

**CENTRO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y DE EDUCACIÓN
SUPERIOR DE ENSENADA**



POSGRADO EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA MARINA

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE
ODONTOCETOS EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES Y CANAL DE
BALLENAS, B. C.**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS

Presenta:

LUCÍA BARBOSA DEVÉZE

Ensenada, Baja California, Febrero del 2006

RESUMEN de la tesis que presenta **Lucía Barbosa Devéze**, como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS en ECOLOGIA MARINA. Ensenada, Baja California. Febrero del 2006.

Diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, B. C.

Resumen aprobado por:

Dra. Gisela Heckel D.

El Golfo de California se caracteriza por tener una oceanografía extremadamente dinámica y una productividad primaria relativamente alta. Dentro del Golfo, la zona del Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, presenta un ambiente favorable para el desarrollo del fitoplancton, el cual sustenta una gran diversidad de ictiofauna, además de diversas especies de calamares. Debido a que uno de los factores importantes en la distribución de especies es la abundancia de alimento, esta zona juega un papel notable en la concentración de especies depredadoras, como los odontocetos. El objetivo del presente trabajo fue analizar la diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles durante 2003 y 2004. Se realizaron ocho salidas de campo (cuatro en cada año) con una duración de aproximadamente 30 días en cada estación del año. Se aplicó el método de transecto lineal a bordo de una embarcación menor (8 m) para cubrir el área sistemáticamente. Se navegaron 145 días con 827.35 horas de esfuerzo de búsqueda. La diversidad tuvo diferencias anuales y estacionales, donde el año 2004 fue el más diverso, ya que se encontraron las ocho especies reportadas en este trabajo. El índice de abundancia relativa (número de animales/hora de esfuerzo de búsqueda) por especie en los dos años fue de 56.03 para el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*), 0.71 para el tursiÓN (*Tursiops truncatus*), 0.50 para el calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), 0.11 para el delfín de Risso (*Grampus griseus*), 0.10 para la orca falsa (*Pseudorca crassidens*), 0.07 para el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y 0.02 para la orca (*Orcinus orca*). *G. griseus* se reporta por primera vez en esta zona. Además, la diversidad de especies (excepto *G. griseus*) es comparable con estudios hechos en la región en la década de los 1980's. En general, la abundancia relativa de los odontocetos fue mayor en verano y en la transición de otoño que en invierno y la transición de primavera durante 2003 y 2004, pero varió en cada especie. Para el delfín común de rostro largo (*D. capensis*) se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) anuales y estacionales; en el caso del tursiÓN (*T. truncatus*) no se encontraron diferencias significativas anuales ni estacionales ($p > 0.05$). Los avistamientos (localización o encuentro de un cetáceo por parte de un observador) se relacionaron con algunos factores ambientales (temperatura y profundidad del disco de Secchi) con mediciones *in situ* encontrando una correlación positiva entre el índice de abundancia relativa para el delfín común de rostro largo. Además se usaron imágenes de satélite de la biomasa fitoplanctónica y la batimetría del área de estudio para interpretar el uso de hábitat.

Palabras clave: Diversidad, distribución, odontocetos, Bahía de los Ángeles, Golfo de California.

ABSTRACT of the thesis presented by **Lucía Barbosa Devéze** as a partial requirement to obtain the MASTER OF SCIENCE degree in MARINE ECOLOGY. Ensenada, Baja California, México. February 2006.

Diversity and spatial-temporal distribution of odontocetes in Bahía de los Ángeles and Canal de Ballenas, B. C.

The Gulf of California has an extremely dynamic oceanography with a relatively high primary productivity. Within the Gulf, Canal de Ballenas and Bahía de los Ángeles region, is a favorable environment for phytoplankton production which sustains a high diversity of fish species and cephalopods. Since prey abundance is one of the main factors affecting species' distribution, this region seems to be important for predators such as odontocetes. The objective of this investigation was to analyze the diversity, occurrence, and distribution of odontocetes in Canal de Ballenas and Bahía de los Ángeles during 2003 and 2004. We visited the study area eight times (four each year) for approximately 30 days during each season of the year. Surveys were carried out in a small boat (24 ft) to systematically cover the study area by applying line-transect methods. We surveyed during 145 days with 827.35 hours of search effort. The diversity had seasonal and yearly differences, 2004 was more diverse than 2003, when all species reported here were sighted. The relative abundance index (number of animals/hour of search effort) per species during both years was: 56.03 long-beaked common dolphins (*Delphinus capensis*), 0.71 bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*), 0.50 pilot whales (*Globicephala macrorhynchus*), 0.11 Risso's dolphins (*Grampus griseus*), 0.10 false killer whales (*Pseudorca crassidens*), 0.07 the sperm whales (*Physeter macrocephalus*), and 0.02 killer whales (*Orcinus orca*). We report *G. griseus* in this area for the first time. Species diversity (except for *G. griseus*) is comparable to the only previous study in this area during the 1980's. Relative abundance of odontocetes was higher in summer and fall than in winter and spring during 2003 and 2004, although depended on the species. For *D. capensis* we found yearly and seasonal significant differences ($p < 0.05$); in contrast, we did not find yearly nor seasonal differences for *T. truncatus* ($p > 0.05$). The sightings were correlated with some environmental factors (temperature and depth of Secchi disk) measured *in situ* finding a positive correlation between the relative abundance index of *D. capensis*, satellite images of phytoplankton biomass and the bathymetry of the study area were used to interpret the habitat's use.

Key words: Diversity, distribution, odontocetes, Bahía de los Ángeles, Gulf of California.

DEDICATORIA

Quisiera dedicar esta tesis a mi familia, en especial a mi mamá por su gran amor, dedicación y por seguirme apoyando para que realice mis sueños, sin esto no habría llegado hasta donde estoy, ¡Muchas gracias y te quiero mucho!

También a mis abuelos (Melchor y Ana María), mi tía Toñita, a mi hermana Mariana, a mi tío Melchor (¡que siempre esta conmigo, en las buenas y en las malas!), a mis tíos Salvador y Paty, Arturo y Alma, Eduardo y Lucina, Rene, Marisela, Araceli. A mis primos Patrick, Melchor, Brigitte, Eugenio, Fausto y Nilda. Finalmente al resto de la familia Devéze (que son muchos) y a Federico.

Especialmente a Héctor por estar conmigo en estos años y por los que siguen ¡¡TE AMO!!

AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer a CONACYT y CICESE por el financiamiento de mis estudios de maestría. A la oficina de APFF “Islas del Golfo de California” (Dr. Alfredo Zavala e Isabel Fuentes) y finalmente a PRONATURA (Dr. Danemann) por las facilidades otorgadas.

Por la invitación a trabajar en el proyecto y por su confianza, a mi directora de tesis: Dr. Gisela Heckel. Además a mi comité de tesis, que sin su apoyo y sus valiosas aportaciones en cada avance, esta tesis no hubiera sido posible (Dra. Yolanda Schramm, Dr. Saúl Alvarez Borrego y al Dr. Luis Gustavo Álvarez). Gracias por todas sus sugerencias.

A International Community Foundation (California, USA) y Fundación Internacional de la Comunidad (Tijuana, México) que a través de ICMME y junto con CICESE financiaron el proyecto. También a SEMARNAT por haber otorgado los permisos SGPA/DGVS/0510 con fecha del 24/1/2003 y SGPA/DGVS/01640 del 25/2/2004.

Por la valiosa aportación de Paloma Ladrón de Guevara, quien se quedaba en los muestreos de campo en Bahía de los Ángeles 20 días más y me proporciono los datos de los odontocetos, que enriquecieron y fueron de gran ayuda para la tesis. Además por su amistad y por hacer los ratos en la panga muy divertidos.

En el trabajo de campo fue de gran ayuda José Arce (el güero), nuestro capitán, un gran amigo y nuestro salvador en algunas ocasiones. También Isabel Fuentes por su hospitalidad, amistad y ratos muy agradables, a los trabajadores de la oficina local en Bahía de los Ángeles del APFF “Islas del Golfo de California” por toda la ayuda prestada, a doña Bibi por las riquísimas comidas que preparaba y a todos los voluntarios en el trabajo de campo (Yoli, Samantha, Ligeia, Alejandra, Fabiola, Luis, Oscar, Eduardo y Eric).

En las asesorías y análisis de datos: al Dr. Jorge Ledesma que fue de gran ayuda en geología del Golfo de California; en la parte de la oceanografía física a la Dra. Tere Cavazos, al Dr. Manuel López y al Dr. Guido Marinone, por facilitarme artículos y sus comentarios sobre el Golfo de California. En la estadística fue de gran ayuda la Dra. Elena Solana y Olga. Los mapas en Arcview no hubieran sido posibles sin la ayuda y tiempo del M en C. Alejandro Hinojosa. Y por ultimo, a Jushiro Cepeda que invirtió mucho tiempo y esfuerzo en ayudarme en las imágenes de satélite, gracias!!!!

A mis maestros del posgrado en ecología marina, gracias por enseñarme a tener esa chispa por la ciencia y el mar. A Oscar, Sharon, Vicente, Saúl, Axa, Juan Carlos, Horacio, Yoli y Gisela.

Finalmente a todos mis compañeros de la maestría, que ahora son mis grandes amigos. Sin los cuales mi estancia en esta ciudad no seria la misma. A Vane (caribeña maldita) por esos súper divertidos momentos en el cubo, a Aines, Samantha, Concha (alias la Doctora), Carlos, Isabel, Jenny, Alfredo y María, Manuel, entre otros muchos que ya no me cupieron.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABLAS	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. <i>Hipótesis</i>	5
1.2. <i>Objetivos</i>	6
1.2.1. Objetivo general.....	6
1.2.2. Objetivos particulares.....	6
1.3. <i>Área de estudio</i>	7
1.3.1 Origen y evolución del Golfo de California.....	9
1.3.2 Geología de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.....	12
1.3.3 Oceanografía física y química.....	14
1.3.4 Oceanografía biológica.....	18
2. MATERIALES Y MÉTODOS	21
2.1. <i>Trabajo de campo</i>	21
2.2. <i>Análisis de datos</i>	22
2.2.1 Distribución temporal.....	24
2.2.2 Distribución espacial.....	24
2.2.3 Uso de hábitat.....	25
3. RESULTADOS	26
3.1 <i>Esfuerzo y análisis de datos</i>	26
3.2 <i>Distribución temporal</i>	29
3.3 <i>Distribución espacial</i>	34
3.4 <i>Uso de hábitat</i>	38
4. DISCUSIÓN	45
5. CONCLUSIONES	60
6. LITERATURA CITADA	62
ANEXO 1. Descripción general de los odontocetos de Bahía de los Ángeles	72
ANEXO 2. Formatos de navegaciones y avistamientos	83

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Archipiélago de Bahía de los Ángeles (tomado de Enríquez <i>et al.</i> , 2002).....	8
2.	Modelo tectónico de la interacción entre las placas de Norteamérica-Pacífico desde hace 24 Ma (tomado de Nicholson <i>et al.</i> , 1994).....	10
3.	Centros de dispersión en el Golfo de California (tomado de Paz-Moreno, 1999).....	11
4.	Geología y zonas de fallas localizada al centro del Golfo de California (tomado de Lonsdale, 1989).....	13
5.	Esquema de la distribución geográfica de las masas de agua en el Golfo de California (tomada de Bray y Robles, 1991).....	14
6.	Mapa de la Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas con los transectos lineales (modificado de Danemann y Peynador, 2003)...	23
7.	Índice de abundancia relativa (número de animales/hora de esfuerzo de búsqueda) total para 2003 y 2004. Dc = <i>D. capensis</i> ; Tt = <i>T. truncatus</i> ; Gm = <i>G. macrorhynchus</i> ; Gg = <i>G. griseus</i> ; Pc = <i>P. crassidens</i> ; Pm = <i>P. macrocephalus</i> y Oo = <i>O. orca</i>	29
8.	Comparación anual de la media, el error estándar y la desviación estándar del Índice de Abundancia Relativa (IAR) para a) <i>D. capensis</i> (media ₂₀₀₃ = 76.81 y media ₂₀₀₄ = 36.60) y b) <i>T. truncatus</i> (media ₂₀₀₃ = 0.8 y media ₂₀₀₄ = 0.72).....	30
9.	Índice de abundancia relativa (IAR) comparado entre años (2003-2004) para cada especie reportada para Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Dc = <i>D. capensis</i> ; Tt = <i>T. truncatus</i> ; Gm = <i>G. macrorhynchus</i> ; Gg = <i>G. griseus</i> ; Pc = <i>P. crassidens</i> ; Pm = <i>P. macrocephalus</i> y Oo = <i>O. orca</i>	31

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
10.	Mapas de avistamientos para a) invierno 03-04, b) primavera 03-04, c) verano 03-04 y d) otoño 03-04. Los números entre paréntesis representan los avistamientos.....	32
11.	Comparación estacional de la media, el error estándar y la desviación estándar del IAR para a) <i>D. capensis</i> (media _{inv 03-04} = 17.45, media _{prim 03-04} = 31.52, media _{ver 03-04} = 89.61, media _{oto 03-04} = 78.25) y b) <i>T. truncatus</i> (media _{inv 03-04} = 0.57, media _{prim 03-04} = 0.41, media _{ver 03-04} = 0.03, media _{oto 03-04} = 1.93).....	33
12.	Frecuencias de avistamientos en transecto de <i>D. capensis</i> en las diferentes isóbatas en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas donde se observa una preferencia significativa por la profundidad 0-250 m ($X^2 = 25.81$, $p < 0.05$, g. l. = 4, n=32). La distribución de los diferentes tamaños de grupo aparentemente no se relaciona con la profundidad.....	35
13.	Avistamientos en transecto de <i>D. capensis</i> en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas (2003-2004) para los diferentes tamaños de grupo. Las isobatas dentro de la bahía están en intervalos de 40 m hasta los 200 m, en el Canal de Ballenas están en intervalos de 250 m.....	36
14.	Distribución espacial de los odontocetos observados en transecto en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Los números entre paréntesis representan el número de avistamientos por especie. Las isobatas en la bahía se muestran de 0 a 200 m en intervalos de 40 m, en el Canal de Ballenas de 250 a 1000 m en intervalos de 250 m.....	37
15.	Imagen de satélite de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2003, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.....	40
16.	Imagen de satélite de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2004, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.....	41

LISTA DE FIGURAS (continuación)

Figura		Página
17.	Imagen de satélite transformada a logaritmo de base 10 de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2003, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.....	42
18.	Imagen de satélite transformada a logaritmo de base 10 de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2004, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.....	43
19.	Series de tiempo de las anomalías en la biomasa fitoplanctónica para la Región central del Golfo (A) y Canal de Ballenas (B) para 2003 – 2004. Las letras representan los meses del año.....	44

LISTA DE TABLAS

Tabla		Página
I.	Odontocetos reportados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.....	2
II.	Fechas de las salidas de campo durante 2003 y 2004.....	26
III.	Esfuerzo de navegación y de búsqueda en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas durante 2003 y 2004.....	26
IV.	Especies observadas y número de avistamientos por especie durante 2003 y 2004 en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.....	28
V.	Total de individuos registrados y tamaño de grupo de los odontocetos observados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas para 2003 y 2004.....	28
VI.	Niveles de significancia de la prueba <i>a posteriori</i> Newman-Keuls para <i>D. capensis</i> al comparar las estaciones del año durante 2003 y 2004.....	34
VII.	Correlación entre el IAR diario con la temperatura y la profundidad del disco de Secchi para <i>D. capensis</i>	38
VIII.	Correlación entre el IAR diario con la temperatura y la profundidad del disco de Secchi para <i>T. truncatus</i>	38

1. INTRODUCCIÓN

La distribución y abundancia de los odontocetos se ve afectada por diversos factores como son la demografía de las especies, las adaptaciones, la ecología (presas, depredadores, competidores), el hábitat (temperatura del agua, salinidad, densidad, batimetría, tipo de sustrato) y por actividades humanas. La complejidad en dichos patrones, dependen de diversos factores ambientales y su variabilidad, además de los requerimientos biológicos de las especies y las interacciones con otras especies (Forcada, 2002).

