off northern Chile. *Journal of Geophysical Research*, 106(6): 11.451-11.467.
- Buckland, S., T. Anderson, D. Burnham, K. Laake, J. Borchers, & D. Thomas. (2001). Introduction to distance sampling: estimating abundance of biological populations, 440 pp. Oxford University Press, London.
- Burnham, K.P., D.R. Anderson, & J.L. Laake. (1980). Estimation of density from line transect sampling of biological populations. *Wildlife Monographs*, 72: 1-202.
- Canto, J., P. Ruiz, & J. Yáñez. (1992). Registro de nuevas especies de cetáceos para la costa de Chile y antecedentes del grupo. *Boletín, Museo Nacional de Historia Natural, Chile*, 43: 105-115.
- Cárdenas, J.C., M. Stutzin, J. Oporto, C. Cabello, & D. Torres. (1986). Manual de Identificación de los cetáceos chilenos. 102 pp. CODEFF, Santiago.
- Cárdenas, J.C., J. Yáñez, J.C. Reyes, & K. van Waerebeek. (1991). Nuevos registros de cetáceos para el Archipiélago de Juan Fernández, Chile. *Boletín, Museo Nacional Historia Natural, Chile*, 42: 113-120.
- Carr, M.E., P.T. Strub, A.C. Thomas, & J.L. Blanco. (2002). Evolution of 1996-1999 La Niña and El Niño conditions off the western coast of South America: a remote sensing perspective. *Journal of Geophysical Research*, 107(C12):3236.
- Carretta J.V., T. Price, D. Petersen, & R. Read. (2005). Estimates of marine mammal, sea turtle, and seabird mortality in the California drift gillnet fishery for swordfish and thresher shark, 1996-2002. *Marine Fisheries Review*, 66 (2):21-30.
- Carretta, J.V., K.A. Forney, M.M. Muto, J. Barlow, J. Baker, B. Hanson, & M.S. Lowry. (2006). U.S. Pacific Marine Mammal Stock Assessments: 2005. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SWFSC- 388: 1-317.
- Castilla, J.C., N.A. Lagos, R. Guíñez, & J.L. Largier. (2002). Embayments and nearshore retention of plankton: The Antofagasta Bay and other Examples, pp. 179-203. In: Castilla, J.C., & J.L. Largier (Eds). *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 243 pp.

- Clarke, R. (1962). Whale observation and whale marking off the coast of Chile in 1958 and from Ecuador towards and beyond the Galapagos Islands in 1959. *Norsk Hvalfangst. Tidende*, 51(7): 265-287.
- Culik, B.M. (2004). Review of Small Cetaceans. Distribution, Behaviour, Migration and Threats. United Nations Environment Programme (UNEP) and the Secretariat of the Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals (CMS), Bonn, Germany. Marine Mammal Action Plan/Regional Seas Reports and Studies N° 177 pp.
- Dahlheim, M.E., & J.E. Heyning. (1999). Killer whale - *Orcinus orca* (Linnaeus, 1758). In: Handbook of marine mammals (Ridgway SH, Harrison SR, eds.) Vol. 6: The second book of dolphins and porpoises, pp. 281-322.
- Dohl, T.P., M.L. Bonnell, & R.G. Ford. (1986). Distribution and abundance of common dolphin, *Delphinus delphis*, in the Southern California Bight: A quantitative assessment based on aerial transect data. *Fishery Bulletin*, 84: 333-343.
- Eberhardt, L.L. (1978). Transect methods for population studies. *The Journal of Wildlife Management*, 42(1): 1-31.
- Efron, B., & G. Gong. (1983). A leisurely look at the bootstrap, the jackknife, and cross-validation. *The American Statistician*, 37(1): 36-48.
- Escribano, R., V.H. Marin, P. Hidalgo, & G. Olivares. (2002). Physical-biological interactions in the pelagic ecosystem of the nearshore zone of the Northern Humboldt Current System, pp. 145-179. In: Castilla, J.C., & J.L. Largier (Eds). *The oceanography and ecology of the nearshore and bays in Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, 245 pp.