La península de Baja California se encuentra rodeada por algunos de los ambientes marinos con más biodiversidad en el mundo, en su costa oeste fluye la corriente de California, la cual es fría y rica en nutrientes, mientras que en la costa este se encuentra el Golfo de California o Mar de Cortés, que presenta clima tropical y subtropical con aguas muy productivas en términos biológicos. El Golfo de California es considerado una de las regiones con más diversidad de cetáceos en México, ya que se han reportado 30 especies que constituyen el 75% de las especies conocidas en aguas mexicanas (Vidal *et al.*, 1993). Dentro del Golfo de California la zona de Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, localizada al este de Baja California, ha sido reconocida como un área donde están presentes de manera estacional o permanente diferentes especies de odontocetos (Tabla I, Anexo 1). A pesar de la gran importancia que tiene la zona para la ecología de los cetáceos, únicamente durante la década de los 1980's se realizaron estudios extensos sobre la diversidad, abundancia, distribución, uso de hábitat y comportamiento social de cetáceos en Canal de Ballenas (Tershy *et al.*, 1990, 1991, 1992 y 1993; Breese y Tershy, 1993).

Tabla I — Odontocetos reportados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.

Nombre científico ¹	Nombre común	Cita
Familia Delphinidae		
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común de rostro corto	Tershy <i>et al.</i> , 1991; Breese y Tershy, 1993.
<i>Delphinus capensis</i> ²	Delfín común de rostro largo	Mangels y Gerrodette, 1994; Pérez-Cortés <i>et al.</i> , 2000; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
<i>Tursiops truncatus</i>	Tursión o tonina	Breese y Tershy, 1993; Pérez-Cortés <i>et al.</i> , 2000; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
<i>Orcinus orca</i>	Orca	Breese y Tershy, 1993; Guerrero-Ruiz <i>et al.</i> , 1998; Pérez-Cortés <i>et al.</i> , 2000; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	Breese y Tershy, 1993; Pérez-Cortés <i>et al.</i> , 2000;
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	Barbosa-Devéze <i>et al.</i> , 2004; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aletas cortas	Breese y Tershy, 1993; Pérez-Cortés <i>et al.</i> , 2000; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
Familia Physeteridae		
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	Breese y Tershy, 1993; Gendron, 2000; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004.
Familia Kogiidae		
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	Breese y Tershy, 1993
Familia Ziphiidae		
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	Orr, 1967; Urbán y Pérez-Cortés, 2000.

¹ El nombre científico es de acuerdo con Reeves *et al.*, 2002.

² Heyning y Perrin (1994) revisaron la taxonomía del género *Delphinus* y encontraron dos especies *D. delphis* y *D. capensis*. Trabajos anteriores en Bahía de los Ángeles sólo reportan a *D. delphis*.

En Canal de Ballenas se han realizado una gran cantidad de estudios sobre la productividad primaria, los cuales señalan una surgencia periódica casi continua en la Región de las Grandes Islas (Alvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). La utilización de imágenes de satélite ha surgido como una importante herramienta en la identificación y estudio de los procesos oceanográficos, incluso a grandes escalas espaciales, ya que en muestreos *in situ* sólo puede tenerse datos de un área muy pequeña y no se puede comparar a grandes escalas (Badan-Dangon *et al.*, 1985).

Existen diversos reportes de cetáceos alimentándose en la zona, entre ellos se encuentran los de Rojas (1984) quien observó rorcual común (*Balaenoptera physalus*) alimentándose en Canal de Ballenas. Breese y Tershy (1993) observaron delfines comunes junto a rorcuales tropicales alimentándose frecuentemente de cardúmenes de sardinas (*Sardinops sagax*) y reportan un ataque de orcas (*Orcinus orca*) a delfines comunes.

A pesar de que los mamíferos marinos son especies protegidas en México, actualmente enfrentan varias amenazas para su conservación. Una de ellas es la interacción con las pesquerías, en donde los delfines comunes y los tursiones mueren accidentalmente en las redes de pesca, principalmente las agalleras. El área de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas es usada para la pesca comercial y deportiva; es por eso que es necesario monitorear estas poblaciones. Las observaciones en el Golfo de California sugieren que esta mortalidad puede ser alta (Vidal *et al.*, 1993). Además en la Península de Baja California se está llevando a cabo el proyecto de “Escalera Náutica Mar de Cortés” donde se está promoviendo atraer embarcaciones turísticas a las costas de la península de Baja California y el Golfo de California (www.escaleranautica.com y www.conabio.gob.mx).

En Bahía de los Ángeles se tiene planeada la construcción de una marina para recibir estas embarcaciones, por lo que se experimentará un incremento en el desarrollo turístico que probablemente modifique el hábitat costero. El aumento en las embarcaciones generará contaminación, debido a la descarga de materiales tóxicos o bioacumulativos, como la pintura de las embarcaciones, el desecho de combustible y aceite de los motores de dos tiempos. Estos tóxicos se acumulan en los tejidos grasos de los mamíferos marinos (Evans y Raga, 2001). Además de aumentar las emisiones de CO₂ y la basura generada puede ser ingerida por los animales y causarles la muerte (Laist *et al.*, 1999).

Esta área es reconocida, desde hace algunos años, como prioritaria para la conservación de la biodiversidad de México, con relevancia y reconocimiento mundial (Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California, 2001). Por lo tanto es importante aportar información referente a la biología de odontocetos antes que haya un cambio en el hábitat, así como proponer estrategias para la observación de estas especies sin perturbarlas y utilizarlas como indicadores del ambiente para contribuir a las decisiones de manejo y conservación de esta área.

1.1 HIPÓTESIS

Como resultado a la alta productividad en la zona, existe una gran diversidad y abundancia de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.

Debido a que las condiciones ambientales cambian estacional y anualmente, la distribución y abundancia relativa de los odontocetos fluctúa con relación a estos cambios.

Los patrones de distribución están fuertemente influenciados por la búsqueda de alimento, de manera que es posible que la distribución espacial de los odontocetos esté concentrada en zonas altamente productivas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general.

- Analizar la diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles durante dos años (2003 y 2004).

1.2.2 Objetivos particulares.

- Determinar el número de especies de odontocetos observadas en la zona de estudio durante los años 2003 y 2004.
- Estimar la abundancia relativa (número de animales/hora de esfuerzo de búsqueda) de las diferentes especies y compararla entre las estaciones del año y los dos años de estudio.
- Analizar la distribución espacial de los odontocetos y la variación temporal de la abundancia relativa con relación a la batimetría, la temperatura superficial del mar, la profundidad del disco de Secchi y la biomasa fitoplanctónica con base en imágenes de satélite.

1.3 ÁREA DE ESTUDIO

La Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas se encuentran en la parte oeste del Golfo de California, dentro de los 28°48'N y 29°33'N y los 113°06'W y 113°48'W; el área es conocida como la Región de las Grandes Islas.

El archipiélago de Bahía de los Ángeles está situado a los 29° 00' N y los 113° 30' W, frente a la isla Ángel de la Guarda. Está conformada por 17 islas, con una dimensión de aproximadamente 16 km de largo por 6.4 km en su parte más ancha. Es un cuerpo de agua somero (menos de 40 m) con fondos arenosos interrumpidos por salientes rocosas y protegido del mar abierto por el propio archipiélago. Está abierta hacia el Golfo con amplia comunicación con Canal de Ballenas (CONANP, 2005; Figura 1).

El Canal de Ballenas tiene una dimensión promedio de aproximadamente 125 km de largo y 25 km de ancho, su batimetría es irregular con profundidades de más de 1000 m. Además el área se caracteriza por tener tres tipos principales de hábitat, las bahías formadas de arena con poca profundidad, islas, puntas con piedras y zonas cerca de la costa con profundidades de más de 1000 m (Barnard y Grady, 1968).

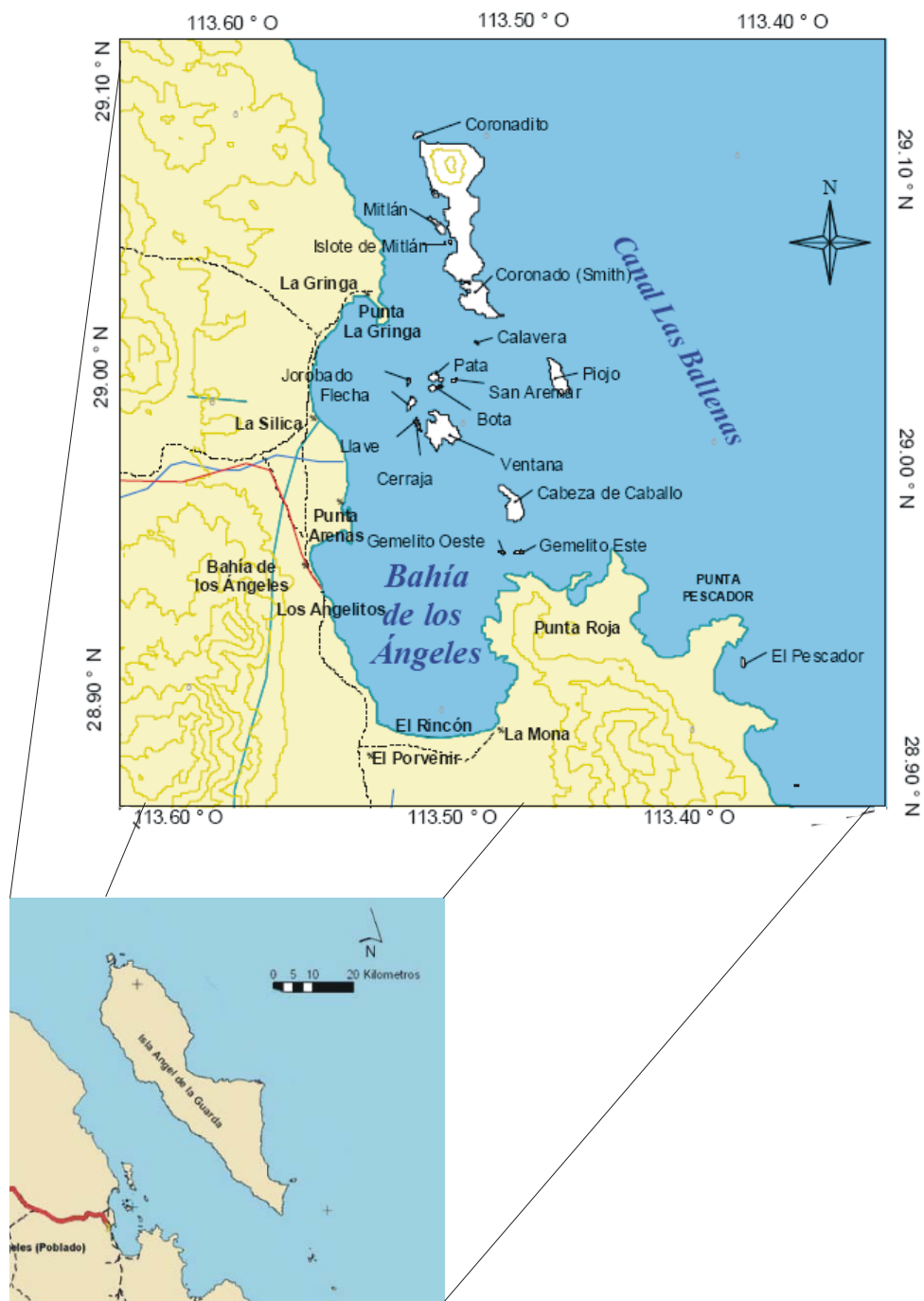


Figura 1. Archipiélago de Bahía de los Ángeles (tomado de Enríquez *et al.*, 2002)

1.3.1 Origen y evolución del Golfo de California

Se cree que la península de Baja California se encontraba sumergida y unida al continente. Debido a una reorganización en las placas tectónicas se da la separación de la Península de Baja California con el territorio mexicano. Estos cambios ocurrieron del Mioceno a la actualidad en tres etapas o eventos de desarrollo. La primera etapa se representa con una zona de subducción activa hace 24 millones de años (Ma) a los 12 Ma localizada en la costa del Pacífico en Baja California (Hausback, 1984 en Ledesma-Vázquez, 2002) simultáneamente con un arco volcánico activo localizado en el Golfo de California (Sedlock, 2003). La segunda está asociada a una extensión de la corteza relacionada con la aparición del Proto-Golfo (10 a 3.5 Ma) y también con la formación de cuencas y cordilleras en el oeste de Norteamérica (Karig y Jansky, 1972; Stock y Hodges 1989 en Ledesma-Vázquez, 2002; Sedlock, 2003). La última etapa está relacionada con un régimen transtensional responsable de la configuración de la tectónica actual en el Golfo de California y la transferencia total de Baja California de la Placa de Norteamérica a la del Pacífico (Figura 2; Zanchi, 1994; Mayer y Vincent, 1999 en Ledesma-Vázquez, 2002).

Se piensa que el Proto-Golfo y la boca del golfo se encontraban inundados, pero no se conectaban, el Proto-Golfo llegaba hasta lo que en la actualidad es el norte de Bahía Concepción y la boca del golfo llegaba al sur de la misma Bahía (Ledesma-Vázquez, 2002). Con el tiempo, se unió el Proto-Golfo a la boca dando origen al actual Golfo de California (Gastil, 1990).

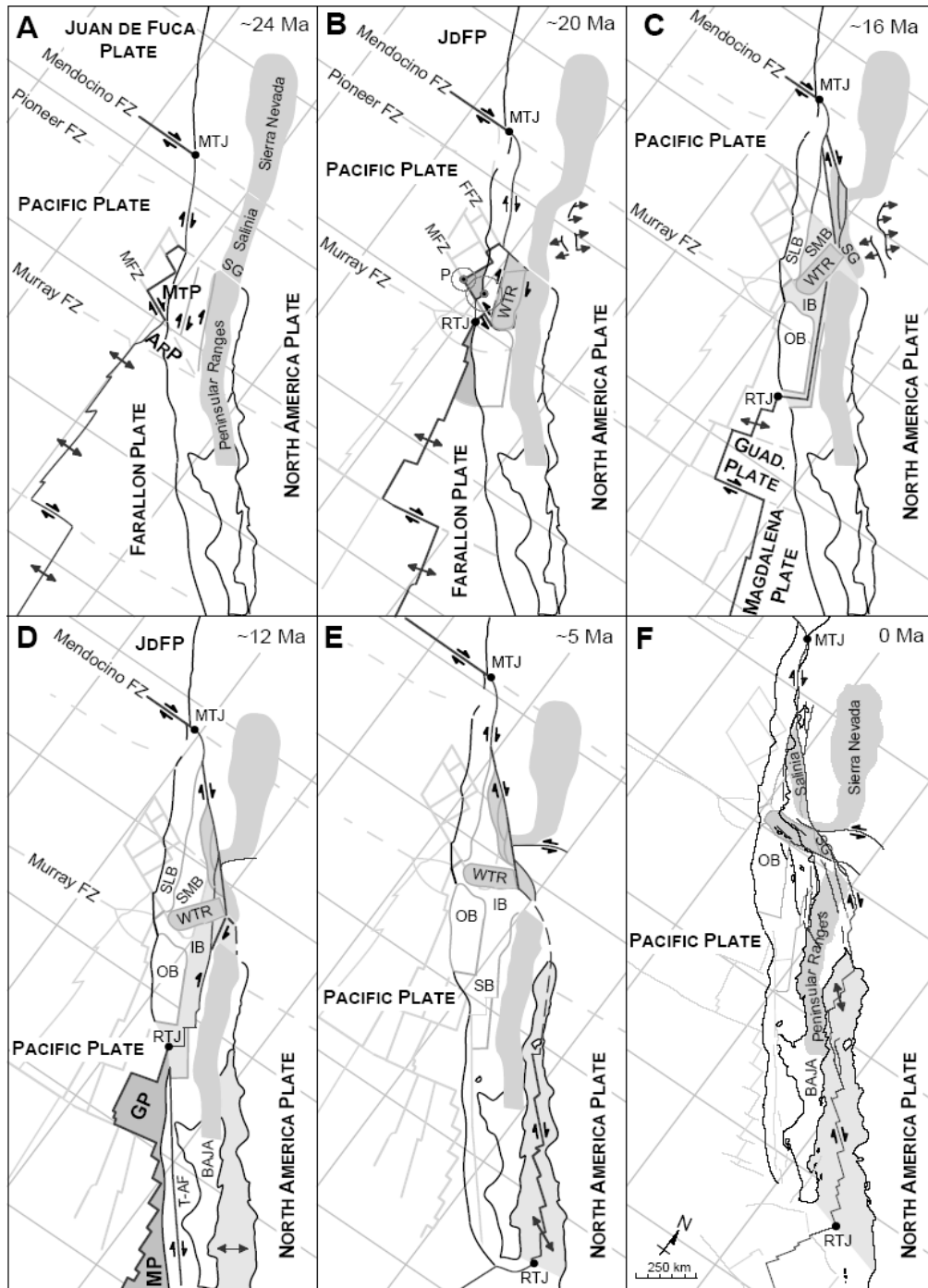


Figura 2. Modelo tectónico de la interacción entre las placas de Norteamérica-Pacífico desde hace 24 Ma (tomado de Nicholson *et al.*, 1994).

El vulcanismo también tuvo una importante función en la formación del Golfo de California. A lo largo de todo el golfo se encuentran pequeñas zonas o centros de dispersión donde emerge material fundido desde el interior. De norte a sur las cuencas son: Wagner, Delfín, San Pedro Mártir, Guaymas, Carmen, Farallón y Pescadero. Asimismo, perpendiculares a estas zonas se encuentran largas fallas sobre las cuales se observan deslizamientos horizontales debido al movimiento de la península hacia el noroeste que ocasiona una separación gradual de la península con respecto al continente (Figura 3; Medina, 1990).

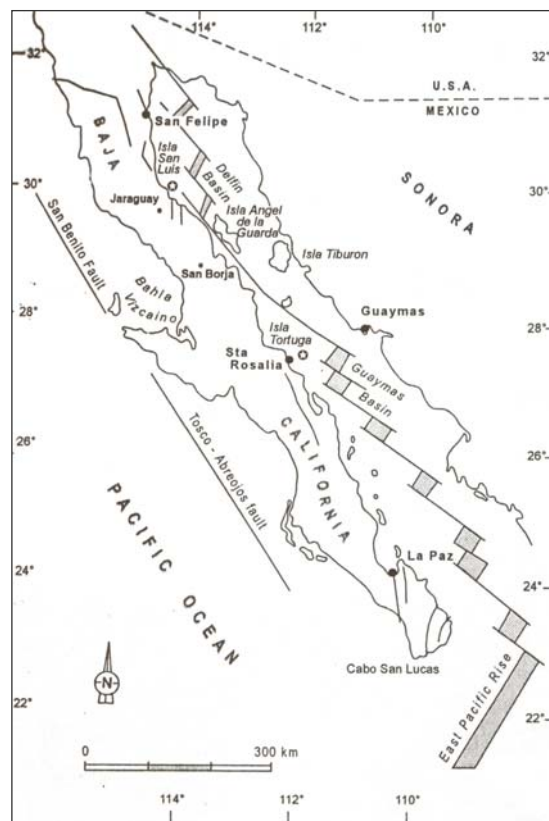


Figura 3. Centros de dispersión en el Golfo de California (tomado de Paz-Moreno, 1999).

1.3.2 Geología de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas

En el Canal de Ballenas se localizan los centros de dispersión denominados Delfín, localizado al norte del Canal de Ballenas, con una cuenca relativamente grande y la de Salsipuedes, en el centro y sur de Canal de Ballenas, que es una cuenca estrecha pero profunda, paralela al golfo con 120 km de largo y menos de 13 km de ancho. Dicha cuenca presenta pendientes muy pronunciadas, de hasta más de 38°. Ésta es la pendiente más escarpada encontrada en el golfo; ahí la profundidad máxima es de 1600 m (Rusnak *et al.*, 1964).

Además, entre la península y la zona de las islas se encuentran tres zonas de fallas, la zona de falla Ballenas, la zona de falla Partida y la zona de falla San Lorenzo (Figura 4). Las zonas de fallas presentan un deslizamiento de 7° oblicuo a la dirección de dispersión de la zona de Guaymas y un componente de extensión a través de esta parte, son probablemente las responsables de que este valle sea profundo. A lo largo de todo el golfo han ocurrido cambios entre las placas de una zona de falla a otra zona subparalela y sobrepuesta, así fue el cambio que generó la separación de la isla Ángel de la Guarda de la península de Baja California, esto pudo haber ocurrido hace 2 millones de años (Lonsdale, 1989). Los centros de dispersión y el sistema de la Falla de San Andrés generan además un efecto conocido como “efecto oruga” donde al generarse presión en unas zonas, éstas se contraen formándose pliegues mientras que otras zonas se extienden, dando origen a elevaciones y depresiones en el fondo marino (Ledesma-Vázquez¹, comunicación personal)

¹ Dr. Jorge Ledesma Vázquez. Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California.

En esta región los sedimentos gruesos al caer recubren las grietas del valle en la zona de la falla Ballenas. El descenso pronunciado con el aumento de la profundidad del fondo demuestra continuos hundimientos en la zona (Lonsdale, 1989).

Los principales proveedores de sedimento en las depresiones son los ríos de la Sierra Madre de Sonora y Sinaloa y para el norte del golfo, el río Colorado. Para el centro del golfo, una alta población de plancton en aguas altamente productivas provee una fuerte lluvia de restos pelágicos, especialmente fragmentos de diatomeas que componen cerca de la mitad de los sedimentos acumulados en las cuencas de Guaymas y San Pedro Mártir, esta ultima, la más cercana a Canal de Ballenas. A pesar de que las zonas de fallas de San Lorenzo y Ballenas se encuentran con depresiones muy profundas, terrenos montañosos semiáridos y aguas productivas, tienen muy poco recubrimiento por sedimentos. La cuenca de Salsipuedes presenta en general ausencia de sedimentos acumulados en comparación con las cuencas de Guaymas y Delfín, posiblemente debido a que la zona es removida o peinada constantemente por corrientes o la reciente actividad en las fallas (Rusnak *et al.*, 1964).

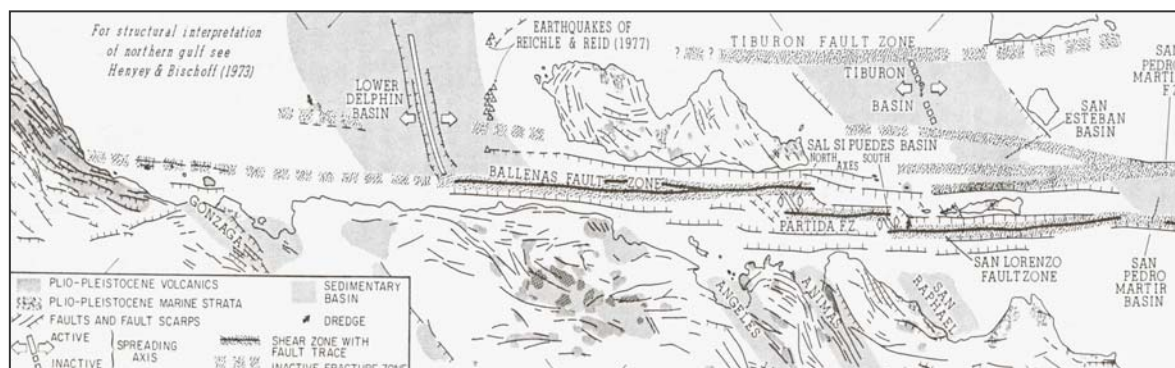


Figura 4. Geología y zonas de fallas localizada al centro del Golfo de California (tomado de Lonsdale, 1989).

1.3.3 Oceanografía física y química

El Golfo de California es considerado un mar subtropical cerrado de aproximadamente 1000 km de longitud, con una productividad primaria relativamente alta y una oceanografía extremadamente dinámica (Bray y Robles, 1991). Existen tres mecanismos muy importantes para la fertilización del Golfo: las surgencias inducidas por el viento, la mezcla por corrientes de mareas y la circulación termohalina (Álvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991). Esta última se genera porque pierde humedad por estar rodeado de regiones áridas y montañosas, lo cual crea una masa de agua superficial relativamente caliente y con alta salinidad y otra subsuperficial fría y rica en nutrientes (Figura 5; Bray, 1988). Además, se presenta una gran variabilidad interanual debido al efecto de “El Niño” (ENSO; Bray y Robles, 1991).

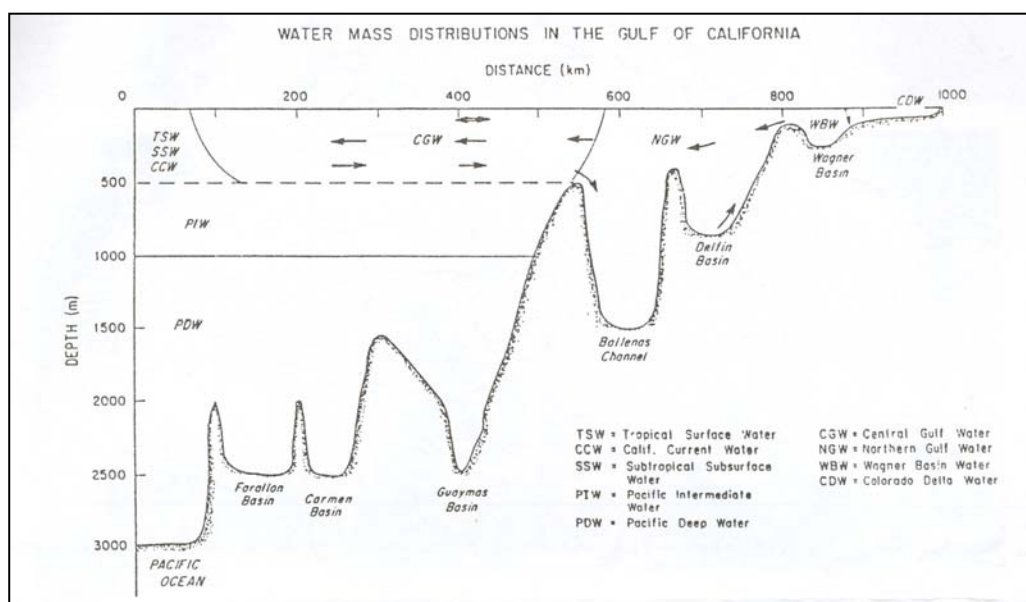


Figura 5. Esquema de la distribución geográfica de las masas de agua en el Golfo de California. Las flechas ilustran la hipótesis de la circulación termohalina y la flecha abierta el viento con una dirección estacional reversible (tomada de Bray y Robles, 1991).

Roden (1964) manifiesta que en el Golfo de California se presentan surgencias costeras al este, debido a condiciones de invierno y vientos del noroeste de diciembre a mayo y surgencias en la costa oeste por condiciones de verano y vientos del sureste de julio a octubre, con los meses de junio y noviembre como de transición, así los vientos presentan una marcada inversión estacional (Roden, 1964; Alvarez-Borrego, 1983; Badán *et al.*, 1985; Amador *et al.*, 1991; Badán *et al.*, 1991).

Los vientos en la región de Canal de Ballenas tienen una magnitud de hasta 25 m s^{-1} con un marcado efecto en las corrientes superficiales, aunque el efecto de la marea es también importante, reportándose velocidades de hasta 3 m s^{-1} longitudinalmente y medias de aproximadamente dos órdenes de magnitud menores que las velocidades máximas (Roden, 1964; Alvarez *et al.*, 1984). Amador *et al.*, (1991) realizaron un estudio de la circulación inducida por el viento y la marea dentro de la bahía a través de la aplicación de un modelo de simulación numérica, y encontraron que la amplitud de la boca de la bahía y la batimetría hacen que las corrientes de marea no sean muy grandes y que la circulación se deba principalmente al viento. Además, definen tres condiciones anuales que determinan la circulación en la Bahía de los Ángeles y que se considera tienen una influencia fundamental en la distribución de nutrientes a lo largo del año: condición de invierno (con vientos norte y noroeste), condición de verano (con vientos del este y sureste) y condiciones de primavera y otoño (vientos con grandes variaciones en direcciones e intensidades). En el caso de Canal de Ballenas, Bray y Robles (1991) y Alvarez-Borrego (1983 y 2004) considera que la circulación es forzada básicamente por corrientes inducidas por mareas cuyo componente principal es la M_2 , además de presentar una co-oscilación con

el Pacífico. Esto crea mezclas intensas que ocasionan situaciones similares a surgencias constantes. Además, diversos autores han encontrado una mezcla asociada a la marea cercana a las islas por medio de observaciones del descenso en la temperatura superficial, donde el tamaño e intensidad fueron modulados por ciclos de mareas vivas-muertas (Roden y Groves, 1959; Robinson, 1973, Badan-Dangon *et al.*, 1985). Bray y Robles (1991) y Marinone y Lavin (2003) nuevamente encuentran que la circulación en las islas es dominada por las mareas, además de encontrar un giro anticiclónico permanente localizado en la Cuenca San Pedro.

Observaciones en las corrientes en el Canal indican un flujo de dos capas sobre el umbral sur con dirección inversa, que transportan aproximadamente $1.36 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ y presentan una diferencia de temperatura de 3° C entre las dos capas (Badan-Dangon, 1989) lo cual es evidencia de la circulación termohalina en la zona.

Dentro de los estudios de transferencia de energía entre el océano y la atmósfera del Golfo de California se han encontrado valores extremos en el Canal de Ballenas. En esta zona se han estimado las máximas tasas de evaporación instantánea, máximos flujos de calor latente y la mayor ganancia neta de calor en todo el Golfo, con órdenes de 4 m/año , 400 W/m^2 y 125 W/m^2 respectivamente (Noriega-Echeverria, 1985 y Paden, 1990).

El evento “El Niño” (ENSO) afecta la distribución de las masas de agua en el Golfo en los primeros 500 m, sobre todo en el centro del Golfo, donde cambia drásticamente debido a la entrada de una masa de agua superficial tropical (TSW), dando como consecuencia que la frecuencia de renovación de aguas profundas en la zona de Canal de Ballenas y Salsipuedes se pueda interrumpir (Fig. 5; Bray y Robles, 1991).

La Región de las Grandes Islas presenta las temperaturas superficiales más bajas de todo el Golfo de California (Robinson, 1973) y los niveles más altos de nutrientes y de CO₂, los gradientes de nutrientes son intensos en los primeros 100 m de la capa de agua (Alvarez-Borrego *et al.*, 1978; Hidalgo-González *et al.*, 1997).

La zona presenta una gran fluctuación temporal en la temperatura superficial del mar, desde condiciones templadas (14° C) con vientos dominantes del noroeste en invierno y en primavera, hasta condiciones de aguas tropicales (28° C) con vientos del sureste en verano y otoño.

Se le considera una provincia cálido-templada, más que una región puramente tropical; la salinidad superficial en mar abierto varía entre 35‰ y 36‰ y en las aguas costeras fluctúa entre 36‰ en invierno hasta 39‰ en verano (Barnard y Grady, 1968).

La región se caracteriza por tener años consecutivos con poca lluvia interrumpidos por huracanes esporádicos y tormentas invernales; el 89% de la lluvia anual depende de eventos extremos de lluvia. En septiembre se asocian con huracanes que se observan durante años “no-El Niño”, es decir, años de “La Niña” y neutrales, mientras que en invierno se asocian tanto a “El Niño” como a fluctuaciones intraestacionales durante años “no-El Niño”. La temperatura media anual es de 22.7°C, enero y febrero son los meses más fríos, al presentar temperaturas medias entre 11 y 14 °C, aunque se han registrado como temperaturas mínimas de 5 hasta 1°C. Julio y agosto son los más calientes (temperatura media de 32 a 40°C), en verano es común que se registren por las tardes brisas marinas del sur/sureste y en las noches brisa de la tierra (Cavazos, 2004).