- Findlay, K., R. Pitman, T. Tsurui, K. Sakai, P. Ensor, H. Iwakami, D. Ljungblad, H. Shimada, D. Thiele, K. Van Waerebeek, R. Hucke-Gaete, & G.P. Sanino. (1998). 1997/1998 IWC-Southern Ocean Whale and Ecosystem Research (IWC/SOWER) Blue Whale Cruise, Chile. Documento Técnico, IWC, May 1998. Muskat, Oman, 39 pp.
- Flores, M. (2005). Patrón de distribución de unidades sociales de cachalote *Physeter macrocephalus*, frente a las costas de la I y II Regiones de Chile. Tesis de Biólogo Marino. Universidad de Valparaíso, Viña del Mar, 70 pp.
- Fonseca, T. (1989). An overview of the Poleward Undercurrent and upwelling along the Chilean coast, pp. 203-228. In: Neshyba, S.J., C.N.K. Mooers, R.L. Smith, & R.T. Barber (Eds). *Poleward flows along Eastern Ocean Boundaries*, Springer-Verlag, New York.
- Fonseca, T., & M. Fariás. (1987). Estudio del proceso de surgencia en la costa chilena utilizando percepción remota. *Investigaciones Pesqueras*, Chile 34: 34-46.
- Forney, K. A., & J. Barlow. (1998). Seasonal patterns in the abundance and distribution of California cetaceans, 1991-92. *Marine Mammal Science*, 14(3):460-489.
- Fuenzalida, R. (1992). Proceso de surgencia en la Región Norte de Chile latitudes 20°30'S-21°45'S. *Revista de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Serie Ciencias del Mar*, 2: 79-104.
- Fuenzalida, R., W. Schneider, J.L. Blanco, J. Garcés, & L. Bravo. (2007). Chile-Perú Current System and Water Masses between Caldera and Easter Island. *Ciencia y Tecnología del Mar*, 30(2): 5-16.
- Gaskin, D.E., & A. Read. (1988). Exploitation and biology of small cetaceans in the coastal waters of Perú and Northern Chile. IUCN/UNEP(OCA)-PSE-MM/DPPS IC 1/34, 58 pp.
- Guerra, C., K. van Waerebeek, G. Portflitt, & G. Luna. (1987a). The short-finned Pilot Whale *Globicephala macrorhynchus* Gray, 1846, the first record for Chile. *Estudios Oceanológicos*, 6: 97-102.
- Guerra, C., K. van Waerebeek, G. Portflitt, & G. Luna. (1987b). Presencia de cetáceos frente a la Segunda Región de Chile. *Estudios Oceanológicos*, 6: 87-96.
- Günther, E.R. (1936). A report on oceanographical investigation in Peru Coastal Current. *Discovery Reports*, 13: 107-276.
- Hammer, O. (2018). PAST. PAleontological STatistics Version 3.21 Reference Manual. 264 pp.
- Hill, A.E., B.M. Hickey, F.A. Shillington, P.T. Strub, K.H. Brink, E.D. Barton, & A.C. Thomas. (1998). Eastern ocean boundaries, pp 29-68. In: Robinson, A.R., & K.H. Brink (Eds.). *The Sea*. John Wiley & Sons, New York.
- Holt, R.S. (1987). Estimating density of dolphin schools in the eastern tropical Pacific Ocean by line transect methods. *Fishery Bulletin*, 85(3): 419-434.
- Holt, R.S., & J. Cologne. (1987). Factors affecting line transect estimates of dolphin school density. *Journal of Wildlife Management*, 51(4): 836-843.
- Holt, R.S. & J.E. Powers. (1982). Abundance estimation of dolphins stocks in the eastern tropical Pacific yellowfin tuna fishery determined from aerial and ship surveys to 1979. *NOAA Technical Memorandum*, 23: 1- 95.

- Holt, R.S., & S.N. Sexton. (1989). Monitoring trends in dolphin abundance in the eastern tropical Pacific using research vessels over a long sampling period: analyses of 1987 data. Report of the International Whaling Commission, 39:347-351.
- Holt, R.S., & S.N. Sexton. (1990a). Monitoring trends in dolphin abundance in the eastern tropical Pacific using research vessels over a long sampling period: analyses of 1988 data. Report of the International Whaling Commission, 40:471-476.