1.3.4 Oceanografía biológica

En el océano, los fenómenos físicos controlan la distribución de los nutrientes que son necesarios para la fotosíntesis de los productores primarios o fitoplancton. Así, los lugares con mayor energía cinética tienen una mayor concentración de organismos planctónicos, al crear una cadena alimentaria más compleja (Mann y Lazier, 1996). En el caso de Bahía de los Ángeles y el Canal de Ballenas se presenta una gran biodiversidad, debido a las características oceanográficas muy particulares del lugar, las cuales mantienen niveles de nutrientes suficientemente altos para sustentar una productividad primaria y secundaria a lo largo de todo el año, comparables con las de zonas importantes de surgencias (Alvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Tershly, 1992; Delgadillo-Hinojosa *et al.*, 1997).

En el Golfo, durante el invierno, vientos que provienen del noroeste dan condiciones propicias para la formación de surgencias que aumentan la concentración de clorofila α hasta a más de 10 mg m^{-3} . Esto, aunado a la circulación por remolinos, aumenta la biomasa fitoplanctónica (Santamaría-Del-Angel *et al.*, 1994). En verano, debido a la gran estratificación, las surgencias por vientos del sureste, a pesar de tener la misma magnitud que los de invierno, tienen poco efecto en esta biomasa, con valores de sólo 0.5 mg m^{-3} (Santamaría-Del-Angel *et al.*, 1999), además de la entrada de una masa de agua superficial ecuatorial que se caracteriza por tener altas temperaturas y bajos nutrientes (Alvarez-Borrego y Schwartzlose, 1979). Imágenes de satélite con la distribución de concentraciones de clorofila α realizadas en abril de 1980 y agosto de 1979 representan las condiciones extremas de estas dos estaciones (Santamaría-Del-Angel *et al.*, 1994). Cabe señalar que en verano las concentraciones de pigmentos más altas del Golfo se presentaron

en la Región de las Grandes Islas y en el alto Golfo adyacente a la boca del Río Colorado (Santamaría-Del-Angel *et al.*, 1994), causado por la condición de verano que favorece la generación de surgencias en la costa oeste y que se combina con la ocurrencia de surgencias dinámicas (producidas no por el viento, sino por el efecto de las mareas; Álvarez-Borrego, 2002).

El evento de “El Niño” causa una disminución en la productividad primaria, esto puede aminorarse en áreas de gran turbulencia y mezcla continua como la Región de las Grandes Islas (Santamaría-Del-Angel *et al.*, 1994). Esto se ha observado también en estudios de la biomasa del zooplancton, que es inesperadamente alta en años “El Niño” (Jíménez-Pérez y Lara-Lara, 1988; Green-Ruiz e Hinojosa-Corona, 1997) y en poblaciones de depredadores como las aves y mamíferos marinos que aumentan la diversidad y abundancia (Tershy *et al.*, 1991; Velarde y Ezcurra, 2002).

La biodiversidad reportada para la Región de las Grandes Islas es muy rica, se encuentran gran variedad de macroalgas, esponjas, medusas, anémonas, corales, ctenóforos, platelmintos, poliquetos, diversos equinodermos (estrellas de mar y galletes de mar), moluscos como los bivalvos (almejas, mejillones y ostras), gasterópodos (babosas, caracoles y nudibranchios). Se han registrado un número importante de especies de nudibranchios, incluyendo algunas especies endémicas como *Peltodoris lancei*, del cual se conocen sólo cuatro especímenes, todos provenientes de Bahía de los Ángeles (Millen y Bertsch, 2000 en CONANP, 2005). Se encuentran también diversos cefalópodos de las familias Argonautidae (nautilus), Loliginidae (calamares), Ommastrephidae (calamar gigante) y Octopodidae (pulpos). Estos últimos son presas principales de algunos

odontocetos reportados en la zona como *G. griseus*, *G. macrorhynchus* y *P. macrocephalus*, pero también son consumidas en menor cantidad por *D. capensis*, *T. truncatus*, *O. orca* y *P. crassidens*. Dentro de los artrópodos se registran crustáceos como los cirripedios (balanos), langostas (familias Palinuridae y Scyllaridae), cangrejos (familias Cancridae, Hippidae, Majidae, Paguridae, etc.) y camarones (familias Alpheidae, Hippolytidae, Penaeidae, Solenoceridae, etc; CONANP, 2005) que son consumidos rara vez por *G. griseus*, *K. sima* y *Z. cavirostris*.

La ictiofauna de Bahía de los Ángeles cuenta con especies endémicas y otras con distribución geográfica discontinua, presentes también en la costa del Pacífico entre las que se encuentran diversas especies de tiburones y rayas, presas de *O. orca* y *P. macrocephalus*. Las familias de peces óseos que se encuentran son Carangidae, Coryphaenidae, Clupeidae, Engraulidae, Merlucciidae, Mugilidae, Pleuronectidae, Sciaenidae y Scombridae (Aceves-Medina *et al.*, 2003, CONANP, 2005); todas éstas son presas de diversos odontocetos. Se encuentran también las familias Gobiidae, Haemulidae, Lutjanidae, Serranidae, etc. (Aceves-Medina *et al.*, 2003, Aceves-Medina *et al.*, 2004).

En la región se presenta una variabilidad estacional debido a cambios en las condiciones climáticas. En invierno y primavera, con los vientos del noroeste que generan surgencias en el continente y al estar confinada al sur el agua cálida del Golfo, el clima favorece a especies de hábitats subártico-templados como *Engraulis mordax*, *Sardinops sagax* y *Merluccius productus* y se presenta una baja diversidad. En verano, cuando las aguas cálidas alcanzan la región, junto con el calentamiento por efecto del sol en el mar, la diversidad aumenta y favorece a las especies tropicales (Aceves-Medina *et al.*, 2004).

2. MATERIALES Y MÉTODO

2.1 Trabajo de campo

Se realizaron ocho salidas de campo con una duración de aproximadamente 30 días durante los años 2003 y 2004. Cada año se dividió en cuatro estaciones que reflejan las condiciones de la zona: verano (la estación de condiciones tropicales y vientos del sureste), la transición de otoño, invierno (la estación de vientos del noroeste y condiciones templadas) y la transición de primavera (Roden, 1964; Álvarez-Borrego, 1983; Badán *et al.*, 1985; Amador *et al.*, 1991; Badán *et al.*, 1991; Breese y Tershy, 1993; Cavazos, 2004). Las navegaciones tuvieron una duración de 6 horas diarias en promedio para cubrir el área de muestreo.

Se aplicó el método de transecto lineal, que consta de un juego de líneas rectas que se extienden en toda el área de estudio (Figura 6). Las líneas se ubicaron en un diseño de zig-zag y son sistemáticamente espaciadas y perpendiculares a los contornos de profundidad para que la probabilidad de encontrar cetáceos sea aleatoria (Buckland y York, 2002). Las navegaciones se realizaron a bordo de una embarcación de fibra de vidrio tipo “panga” (aproximadamente de 8 m de eslora) con motor fuera de borda, a una velocidad de aproximadamente 15 km/hr. Se buscaron constantemente mamíferos marinos a simple vista y con binoculares de 7x50.

Al avistar un grupo se registró la posición exacta (por medio de un GPS, Sistema de Posicionamiento Global). Además se tomó la hora de inicio y final del avistamiento, se identificó la especie, el número de individuos, la temperatura superficial del agua con un termómetro de cubeta y la profundidad del disco de Secchi, así como algunos patrones de comportamiento general y asociaciones con otras especies (aves, peces, invertebrados,

mamíferos marinos) entre otros datos. Los avistamientos se registraron según el tipo de navegación que se realizaba en: avistamientos durante transecto (A) que fueron tomados durante las rutas preestablecidas (transecto) y se buscaba activamente a los odontocetos, avistamientos durante navegación (AN) que son avistamientos tomados durante movimientos entre los transectos o rumbo a la Bahía y los avistamientos fuera de esfuerzo (AF) que son registrados cuando la lancha estaba parada y no se estaban buscando activamente a los odontocetos. Los datos se anotaron en formatos especiales (Anexo 2), que posteriormente se ordenaron en una base de datos computarizada (Microsoft Access; Microsoft Corporation, 2002).

2.2 Análisis de datos

El esfuerzo de búsqueda de odontocetos se calculó con base en las horas de navegación de cada día, donde se restó el tiempo empleado en los avistamientos y la interrupción de esfuerzo por condiciones climáticas, problemas con el motor, comidas, etc.

El esfuerzo de búsqueda se tomó para calcular el índice de abundancia relativa (número de animales/hora de esfuerzo de búsqueda). Además, se calculó el tamaño de grupo por especie (promedio, desviación estándar, máximos y mínimos).

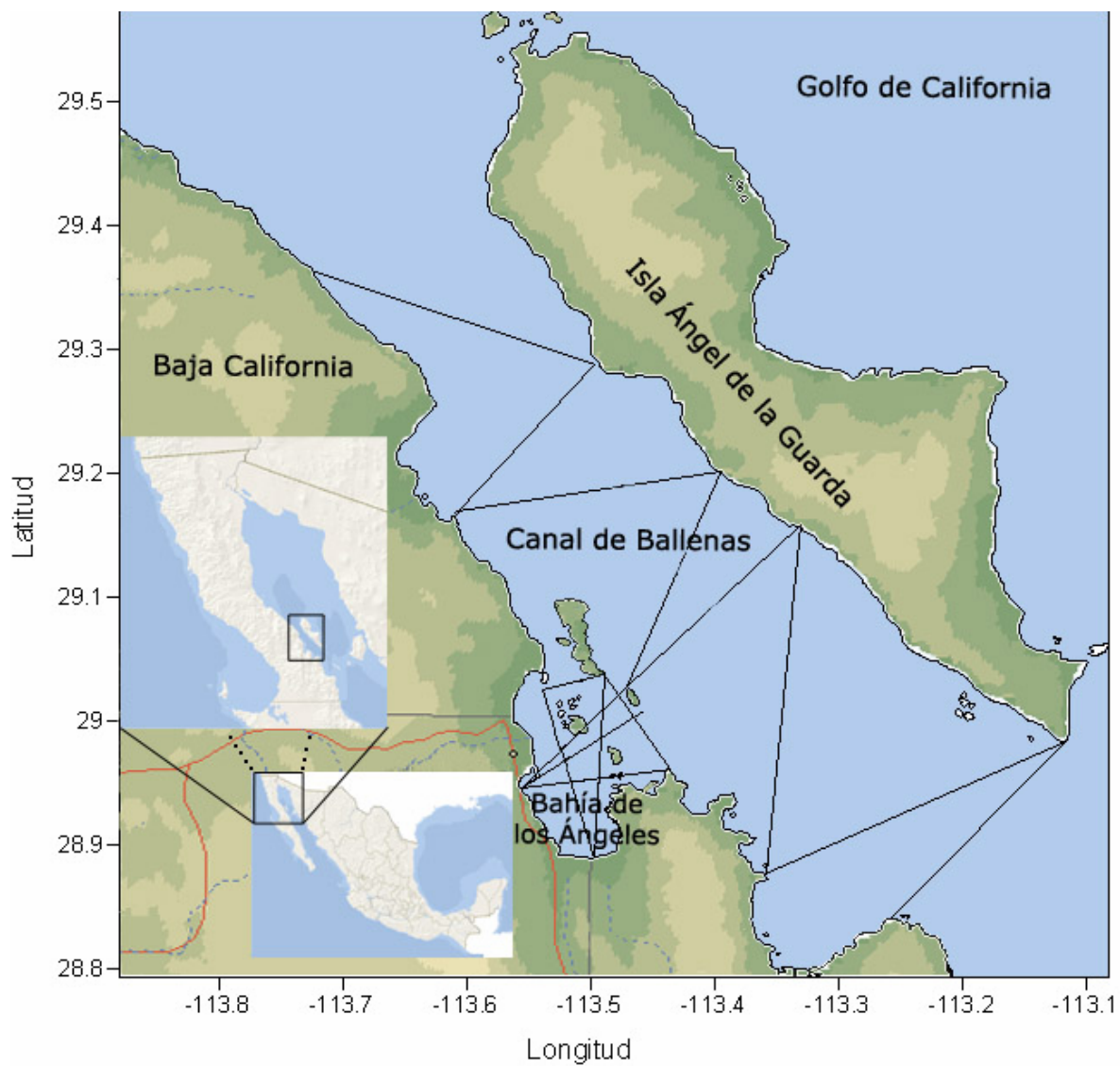


Figura 6. Mapa de la Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas con los transectos lineales (modificado de Danemann y Peynador, 2003).

2.2.1 Distribución temporal

Con los datos de todos los avistamientos (en transecto, en navegación y fuera de esfuerzo) se calculó el índice de abundancia relativa (IAR) por especie durante todo el estudio y para cada año. Para las dos especies más frecuentes (*D. capensis* y *T. truncatus*) se hicieron comparaciones entre estaciones y años. El IAR diario fue la variable de respuesta y se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas (Zar, 1984; Neave y Worthington, 1988). Para la comparación entre años se usó la prueba de Mann-Whitney (dos muestras independientes) y para la comparación entre estaciones, la prueba de Kruskal-Wallis (tres o más muestras independientes), además de realizar pruebas *a posteriori* para los casos que procedían. Para ello se utilizó el programa Statistica 6.0 (StatSoft, Inc., 2001).

2.2.2 Distribución espacial

Todos los avistamientos se ubicaron por especies en un mapa del área de estudio mediante el programa Surfer 8.01 (Golden Software, Inc., 2002) y Arcview (Environmental Systems Research Institute Inc., 2000), separando las estaciones, los años de muestreo y el tamaño de grupo. Para observar la distribución geográfica sin sesgar los datos, eso es, que la probabilidad de encontrar un grupo de odontocetos sea la misma o aleatoria, se graficaron sólo los avistamientos en transectos (A) en un SIG (Sistema de Información Geográfica) del área de estudio con la batimetría. Además se hizo una prueba de X^2 (prueba de bondad de ajuste *ji* cuadrada) para ver si existía la misma cantidad de avistamientos de *D. capensis* en las distintas isobatas de batimetría.

2.2.3 Uso de hábitat.

Se realizó una correlación entre el IAR diario con la temperatura promedio diaria y la profundidad del disco de Secchi diaria para *D. capensis* y *T. truncatus*, debido a que estas especies se reportaron todo el año y tuvieron más avistamientos. El IAR diario de las especies se normalizó utilizando el logaritmo natural ($x + 1$), donde x fue el valor del IAR diario.

Las imágenes de satélite para estimar la biomasa fitoplanctónica se obtuvieron de internet (<http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/cgi/level3.pl>). Se tomaron compuestos de imágenes mensuales del Aqua-Modis para 2003 y 2004 con una resolución de 4 km. Para el manejo de imágenes se usó el programa WIM/WAM, Windows Image Manager 6.25 (Kahru, 2003). Se realizaron dos series temporales de la biomasa fitoplanctónica, una para la Región Central del Golfo y la otra para la región de Canal de Ballenas. A partir de la mediana (menos sensible a valores extremos), se transformaron los datos en anomalías mensuales ($X_i - M_i$), donde X_i fue la concentración mensual respectiva y M_i representa la mediana para cada serie (i). Además se transformaron los valores de las imágenes de 2003 y 2004 a logaritmo para poder resaltar los valores en las imágenes. Los datos *in situ* sobre temperatura y profundidad del disco de Secchi, en conjunto con imágenes de satélite de la biomasa fitoplanctónica, se emplearon para interpretar el uso de hábitat de los odontocetos en la zona.

3. RESULTADOS

3.1 Esfuerzo y análisis de datos

Se realizaron ocho salidas de campo durante 2003 y 2004 con una duración de aproximadamente 30 días (Tabla II).

Tabla II. Fechas de las salidas de campo durante 2003 y 2004.

	Fechas	
	2003	2004
Invierno	12/03/03 al 10/04/03	06/03/04 al 31/03/04
Transición de primavera	27/05/03 al 26/06/03	03/06/04 al 20/06/04
Verano	11/07/03 al 04/08/03	21/06/04 al 30/07/04
Transición de otoño	16/10/03 al 02/12/03	07/10/04 al 31/10/04

Se obtuvo un esfuerzo total de navegación para los dos años de 1037.7 horas, de éstas el esfuerzo de búsqueda fue de 827.35, con un promedio diario de 5.71 horas (desviación estándar 2.42, mínimo 0.25, máximo 11.07). El esfuerzo fue similar para los dos años de estudio, pero varió entre las estaciones, debido a las condiciones climáticas del área de estudio que dificultaron la navegación (Tabla III).

Tabla III. Esfuerzo de navegación y de búsqueda en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas durante 2003 y 2004.

	2003			2004			2003/2004
	Días navegados	Esfuerzo de navegación	Esfuerzo de búsqueda	Días navegados	Esfuerzo de navegación	Esfuerzo de búsqueda	Esfuerzo de búsqueda
Invierno	10	58.12	47.60	20	148.97	129.72	177.32
Transición Primavera	21	126.87	102.13	15	134.05	102.27	204.4
Verano	17	127.88	99.32	22	173.58	138.50	237.82
Transición Otoño	26	176.60	137.23	14	91.63	70.58	207.81
Total	74	489.47	386.28	71	548.23	441.07	827.35

Se tuvo un total de 191 avistamientos para los dos años, 106 avistamientos para 2003 y 85 para 2004. La diversidad mostró diferencias anuales y estacionales, 2004 fue el más diverso, ya que se encontraron todas las especies reportadas en este trabajo (ocho especies en total). Las especies observadas fueron: el delfín común de rostro largo (*Delphinus capensis*), el tursiÓN (*Tursiops truncatus*), el calderÓN de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*), el delfín de Risso (*Grampus griseus*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la orca (*Orcinus orca*) para los dos años, en 2004 se reportaron dos especies más: la orca falsa (*Pseudorca crassidens*) y el cachalote enano (*Kogia sima*), aunque este último fue un varamiento. De éstos los más frecuentes fueron *D. capensis* y *T. truncatus* (Tabla IV) además, *G. griseus* se reportó por primera vez en la zona.

El tamaño de grupo varía entre especies, *D. capensis* es la especie más gregaria, pues forma grupos de 318 individuos en promedio en la zona de estudio. *T. truncatus* forma grupos de 26, *G. macrorhynchus* con 70, *G. griseus* con 13, *P. macrocephalus* 12 individuos y *O. orca* con 9 individuos, esto se refleja directamente en el IAR de cada especie (Tabla V; Figura 7).

Tabla IV. Especies observadas y número de avistamientos por especie durante 2003 y 2004 en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas.

2003		2004		2003 - 2004
Especie	Número de avistamientos	Especie	Número de avistamientos	Total
<i>Delphinus capensis</i>	88	<i>Delphinus capensis</i>	58	146
<i>Tursiops truncatus</i>	12	<i>Tursiops truncatus</i>	11	23
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	1	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	5	6
<i>Grampus griseus</i>	1	<i>Grampus griseus</i>	6	7
<i>Pseudorca crassidens</i>	--	<i>Pseudorca crassidens</i>	1	1
<i>Physeter macrocephalus</i>	3	<i>Physeter macrocephalus</i>	2	5
<i>Orcinus orca</i>	1	<i>Orcinus orca</i>	1	2
<i>Kogia sima</i> *	--	<i>Kogia sima</i> *	1	1
Total	106	Total	85	191

**Kogia sima* es un varamiento reportado en julio 2004 por I. Fuentes (oficina local en Bahía de los Ángeles del APFF “Islas del Golfo de California”), J. Arce (pescador local) y A. Vázquez (CICIMAR).

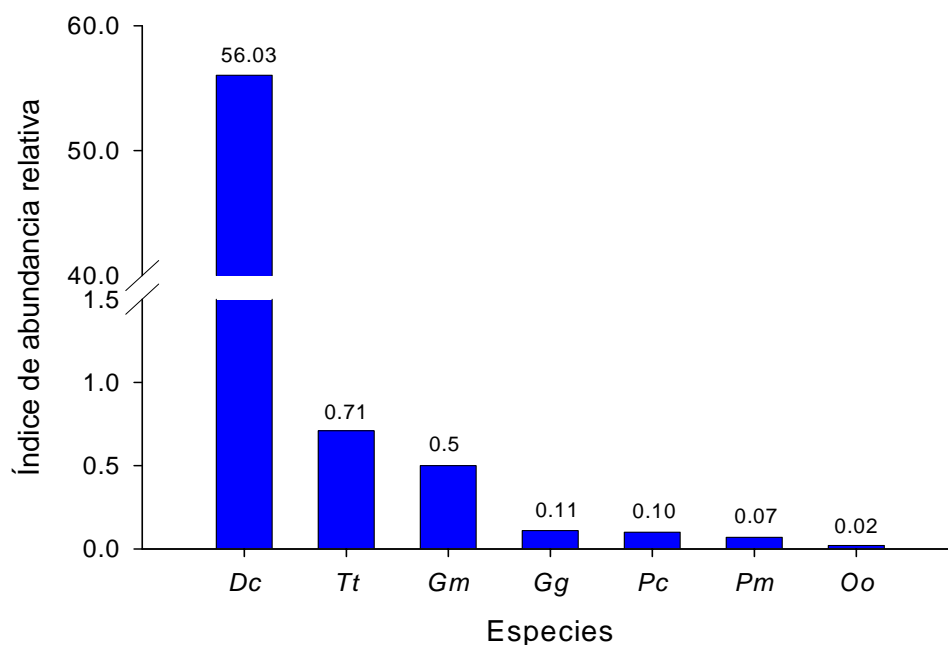
Tabla V. Total de individuos registrados y tamaño de grupo de los odontocetos observados en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas para 2003 y 2004.

	Total de individuos (2003-2004)	Tamaño de grupo (promedio)	Desviación Estandar	Mínimo	Máximo
<i>Delphinus capensis</i>	46 356	317.51	470.58	2	3000
<i>Tursiops truncatus</i>	588	25.57	43.30	1	200
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	416	69.33	55.14	10	161
<i>Grampus griseus</i>	93	13.29	11.77	1	30
<i>Pseudorca crassidens</i>	80				
<i>Physeter macrocephalus</i>	60	12	17.12	1	40
<i>Orcinus orca</i>	18	9	2.83	7	11
<i>Kogia sima</i> *	1				

**Kogia sima* es un varamiento reportado en julio 2004 en Bahía de los Ángeles.

3.2 Distribución temporal

El IAR para 2003 y 2004 fue el siguiente: *D. capensis* tuvo el mayor IAR para los dos años con 56.03 animales/hora de esfuerzo de búsqueda, seguido por *T. truncatus* con 0.71, *G. macrorhynchus* con 0.5, *G. griseus* con 0.11, *P. crassidens* con 0.10, *P. macrocephalus* con

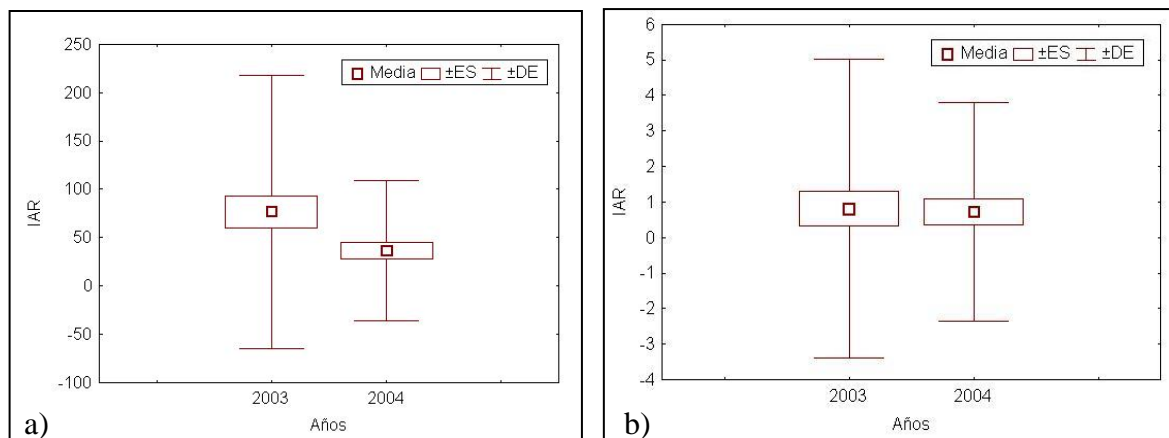


0.07 y finalmente *O. orca* con 0.02 (Figura 7).

Figura 7. Índice de abundancia relativa (número de animales/hora de esfuerzo de búsqueda) total para 2003 y 2004. Dc = *D. capensis*; Tt = *T. truncatus*; Gm = *G. macrorhynchus*; Gg = *G. griseus*; Pc = *P. crassidens*; Pm = *P. macrocephalus* y Oo = *O. orca*.

Para *D. capensis* el IAR en 2003 fue significativamente mayor que en 2004 (U de Mann-Whitney, $U = 2156$, $p = 0.047$, $n_{2003} = 74$, $n_{2004} = 71$; Figuras 8a y 9). *T. truncatus*

mostró la misma tendencia, aunque la diferencia no fue estadísticamente significativa (U de



Mann-Whitney, $U = 2576$, $p = 0.7365$, $n_{2003} = 74$, $n_{2004} = 71$; Figuras 8b y 9).

Figura 8. Comparación anual de la media, el error estándar y la desviación estándar del Índice de Abundancia Relativa (IAR) para a) *D. capensis* (media₂₀₀₃ = 76.81 y media₂₀₀₄ = 36.60) y b) *T. truncatus* (media₂₀₀₃ = 0.8 y media₂₀₀₄ = 0.72).

Aunque *P. macrocephalus* también tuvo un IAR mayor en 2003 que en 2004, no fue posible realizar pruebas estadísticas por el bajo número de observaciones. Lo mismo ocurrió con *G. macrorhynchus* y *G. griseus* aunque la tendencia fue contraria (mayor IAR en 2004 que en 2003). En el caso de *O. orca* su IAR fue similar para los dos años y en *P. crassidens* sólo se reportó una vez en 2004 (Figura 9).

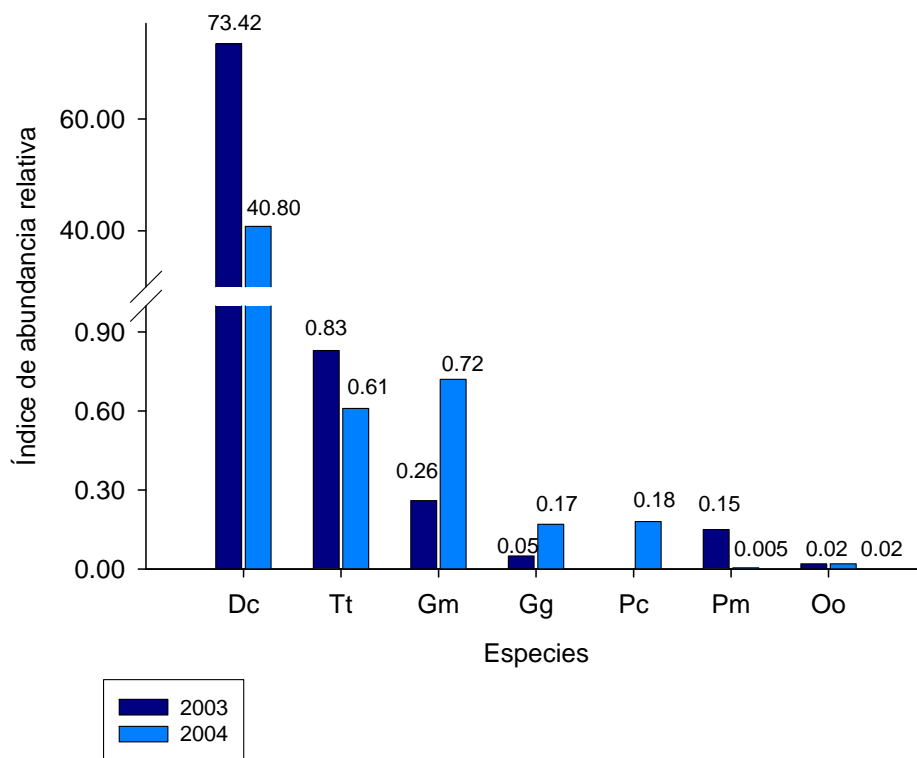


Figura 9. Índice de abundancia relativa (IAR) comparado entre años (2003-2004) para cada especie reportada para Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Dc = *D. capensis*; Tt = *T. truncatus*; Gm = *G. macrorhynchus*; Gg = *G. griseus*; Pc = *P. crassidens*; Pm = *P. macrocephalus* y Oo = *O. orca*.

En cuanto a las estaciones del año, en general se tuvieron más avistamientos en verano y la transición de otoño en los dos años (Figura 10). Hubo diferencias en el IAR estacional, pero éstas variaron dependiendo de la especie, en el caso de *D. capensis* y de *T. truncatus* se reportaron en casi en todas las estaciones de los dos años.

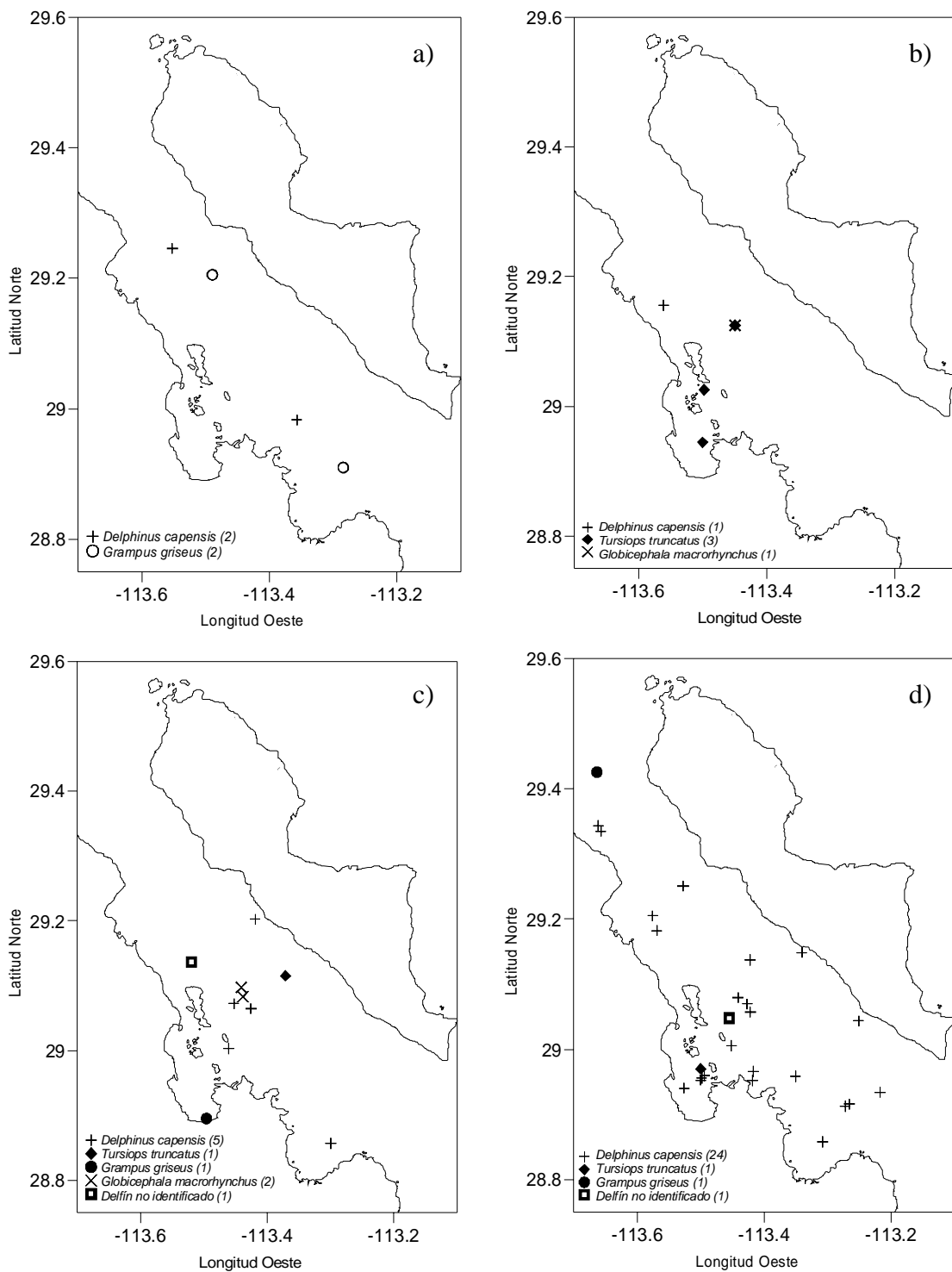


Figura 10. Mapas de avistamientos para a) invierno 03-04, b) transición primavera 03-04, c) verano 03 - 04 y d) transición otoño 03-04. Los números entre paréntesis representan los avistamientos.