- Holt, R.S., & S.N. Sexton. (1990b). Monitoring trends in dolphin abundance in the eastern tropical Pacific using research vessels over a long sampling period: analyses of 1986 data, the first year. Fishery Bulletin, 88(1):105-11.
- Jefferson, T.A., S. Leatherwood, & M.A. Weber. (1993). FAO Species Identification guide. Marine mammals of the world. UNEP/FAO, Rome, 320 pp.
- Julian, F., & M. Beeson. (1998). Estimates of marine mammal, turtle, and seabird mortality for two California gillnet fisheries: 1990-1995. Fishery Bulletin, 96:271-284.
- Leeper, R., & K. Macleod. (2005). Cruise Leader Guide. SCANSII: Small Cetaceans in the European Atlantic and North Sea, 20 pp.
- Lerczak, J.A., & R.O. Hobbs. (1998). Calculating sighting distances from angular readings during shipboard aerial, and shore-based marine mammal surveys. Marine Mammal Science, 14: 590-599.
- Leatherwood, S., R.R. Reeves, & L. Foster. (1983). The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins. The Sierra Club Books, San Francisco, U.S.A., 302 pp.
- Leatherwood, S., & A. Kastelein. (1984). Estimate of Numbers of Commerson's Dolphins in a Portion of the Northeastern Strait of Magellan, January-February 1984. Report of the International Whaling Commission (Special Issue), 9: 93-102.
- Leatherwood, S., R. Kastelein, & K. Miller. (1988). Observations of Commerson's dolphin and other cetaceans in south Chile, January-February 1984. In: Brownell, R., & G. Donovan (Eds). Biology of the genus *Cephalorhynchus*. Reports of the International Whaling Commission (Special Issue), 9: 71-84.
- Lescrauwaet, A., J. Gibbons, L. Guzman, & A. Schiavini. (2000). Abundance estimation of Commerson's dolphin in the eastern area of the Strait of Magellan – Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 73: 473-478.
- Mandujano, S. (1999). Cuento de venados (*Odocoileus virginianus: Cervidae*) en transectos: Recomendaciones para su uso. Revista del Instituto de Ecología, A.C. México, 6: 27-30.
- Mann, K.H., & J.R.N. Lazier. (1991). Dynamics of marine ecosystems: biological physical interactions in the oceans. Blackwell Scientific Publications, Boston, 466 pp.
- Montecinos, V., & K. Lange. (2009). The Humboldt Current System: Ecosystem components and processes, fisheries, and sediment studies. Progress in Oceanography, 83: 65-79.
- NCEP/Climate Prediction Center. (2000). El Niño/Southern Oscillation (ENSO) Diagnostic Advisory 2000/4. 5 pp. National Centers for Environmental Prediction, NOAA/National Weather Service, Climate Prediction Center, <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products> accessed 19/04/2000.
- Perrin, W.F. (2002). Common dolphins, pp. 245-248. In: W.F. Perrin, B. Würsig, & J.G.M. Thewissen (Eds.), Encyclopedia of marine mammals. Academic Press, San Diego, U.S.A.
- Pizarro, O., S. Hormazábal, A. González, & E. Yáñez. (1994). Variabilidad del viento, nivel del mar y temperatura en la costa norte de Chile. Investigaciones Marinas, Valparaíso, 22: 85-101.
- Ramirez, P., & W. Urquiza. (1985). Los cetáceos mayores y el fenómeno El Niño 1982-1983, pp. 201-206. In: Arntz, W., A. Landa & J. Tarazona (Eds.), El Niño, su impacto en la fauna marina. Boletín del Instituto del Mar del Perú (volumen extraordinario), Callao-Perú, 218 pp.
- Rendell, L.E., H. Whitehead, & R. Escribano. (2004). Sperm whale habitat use and foraging success off northern Chile: Evidence of ecological links between coastal and pelagic systems Marine Ecology Progress Series, 275:289-295.
- Reyes, J.C. (1992). Informe nacional sobre la situación de los mamíferos marinos en Perú. Informes y Estudios del Programa Mares Regionales del PNUMA, 145:1-21.
- Ryther, J.H. (1969). Photosynthesis and fishproduction in the sea. Science, 166: 72-76.