D. capensis fue encontrado en todas las estaciones para los dos años y su IAR tuvo diferencias significativas (Kruskal-Wallis, $H = 30.42$, $p < 0.0001$, g. l. = 3, $n = 145$, Figura 11a). La prueba *a posteriori* mostró que el verano fue significativamente diferente al invierno para los dos años (Tabla VI). Además, en 2003 se registró un IAR mayor en todas las estaciones.

En el caso de *T. truncatus* su IAR fue bajo o nulo en verano y fue mayor para la transición de otoño en los dos años. Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Kruskal-Wallis, $H = 7.39$, $p = 0.06$, g. l. = 3, $n = 145$; Figura 11b).

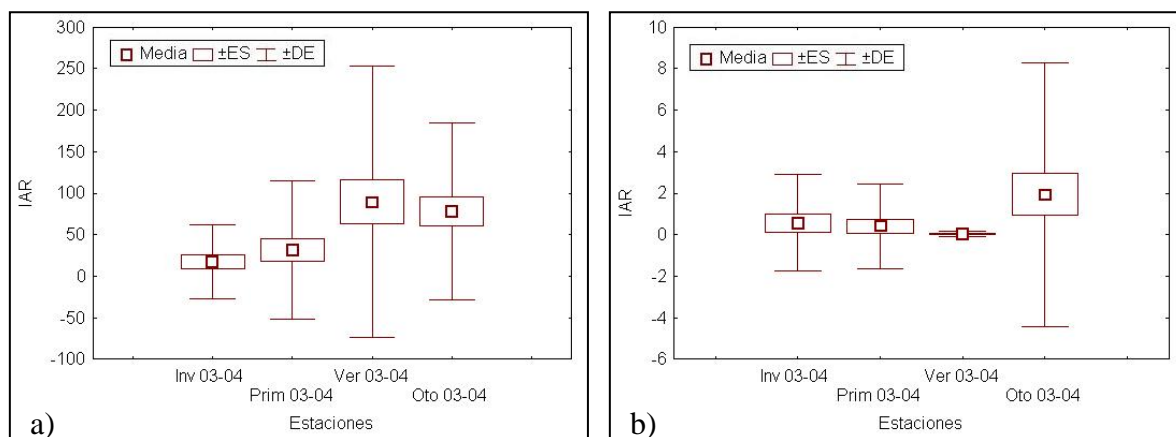


Figura 11. Comparación estacional de la media, el error estándar y la desviación estándar del IAR para a) *D. capensis* (media_{inv 03-04} = 17.45, media_{prim 03-04} = 31.52, media_{ver 03-04} = 89.61, media_{oto 03-04} = 78.25) y b) *T. truncatus* (media_{inv 03-04} = 0.57, media_{prim 03-04} = 0.41, media_{ver 03-04} = 0.03, media_{oto 03-04} = 1.93).

Tabla VI. Niveles de significancia de la prueba *a posteriori* Newman-Keuls para *D. capensis* al comparar las estaciones del año durante 2003 y 2004.

Estaciones	Invierno 03 - 04	Transición Primavera 03 - 04	Verano 03 - 04	Transición Otoño 03 - 04
Invierno 03 - 04		p = 0.593614	p = 0.031535	p = 0.054955
Transición Primavera 03 - 04	p = 0.593614		p = 0.070624	p = 0.076315
Verano 03 - 04	p = 0.031535	p = 0.070624		p = 0.666689
Transición Otoño 03 - 04	p = 0.054955	p = 0.076315	p = 0.666689	

3.3 Distribución espacial

Se obtuvo la ubicación espacial de los avistamientos en transecto, para mostrar la distribución geográfica y su relación con la batimetría. Se observa que *D. capensis* se distribuye en casi toda la zona de estudio, aunque tuvo una presencia significativamente mayor en la zona costera, de los 0 m a las 250 m de profundidad (Figura 12; $X^2 = 25.81$, $p < 0.05$, g. l. = 4). Los tamaños de grupo de esta especie fueron muy variados (de 1 a más de 1000 individuos) y aparentemente su distribución no está relacionada con la profundidad. Se observa que de los 6 grupos mayores de 600 individuos, 4 se concentran sobre la costa occidental de Baja California a profundidades menores a 250 m (Figura 13).

En el caso de *T. truncatus* se encontraron 3 avistamientos costeros (< 250 m) y 2 oceánicos (> 250 m). De los avistamientos costeros dos son grupos pequeños, de menos de 10 individuos y uno fue un grupo grande de 41 a 80 individuos. Los avistamientos

oceánicos, fueron formados tanto por un grupo grande de 80 a 100 individuos como por un grupo de menos de 10 individuos. *G. macrorhynchus* se ubicó sólo en aguas oceánicas (> 250 y < 500 m) y *G. griseus* en aguas con una profundidad mayor a 200 y menor a 750 m, aunque hubo un avistamiento en aguas de 0 a 20 m (Figura 14).

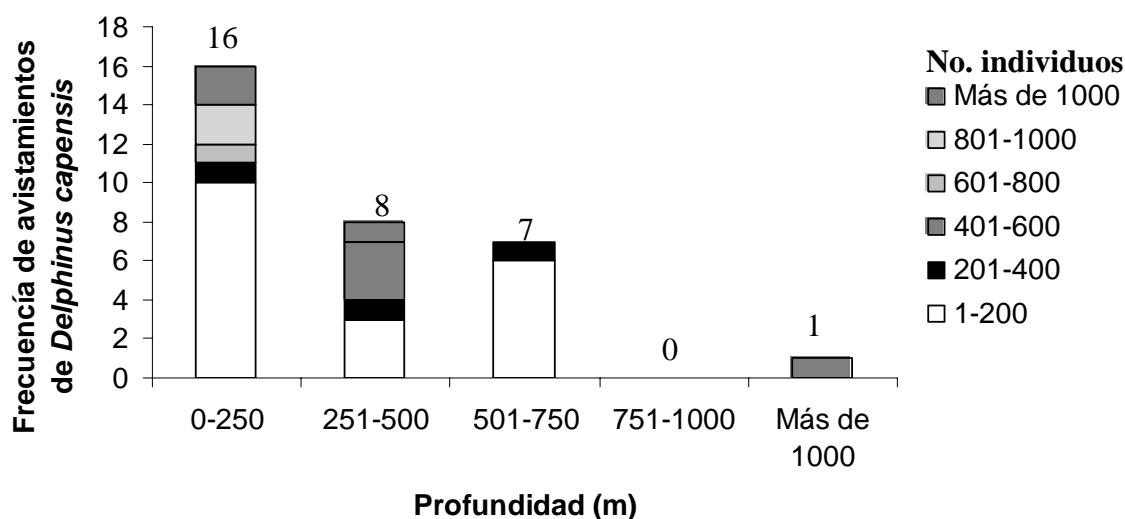


Figura 12. Frecuencias de avistamientos en transecto de *D. capensis* en las diferentes isóbatas en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas donde se observa una preferencia significativa por la profundidad 0-250 m ($X^2 = 25.81$, $p < 0.05$, g. l. = 4, $n=32$). La distribución de los diferentes tamaños de grupo aparentemente no se relaciona con la profundidad.

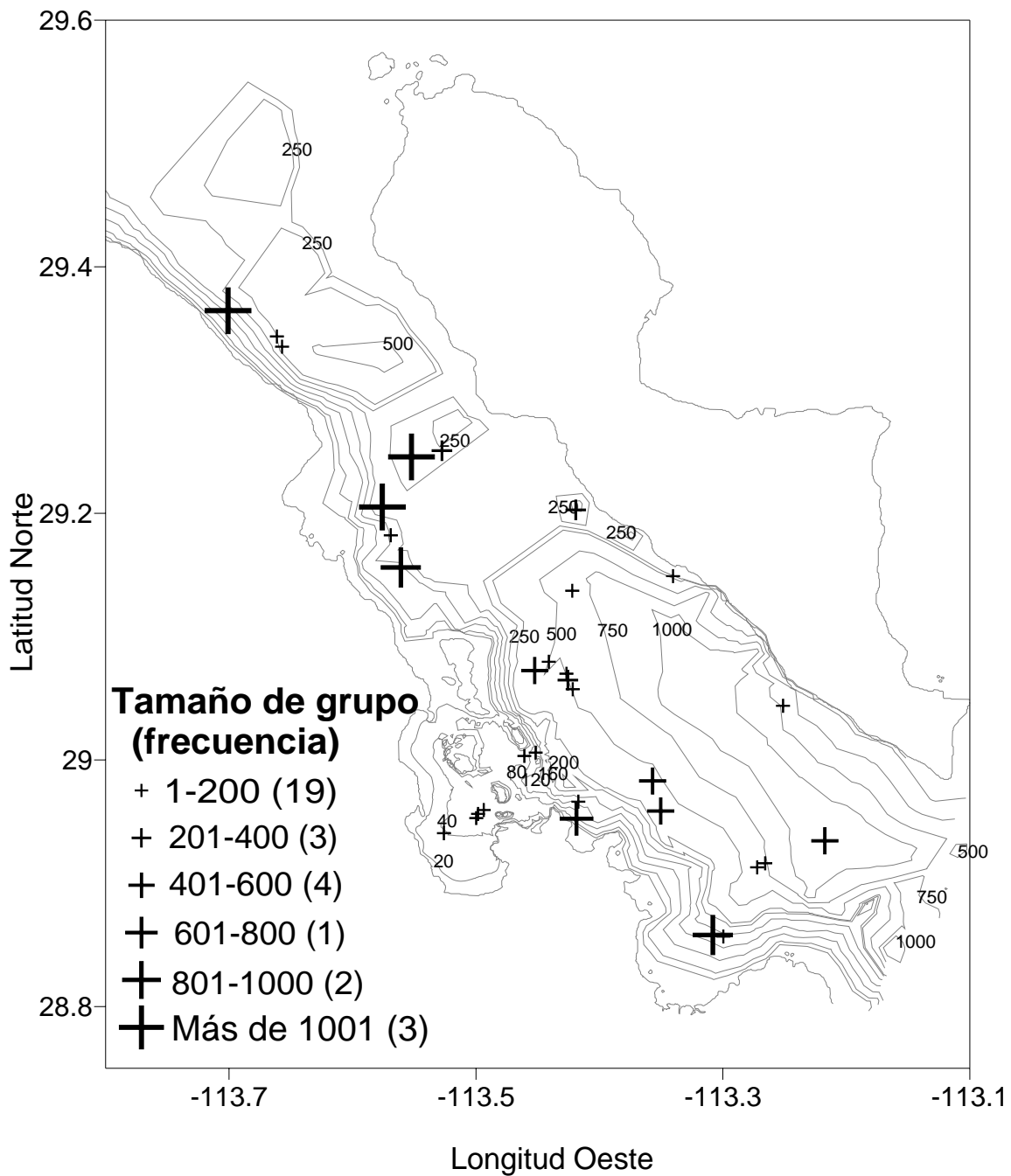


Figura 13. Avistamientos en transecto de *D. capensis* en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas (2003-2004) para los diferentes tamaños de grupo. Las isobatas dentro de la bahía están en intervalos de 40 m hasta los 200 m, en el Canal de Ballenas están en intervalos de 250 m.

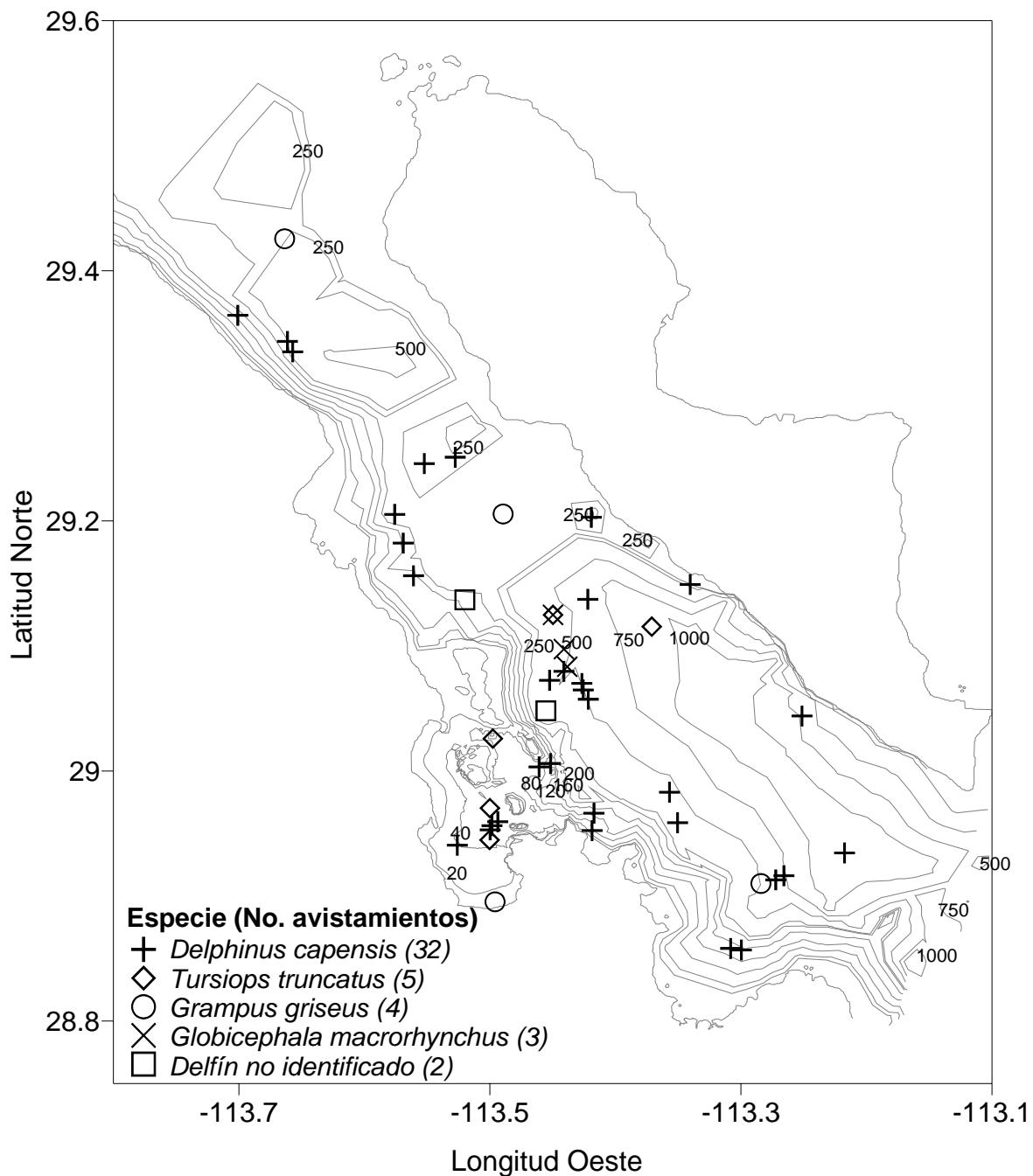


Figura 14. Distribución espacial de los odontocetos observados en transecto en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Los números entre paréntesis representan el número de avistamientos por especie. Las isobatas en la bahía se muestran de 0 a 200 m en intervalos de 40 m, en el Canal de Ballenas de 250 a 1000 m en intervalos de 250 m.

3.4 Uso de hábitat

Se encontró que el IAR de *D. capensis* estuvo relacionado con la temperatura y la profundidad del disco de Secchi, mientras que *T. truncatus* no tuvo ninguna relación con estas variables abióticas (Tablas VII y VIII).

Tabla VII. Correlación entre el IAR diario con la temperatura y la profundidad del disco de Secchi para *D. capensis*.

		2003		2004		2003-2004	
Promedio diario	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	
Temperatura	63	R = 0.4818 p = 0.023	69	R = 0.4503 p = 0.027	132	R = 0.4729 p = 0.001	
Prof. disco de Secchi	22	R = 0.6658 p = 0.001	24	R = 0.3019 p = 0.152	46	R = 0.4344 p = 0.003	

Tabla VIII. Correlación entre el IAR diario con la temperatura y la profundidad del disco de Secchi para *T. truncatus*.

		2003		2004		2003-2004	
Promedio diario	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	n	IAR diario $\ln(x + 1)$	
Temperatura	63	R = -0.0694 p = 0.759	69	R = 0.0420 p = 0.846	132	R = -0.0047 p = 0.975	
Prof. disco de Secchi	22	R = -0.852 p = 0.706	24	R = -0.0247 p = 0.909	46	R = -0.0238 p = 0.875	

Las imágenes de satélite de la región central del Golfo de California muestran una variación estacional en los dos años, presentando las concentraciones máximas de noviembre a mayo (condiciones de invierno y vientos del noroeste) y mínimas de junio a octubre (condiciones de verano y vientos del sureste; Figuras 15 y 16). Al transformar a logaritmo los valores de clorofila α se observó que los meses de junio a octubre, donde se presentan las mínimas concentraciones en la región, el Canal de Ballenas presenta las concentraciones más elevadas (Figuras 17 y 18).

Las series de tiempo de anomalías para la región central de Golfo mostraron la misma variación estacional para el Golfo en ambos años del estudio (concentraciones máximas de noviembre a mayo y mínimas de junio a octubre), con una mediana de 0.98 mg Ch α m⁻³. En contraste, en el caso de Canal de Ballenas no se observó un patrón general, y presentó una mediana más alta (2.18 mg Ch α m⁻³) que la de la región central del Golfo (Figura 19).

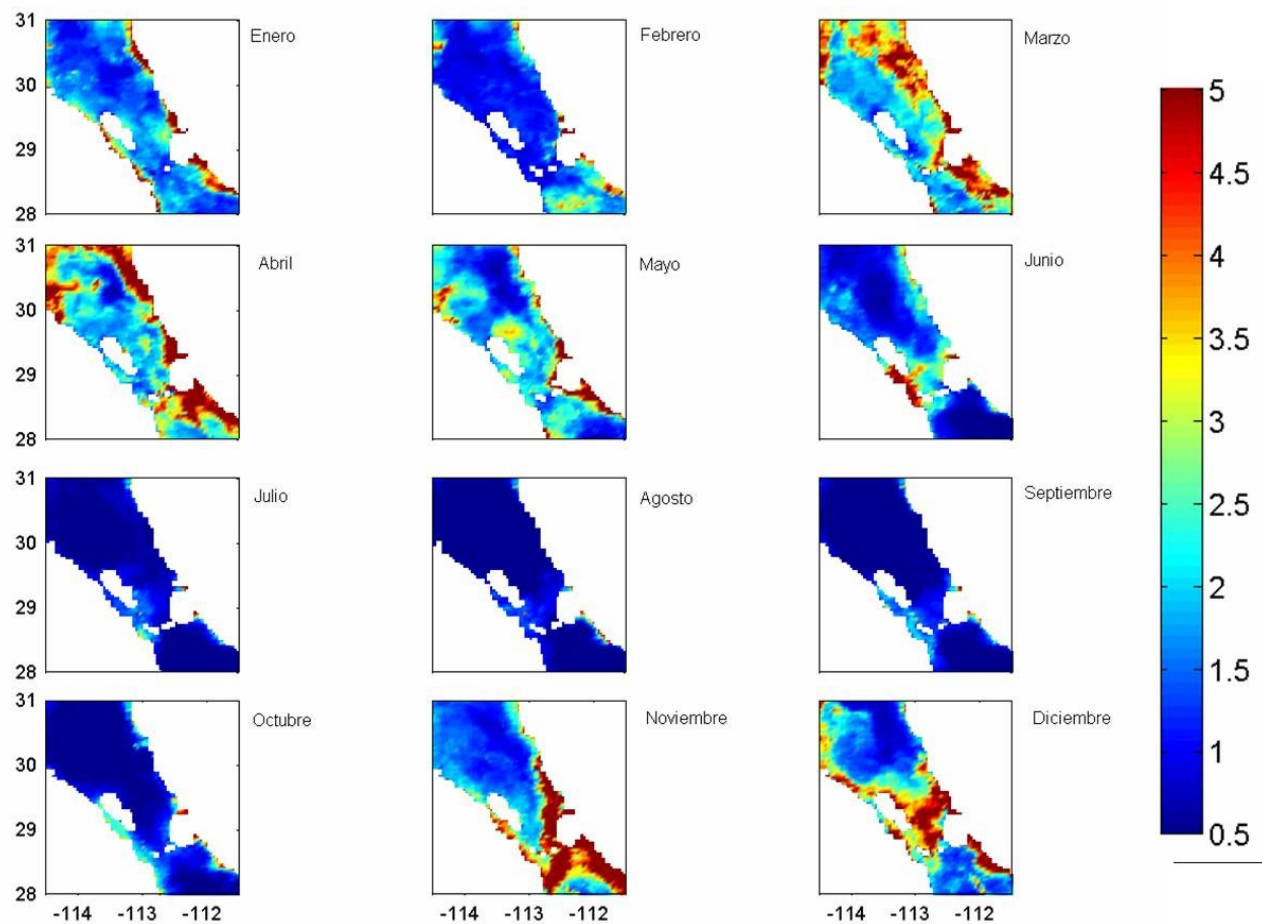


Figura 15. Imagen de satélite de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2003, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.

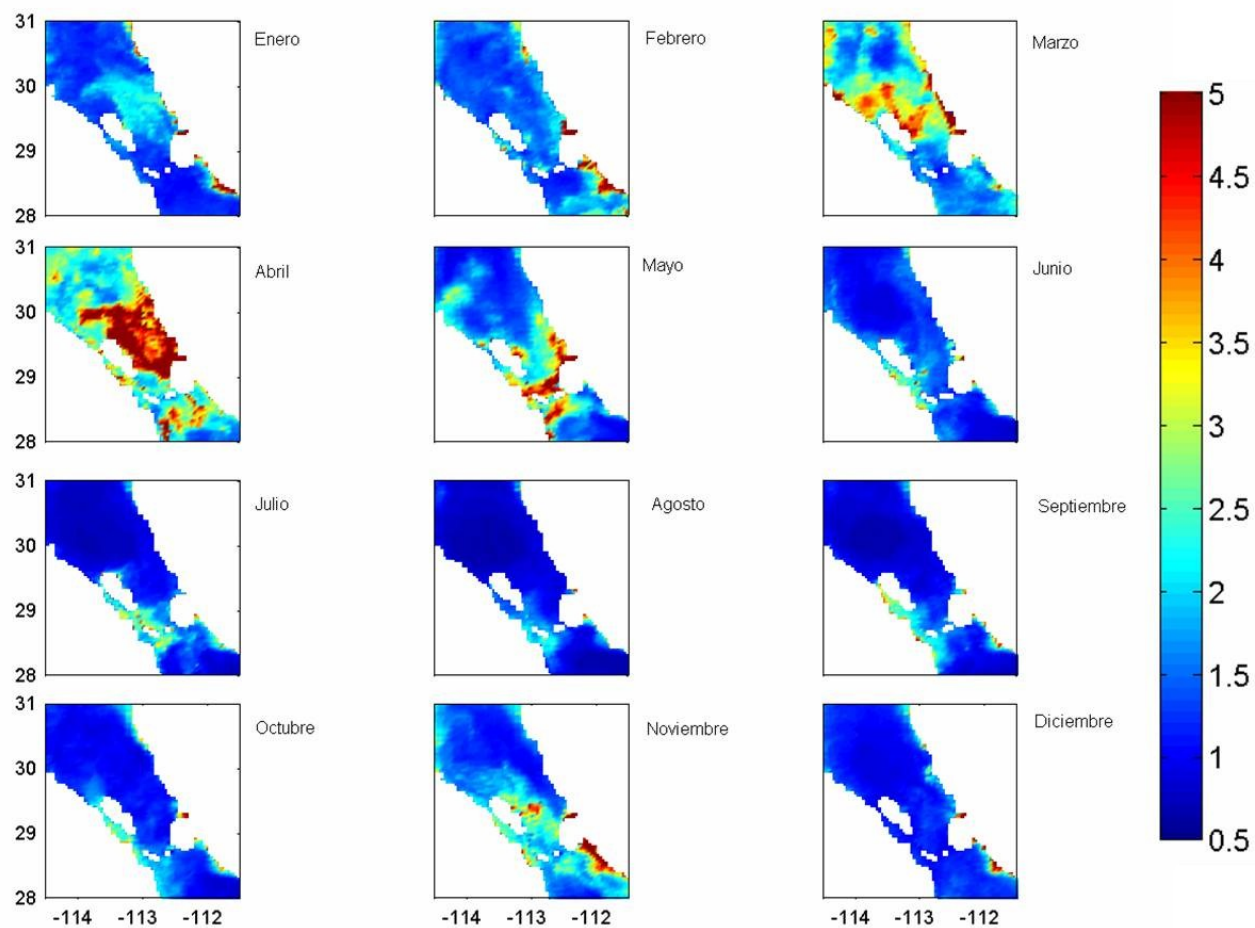


Figura 16. Imagen de satélite de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2004, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.

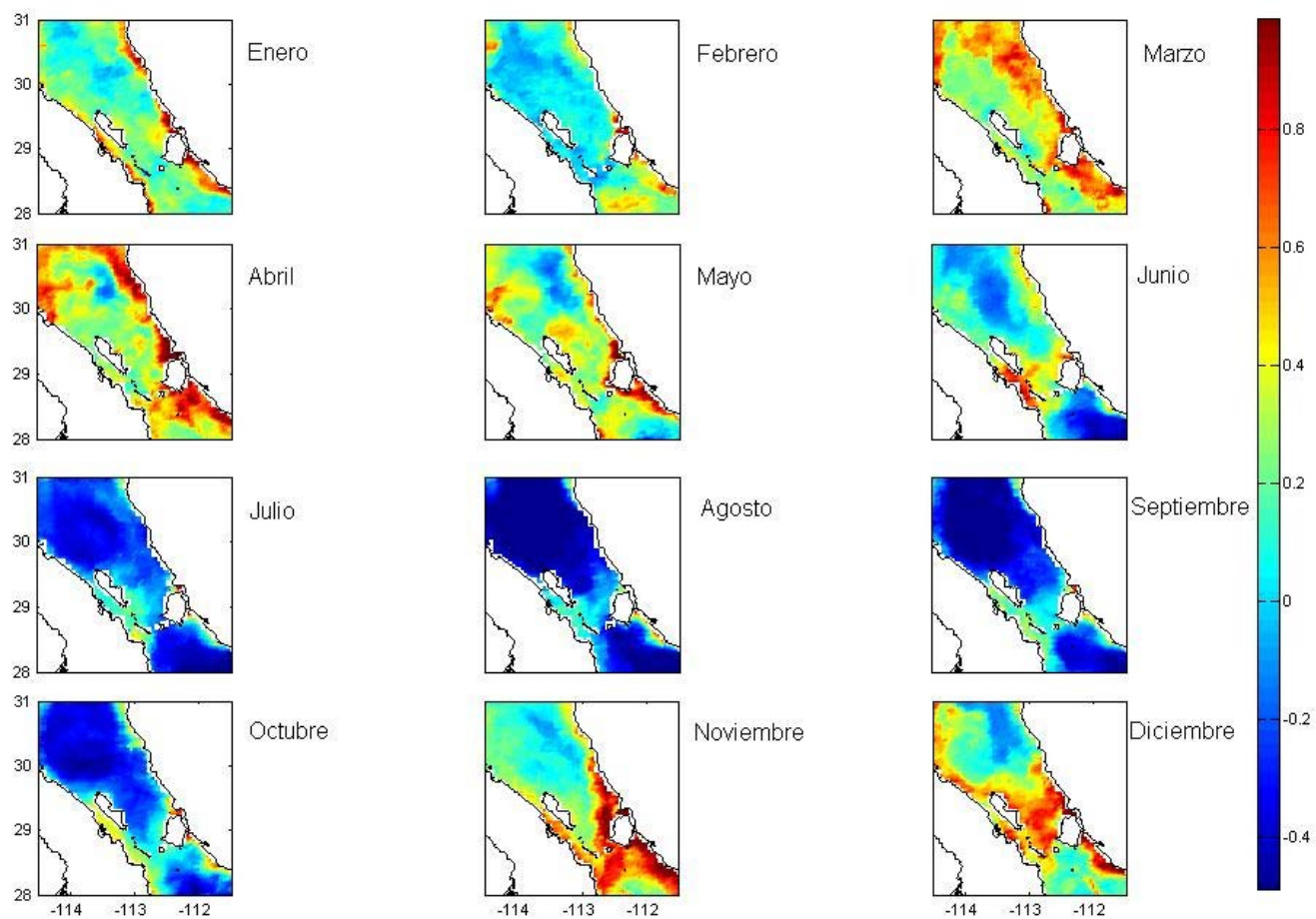


Figura 17. Imagen de satélite transformada a logaritmo de base 10 de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2003, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.