- Schneider, W., R. Fuenzalida, E. Rodríguez, & J. Garcés. (2003). Characteristics and Formation of Eastern South Pacific Intermediate Water. Geophysical Research Letters, 30(11), 1581, doi:10.1029/2003GL017086, 2003.

- Sepúlveda, M., M.J. Pérez, D. Oliva, L.R. Durán, W. Sielfeld, V. Araos, & M. Buscaglia. (2007). Operational interaction between South American sea lions *Otaria flavescens* and artisanal (small-scale) fishing in Chile: results from interview surveys and on-board observations. *Fisheries Research*, 83: 332-340.
- Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). (1996). Atlas Oceanográfico de Chile, vol. 1(18°21'S a 50°00'S). Litografía Carroza, Valparaíso.
- Sielfeld, W. (1983). Mamíferos marinos de Chile. Ediciones de la Universidad de Chile, Santiago, 199 pp.
- Sievers, H.A., & N. Silva. (1975). Masas de agua y circulación en el Océano Pacífico Sudoriental. Latitudes 18°S 33°S. (Operación Oceanográfica MARCHILE VIII). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 1: 7-67.
- Silva, N. (1983). Masas de agua y circulación en la región norte de Chile. Latitudes 18oS – 32oS (operación oceanográfica MARCHILE XI-ERFEN II). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 7: 47-84.
- Silva, N., & H. Sievers. (1981). Masas de agua y circulación en la región de la rama costera de la corriente de Humboldt: Latitudes 18oS-33oS (operación oceanográfica MARCHILE X – ERFEN I). *Ciencia y Tecnología del Mar*, 5: 5-50.
- Silva, N., N. Rojas, & A. Fedele. (2009). Water masses in the Humboldt Current System: Properties, distribution, and the nitrate deficit as a chemical water mass tracer for Equatorial Subsurface Water off Chile. *Deep Sea Research II*, 56:1004-1020.
- Smith, T. (1981). Line-Transsect techniques for estimating density of porpoise schools. *Journal of Wildlife Management*, 45(3): 650-657.
- Strub, P.T. & C. James. (2002). Altimeter-derived surface circulation in the large-scale NE Pacific Gyres. Part 1. Seasonal variability. *Progress In Oceanography* 53(2-4):163-183.
- Strub, P.T., J. Mesias, V. Montecino, J. Rutllant, & S. Salinas. (1998). Coastal ocean circulation off Western South America. Coastal segment, pp. 273-313. In: Robinson, A.R., & K.H. Brink (Eds). *The Sea*. John Wiley & Sons, New York.
- Thiel, M., E.C. Macaya, E. Acuña, W. Arntz, H. Bastias, K. Brokordt, P.A. Camus, J.C. Castilla, L.R. Castro, M. Cortés, C.P. Dumont, R. Escribano, M. Fernández, J.A. Gajardo, C.F. Gaymer, I. Gómez, A.E. González, H.E. González, P.A. Haye, J.E. Illanes, J.L. Iriarte, D.A. Lancellotti, G. Luna, C. Luxoro, P.H. Manriquez, V. Marin, P. Muñoz, S.A. Navarrete, E. Pérez, E. Poulin, J. Sellanes, H.H. Sepúlveda, W. Stotz, F. Tala, A. Thomas, C.A. Vargas, J. Vásquez, & J.M. Alonso. (2007). The Humboldt Current System of Northern and Central Chile. *Oceanographic processes, ecological interactions and socioeconomic feedback*. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45: 195-344.
- Trites A.W., V. Christensen, & D. Pauly. (1997). Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 22: 173-187.
- Van Waerebeek, K., J. Reyes, & B. Luscombe. (1988). Revisión de la distribución de pequeños cetáceos frente a Perú. *Boletín del Instituto del Mar del Perú (volumen extraordinario)*: 345-351.
- Venegas, C. (1996). Estimación de la densidad poblacional, mediante transectos aéreos en línea, de la tunina overa *Cephalorhynchus commersonii* en el Estrecho de Magallanes, Chile. *Anales del Instituto de la Patagonia, Serie Ciencias Naturales, Punta Arenas*, 24: 41-48.
- Venegas, C. & A. Atalah. (1987). Prospección aérea otoñal de toninas overas en el Estrecho de Magallanes. *Anales del Instituto de la Patagonia(Chile)*, 1:69.75.
- Vergara, J. (1991). La surgencia costera a la latitud de 30°S: un estudio numérico. *Revista de Biología Marina*, 20(2): 375-401.
- Vergara, J. (1992). Simulación de evento de surgencia costera a los 29,5°S. Chile. *Investigaciones Pesqueras, Chile*, 37: 73-87.
- Vincenty, T. (1975). Direct and Inverse Solutions of Geodesics on the Ellipsoid with application of nested equations. *Survey Review*, XXIII (176): 88-93. doi:10.1179/sre.1975.23.176.88.
- Walsh, J.J. (1991). Importance of continental margins in the marine biochemical cycling of carbon and nitrogen. *Nature*, 350: 53-55.
- Wyrtki, K. (1963). The horizontal and vertical field of motion in the Peru Current. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography of the University of California*, 8(4): 313-346.
- Wyrtki, K. (1964). Total integrated mass transports and actual circulation in the eastern South Pacific Ocean. *Studies in Oceanography, Japan*, 47-52.
- Wyrtki, K. (1966). Oceanography of the eastern equatorial Pacific Ocean. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 4: 33-68.
- Wyrtki, K. (1967). Circulation and water masses in the eastern equatorial Pacific Ocean. *International Journal of Oceanology and Limnology*, 1(2): 117-147.

APÉNDICE

Tabla 1: Transectos, longitud, área de la franja y avistamientos, ordenados por periodos de muestreo (los números de los transectos están en correspondencia con los números de Buscaglia *et al.* 2020); a = coordenadas iniciales de los transectos; b= coordenadas finales de los transectos; los números subrayados se consideran fuera del área de la

Periodos	Transectos N°	Fecha	Latitud ^a	Longitud ^a	Latitud ^b	Longitud ^b	Km	Km ²	Especies	N°	Distancia (m)
I 27/3-28/4 2000	1	27-03-2000	19,602	71,318	19,669	70,718	84,636	109,270	Ni	20	30
	2	28/03/2000	19,803	70,686	19,253	70,884	81,118	162,240			
	3	29/03/2000	19,085	70,767	18,635	70,603	93,711	187,420			
	21	01-04-2000	20,219	71,067	20,584	70,535	81,118	162,236			
	22	02-04-2000	20,851	70,602	21,286	70,818	61,301	122,602			
	23	03-04-2000	21,117	70,802	21,617	70,486	74,450	148,900			
	24	04-04-2000	21,617	70,486	21,934	71,135	88,711	177,422	Gg	20	30
	87	07-04-2000	24,103	71,769	24,167	71,700	119,824	239,648	Dc	8	70
									Dd	30	200
									Ni	1	30
	58	13-04-2000	22,951	70,900	22,984	71,784	106,305	212,61	Ni	30	500
									Ni	25	70
									Gg	10	10
	25	15-04-2000	21,701	70,834	21,035	71,000	90,748	181,496	Ni	40	500
	4	25/04/2000	18,519	70,500	18,901	71,369	119,084	238,168			
	5	26-04-2000	18,901	71,369	18,817	70,569	98,341	196,682	Gm	7	1
	6	26/04/2000	18,817	70,569	19,351	71,267	112,416	224,830			
	7	27-04-2000	19,571	71,172	19,834	70,434	95,193	190,390	Tt	150	18
	33	28-04-2000	20,403	70,925	20,551	70,551	53,152	106,304	Ni	10	1
	II 3/5-31/5 2000	59	03-05-2000	21,968	70,769	22,069	70,418	43,892	87,784	Lo	15
									Tt	40	200
26		05-05-2000	20,051	70,550	20,285	70,918	53,338	106,676			
60		05-05-2000	22,717	70,618	22,686	71,484	113,528	227,056			
61		05-05-2000	22,686	71,484	22,818	72,203	87,044	174,088			
62		06-05-2000	22,853	72,418	23,202	71,485	120,380	240,76	Lo	5	1
									Lo	10	1
27		06-05-2000	20,285	70,918	20,352	71,901	118,528	237,056			
64		08-05-2000	22,234	70,985	22,453	71,302	50,004	100,008			
28		08-05-2000	20,134	70,401	20,167	71,334	112,787	225,574			
29	10-05-2000	20,167	71,334	20,117	72,018	82,784	165,568				
30	12-05-2000	20,684	70,652	20,368	70,617	41,300	82,600	Tt	10	200	
34	12-05-2000	20,551	70,551	20,652	71,001	55,745	111,49	Tt	25	200	
									Tt	20	300
									Tt	30	400
									Tt	10	300
									Tt	10	400

	35	12-05-2000	21,969	70,669	21,368	70,585	82,229	164,458			
	31	13-05-2000	20,368	70,617	20,601	71,234	80,932	161,864			
	32	14-05-2000	20,352	71,901	20,402	70,925	117,602	235,204			
	8	15-05-2000	19,967	72,367	19,467	71,686	104,082	208,164	Dd	5	80
	9	30-05-2000	18,534	70,468	19,100	70,569	73,895	147,790	Dd	100	1
	10	31-05-2000	19,251	70,668	19,568	70,968	77,414	154,828			
	39	31-05-2000	20,403	71,302	20,140	70,785	70,932	141,864			
III	40	01-06-2000	20,140	70,785	20,017	70,217	71,302	142,604			
1/6-30/6	41	01-06-2000	20,069	71,052	21,000	71,018	119,269	238,538	Lo	40	150
2000	42	01-06-2000	21,169	71,018	22,000	70,934	106,305	212,610	Tt	50	1
	37	02-06-2000	21,167	70,768	21,619	71,402	97,786	195,572			
	38	02-06-2000	21,619	71,402	21,968	70,769	87,600	175,2			
	43	04-06-2000	21,784	71,468	22,009	71,288	42,411	84,822	Tt	2	1
									Tt	3	1
									Tt	5	1
	45	07-06-2000	21,067	71,151	21,867	71,002	104,268	208,536			
	44	06/06/2000	20,101	71,118	21,024	71,077	119,084	238,168			
	11	09/06/2000	18,852	71,086	18,486	71,603	83,340	186,68			
	13	10/06/2000	19,950	71,802	19,236	71,634	100,008	200,016			
	14	13/06/2000	19,384	70,801	19,984	71,569	120,936	241,872			
	12	20-06-2000	19,284	71,701	18,852	71,086	102,786	205,570			
	36	22-06-2000	21,368	70,585	20,669	70,734	94,452	188,904	Ni	10	500
	54	22-06-2000	21,284	71,234	20,600	70,884	107,786	215,572	Ni	10	1
	53	22-06-2000	21,986	71,651	21,284	71,234	106,490	212,98	Ni	10	1
	55	22-06-2000	22,101	71,286	22,850	71,835	119,269	238,538			
	56	24-06-2000	22,935	71,718	22,051	71,617	113,342	226,684			
	15	26-06-2000	18,478	70,324	18,752	70,968	85,562	171,120	Tt	12	1
	16	27-06-2000	18,752	70,968	19,386	71,002	81,488	162,976			
	17	28-06-2000	19,386	71,002	19,852	71,068	59,820	119,640			
	67	30-06-2000	23,536	70,884	24,035	71,384	98,341	196,682	Ni	30	1
IV	57	02-07-2000	23,000	71,667	23,536	70,968	109,638	219,276			
2/7-31/7	63	02-07-2000	23,452	71,352	23,951	70,717	106,120	212,24			
2000	88	02-07-2000	24,969	71,234	24,167	70,835	112,972	225,944			
	65	03-07-2000	23,051	70,817	23,801	71,853	162,420	324,84	Lo	18	50
									Ni	5	500
									Tt	35	50
									Sc	15	275
									Tt	38	500
	89	03-07-2000	24,036	70,836	24,835	70,885	117,787	235,574			
	90	04-07-2000	25,102	71,451	24,302	71,851	119,269	238,538			
	66	04-07-2000	23,967	71,718	23,536	70,884	113,898	227,796	Lp	25	30
	91	05-07-2000	24,102	71,385	24,017	71,134	31,669	63,338	Lp	48	20

	92	06-07-2000	24,134	70,985	24,351	71,501	110,750	221,500			
	93	06-07-2000	24,185	71,686	24,651	70,917	112,231	224,462			
	94	07-07-2000	24,802	72,068	24,419	71,334	99,082	198,164			
	95	09-07-2000	24,419	71,334	24,101	70,653	91,674	183,348			
	46	20-07-2000	21,951	71,400	21,318	71,369	94,637	189,274			
	47	21-07-2000	21,318	71,369	20,800	71,884	103,897	207,794	Gg	30	15
	70	27-07-2000	23,401	71,367	22,703	70,985	114,454	228,908	Lp	250	1
		31-07-2000							Ni	1	1
V	71	01-08-2000	23,802	71,052	23,401	71,068	96,674	193,348	Tt	1	15
1/8-27/8	68	02-08-2000	23,500	70,834	22,885	71,386	105,194	210,388	Lp	3	1
2000	73	19-08-2000	23,852	71,967	23,502	71,252	99,638	199,276	Tt	35	20
									Gm	18	20
	69	20-08-2000	22,885	71,386	22,201	71,986	116,120	232,24	Gg	9	10
	74	20-08-2000	22,351	72,436	22,602	71,469	119,269	238,538			
	82	20-08-2000	23,902	71,935	23,918	70,936	119,454	238,908			
	83	21-08-2000	23,183	72,517	22,950	71,786	94,267	188,534	Tt	2	5
	85	21-08-2000	23,633	70,433	23,535	71,184	90,007	180,014	Tt	145	1000
									Tt	2	400
									Gm	5	470
	72	21-08-2000	22,467	71,552	22,252	71,852	51,671	103,342	Gm	25	1
	75	22-08-2000	22,602	71,469	22,452	70,618	114,454	228,908			
	76	23-08-2000	23,103	71,619	22,568	71,117	93,341	186,682			
	77	24-08-2000	22,784	71,617	22,117	71,635	96,860	193,72			
	78	27-08-2000	22,934	72,169	22,835	71,251	110,009	220,018			
VI	48	01-09-2000	21,401	71,135	22,269	71,036	116,491	232,982	Tt	75	1
1/9-10/10	49	02-09-2000	21,967	71,052	21,669	71,517	86,674	173,348			
2000	80	26-09-2000	22,985	70,750	23,618	70,450	96,304	192,608	Lp	5	2000
	81	26-09-2000	22,835	71,251	23,101	70,718	86,118	172,236	Lp	250	1852
	18	01-10-2000	19,919	70,752	19,286	71,100	95,563	191,126	Dc	4	200
	19	02-10-2000	18,567	71,401	19,317	71,535	97,415	194,830	Tt	4	1
	20	03-10-2000	19,317	71,535	19,733	72,000	79,266	158,532	Gg	10	500
	50	04-10-2000	20,801	71,118	21,401	71,450	88,892	177,784			
	51	05-10-2000	21,150	71,201	21,985	70,919	111,305	222,61	Dc	150	300
	52	06/10-2000	20,967	71,952	21,150	71,201	119,824	239,648			
	79	10-10-2000	22,784	71,617	22,117	71,635	96,86	193,72	Lp	200	3000
VII	84	26-11-2000	22,884	71,785	22,367	71,251	97,415	194,83	Tt	20	300
26/1-5/12	96	27-11-2000	24,884	70,701	25,199	71,351	75,747	151,494			
2000	97	28-11-2000	25,199	71,351	24,802	72,068	85,007	170,014			
	86	29-11-000	23,535	71,184	23,252	71,918	94,082	188,164	Tt	10	300
									Lo	20	2000
	98	03-12-2000	25,352	70,851	25,199	71,820	115,380	230,760	Tt	15	100
	99	05-12-2000	25,151	71,900	24,568	72,619	112,602	225,204			
TOTAL							9.430,57	18.821,136			

Apéndice: Afiliación declara por cada uno de los autores

Número afiliación	Nombre de la institución y/o organización Afiliación
1	Centro Universitario de Coyhaique, Universidad de Magallanes, Coyhaique, Chile.
2	Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile.
3	Departamento de Ciencias del Mar, Universidad Arturo Prat, Iquique, Chile
4	Departamento Científico del Instituto Antártico Chileno, Chile

Autor	Afiliación
M. Buscaglia	1, 2
W. Sielfeld	3
A. Aguayo	4