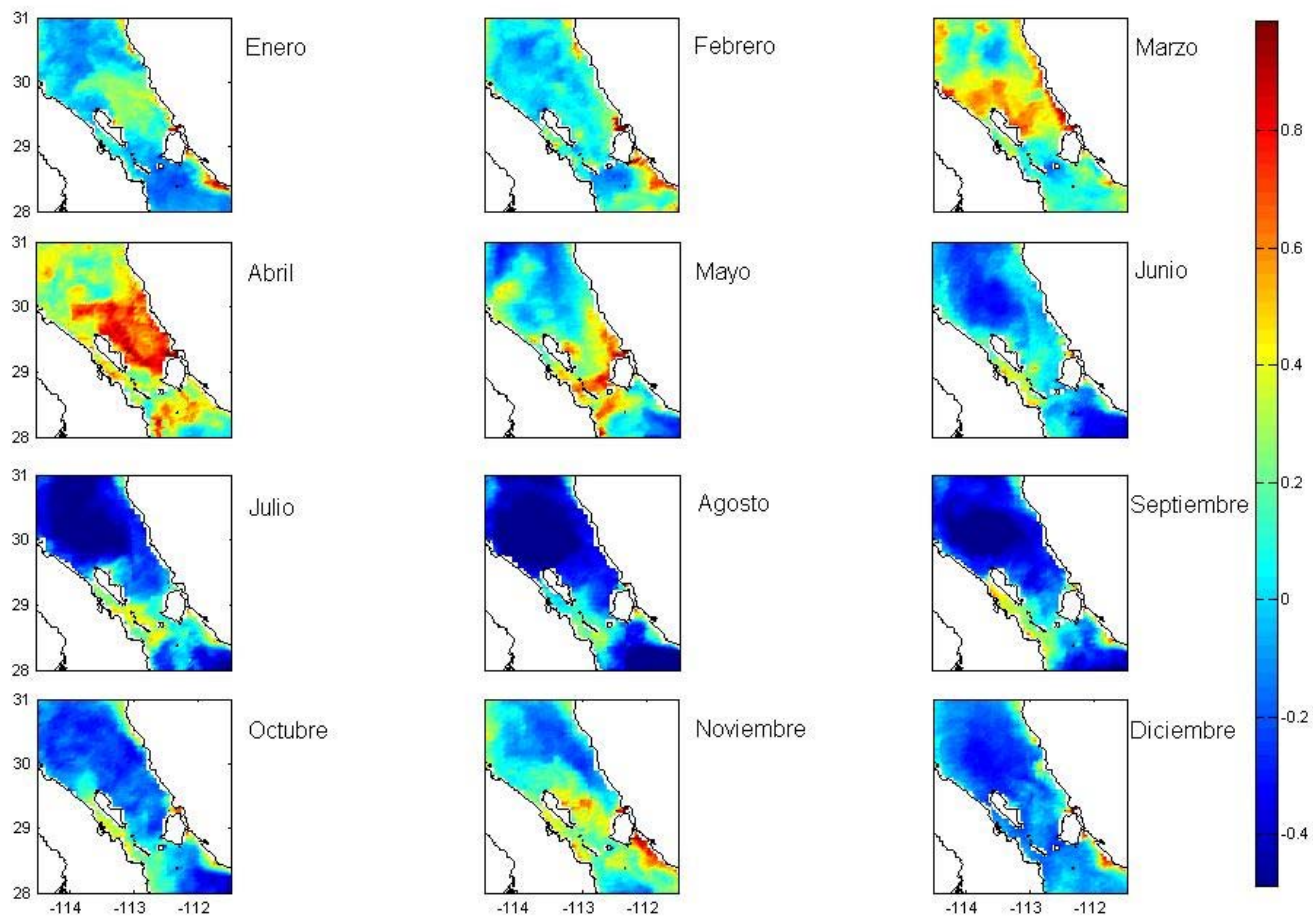


Figura 18. Imagen de satélite transformada a logaritmo de base 10 de la biomasa fitoplanctónica para la Región de las Islas en el 2004, la concentración más altas se encuentran en rojo y las más bajas en azul.

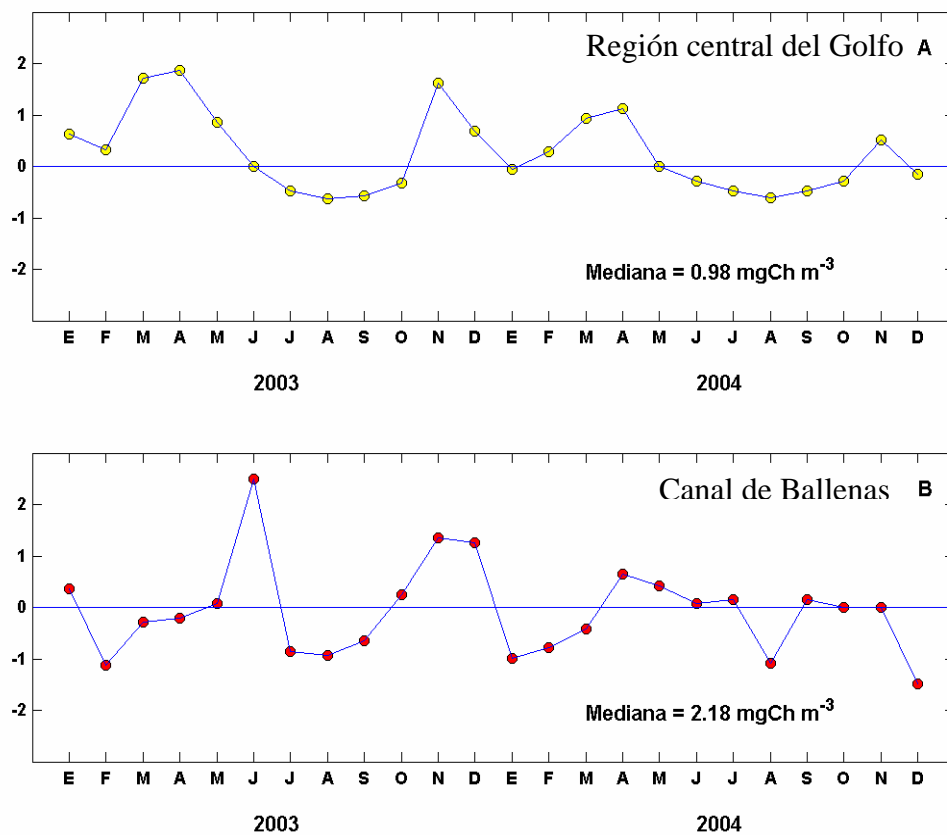


Figura 19. Series de tiempo de las anomalías en la biomasa fitoplanctónica para la Región central del Golfo (A) y Canal de Ballenas (B) para 2003 – 2004. Las letras (en el eje x) representan los meses del año.

4. DISCUSIÓN

Las ocho especies de odontocetos identificadas para Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas durante 2003 y 2004, representan casi un 50% de las especies reportadas para el Golfo de California (19 especies de odontocetos reportados para el Golfo de California; Vidal *et al.*, 1993) por lo que aún siendo un área tan pequeña, reúne una gran diversidad de odontocetos.

De los 191 avistamientos reportados para los dos años de este estudio, en cada año se registró aproximadamente la mitad de éstos, además de presentarse casi las mismas especies. Solamente en 2004, *P. crassidens* se observó con un solo avistamiento y *K. sima* fue reportada en un avistamiento. La diversidad fue la misma a la reportada por trabajos anteriores en la zona (Tershy *et al.*, 1991; Breese y Tershy, 1993). Sin embargo, se presentó un cambio en la abundancia relativa de las especies. Breese y Tershy (1993) encuentran que *P. crassidens* y *O. orca* tienen un IAR importante mientras que *G. macrorhynchus* tuvo una abundancia baja. En este estudio, las especies *P. crassidens* y *O. orca* tuvieron abundancias muy bajas. Por el contrario, *G. macrorhynchus* presentó un IAR alto, especialmente en el 2004 al igual que *G. griseus*, la cual es reportada por primera vez en la zona. Estas dos especies se alimentan principalmente de calamares. Los estudios en el Golfo de California, sobre el calamar gigante (*Dosidicus gigas*) reportan en la década de los 1980's un colapso y la población prácticamente desapareció por muchos años, fue hasta la década de los 1990's que comenzó nuevamente la pesca hasta alcanzar 100,000 toneladas en 1997 (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000).

Posiblemente, el cambio en la abundancia de *G. macrorhynchus* y *G. griseus* pueda relacionarse a fluctuaciones en las condiciones oceanográficas de la zona que influyeron en la distribución de las distintas especies de calamares. En el caso de *D. gigas* en el Golfo de California, se reporta una distribución espacial con un gradiente de norte a sur, con una biomasa en las capturas mayor para la zona norte (de los 28° a los 28°30' N; al sur de Canal de Ballenas) donde sugieren que las condiciones ambientales son las que pudieran determinar su distribución y abundancia (Nevárez-Martínez *et al.*, 2000). Además, es posible que exista una asociación entre la biomasa y distribución de calamares con zonas de surgencia, como Canal de Ballenas, que pueden ser sitios de alimentación para los odontocetos teutófagos, es decir, cuyas presas son calamares (Ehrhardt, 1991; Markaida y Sosa-Nishizaki, 2001).

En general, el tamaño de grupo de los odontocetos coincide con lo descrito por otros autores (Breese y Tershy, 1993; Reeves *et al.*, 2002), pero los rangos variaron dependiendo de cada especie y las zonas de estudio.

Delphinus capensis.

D. capensis fue la especie más frecuente y con mayor IAR en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas para 2003 y 2004 con respecto a las demás especies de odontocetos registradas; esto coincidió con los resultados de Breese y Tershy (1993) en la misma zona.

Esta especie se caracterizó en el área de estudio, por ser muy gregaria, donde formó grupos de hasta 3000 individuos muy dispersos, aunque comúnmente contienen subgrupos de menos de 30 individuos. Esto coincide con el comportamiento reportado para *Delphinus*

spp (Reeves *et al.*, 2002). Sin embargo, en el Mar de Alborán (al sur de España), se ha reportado que grupos de cientos son poco frecuentes (Promedio = 68.4, DE = 102.39, rango = 1-600; Bearzi *et al.*, 2003) y en el resto del Mediterráneo forman grupos todavía más pequeños, de aproximadamente 50 a 70 animales (Cañadas *et al.*, 2002). Incluso al sur de Italia, en la costa del mar Jónico, se reportan grupos de menos de 15 individuos y nunca se han observado grupos mayores a 40 individuos (Politi y Bearzi, en prensa en Bearzi *et al.*, 2003).

El tamaño de grupo de *D. capensis* para Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas es grande (320 individuos en promedio), lo que puede indicar que el ecosistema sea muy productivo, ya que puede sostener una gran cantidad de animales de esta especie y además otros depredadores. También es una buena oportunidad para la industria de ecoturismo, ya que los grupos grandes son fáciles de observar y tienen una mayor probabilidad para localizarse.

Se observó que *D. capensis*, se distribuyó en casi toda la zona de estudio, aunque tuvo una preferencia significativamente mayor por la zona costera (0-250 m de profundidad). Esto coincide con los resultados en el Mediterráneo, al sur de España, donde la especie *D. delphis* mostró una preferencia significativa por zonas costeras (1 a 400 m; $X^2 = 39.2$, $n = 212$, g. l. = 9, $p < 0.001$) y una conducta de alimentación significativamente mayor entre 1 y 200 m de profundidad ($X^2 = 28.4$, $n = 42$, g. l. = 3, $p < 0.001$; Cañadas *et al.*, 2002).

Aunque aparentemente la distribución de los diferentes tamaños de grupo de *D. capensis* no parece estar relacionada con la profundidad en Bahía de los Ángeles y Canal

de Ballenas, se observó que de los 6 grupos mayores de 600 individuos, 4 se concentraron sobre la costa, a profundidades menores a 250 m, pero debido al bajo número de muestra no se realizó una prueba estadística. Cañadas y colaboradores (2002) encontraron una preferencia de los grupos grandes por aguas poco profundas ($x = 117.7$, $DS = 137$, $n = 188$ para aguas de 1-400 m y $x = 40$, $DS = 57.04$, $n = 119$ para profundidades mayores a 400 m).

D. capensis usualmente se encontró alimentándose de peces, asociado con distintas especies de aves (gaviotas, gallitos, pájaros bobos y pelícanos) y menos frecuentes con lobos marinos (*Zalophus californianus californianus*). Estuvo presente en todas las estaciones de los dos años, con mayor IAR en verano y la transición de otoño. Este mismo patrón se reportó en el estudio de Breese y Tershy (1993; IAR expresado en número de individuos por hora de esfuerzo. Primavera = 4.95, verano = 10.47, otoño = 6.85 e invierno = 4.95, % de avistamientos = 87.5%).

Se encontraron diferencias significativas estacionales y anuales en el IAR, en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. El cambio estacional puede deberse a que la sardina (*Sardinops sagax*) migra de la cuenca de Guaymas a la Región de la Grandes Islas a finales de la primavera y en verano (Lluch-Belda *et al.*, 1986; Hammann *et al.*, 1988). Esta es una de las presas principales de *D. capensis*, diversas aves (como gaviotas, pelícanos y pájaros bobos), además de ser presa de lobos marinos (Cañadas y Sagarminaga, 1996; Bearzi *et al.*, 2003). Esto concuerda con los resultados al sur de España (Málaga y Estepona), donde las regiones con más avistamientos de *D. delphis* son conocidas por tener altas concentraciones de sardinas (Gil, 1992 en Bearzi *et al.*, 2003). También se observó a *D.*

capensis alimentándose de macarelas a finales de verano y en otoño (Ladrón de Guevara, com. pers.²)

Tursiops truncatus.

T. truncatus fue la segunda especie más frecuente y con mayor IAR en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas. Este resultado coincidió con los resultados de Breese y Tershy en la misma zona (1993).

La especie presenta 2 ecotipos (costero y oceánico), reconocidos con base en su morfología, hematología, morfometría craneal, carga parasitaria, preferencia de hábitat, presas y características genéticas (Walker, 1981; Segura-García, 2004). En el Golfo de California los individuos oceánicos son de menor talla, con dientes menos robustos y se alimentan principalmente de presas epipelágicas y cefalópodos, mientras que los organismos costeros son de mayor talla, poseen dientes más robustos y se alimentan de peces costeros y bentónicos (Walker, 1981). En el presente estudio no se hizo diferencia entre los subtipos costeros y oceánicos de esta especie. Esta especie es uno de los cetáceos más adaptables, con una estrategia de alimentación generalista al presentar una gran variedad de presas, influenciada por la abundancia de éstas, la región geográfica, la estación del año, el sexo y el ecotipo (costero y oceánico; Carwardine *et al.*, 2002; Díaz-Gamboa *et al.*, 2003; Walker, 1981; Segura-García, 2004).

No hubo diferencias significativas estacionales ni anuales, lo cual coincide con Griffin y Griffin (2004), quienes no encontraron cambios en las densidades inter-anales ni

² Paloma Ladrón de Guevara, Doctorado en Ecología Marina, CICESE.

intra-anales y lo consideran una población residente. Sin embargo, Breese y Tershy (1993) lo reportan más abundante en invierno en esta zona (IAR expresado en número de individuos por hora de esfuerzo. Primavera = 0.16, verano = 0.26, otoño = 1.23 e invierno = 1.73, % de avistamientos = 6%). En contraste, en esta investigación el IAR más alto fue en otoño y en invierno casi no se observaron estos delfines. En términos relativos, la primavera y el verano tuvieron la menor abundancia relativa, aunque las diferencias no fueron significativas, probablemente al tamaño de muestra pequeño.

El promedio del tamaño de grupo en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas fue de 25 individuos (DE = 43.3 y rango = 1-200), aunque estos valores se calcularon sin considerar los ecotipos de esta especie. Aun así, Griffin y Griffin (2003), que no mencionan a ningún ecotipo, obtuvieron valores promedio del tamaño de grupo de 5.6 individuos y rangos de 1 a 15 individuos, aunque su estudio se realizó hasta los 180 m de profundidad, por lo que se podría considerar un ecotipo costero. En general, se ha encontrado que el tamaño de grupo para el tursión es muy variado, con grupos promedio de 15 individuos y que habitualmente el tamaño de grupo aumenta a mayor profundidad (Shane *et al.*, 1986)

El tursión en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas estuvo asociado con *Z. c. californianus* y con *G. macrorhynchus*. La asociación de *T. truncatus* con *G. macrorhynchus* es considerada bastante común (Mullin *et al.*, 1994; Cañadas *et al.*, 2002; Reeves *et al.*, 2002).

Globicephala macrorhynchus.

En Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, tuvo un IAR mayor en 2004 que en 2003. Debido al bajo número de avistamientos (seis) no se realizó una prueba estadística.

Se localizó en aguas oceánicas (entre 250 m y 500 m de profundidad), lo que sugiere que se encontró en la pendiente de la plataforma continental, y coincide con los resultados encontrados en España donde tuvo una preferencia significativa por profundidades de 600 m y pendientes de 20 a 80 m km⁻¹ ($X^2 = 397$, $n = 171$, g. l. = 9, $p < 0.001$; Cañadas *et al.*, 2002). Se observó un solo avistamiento en el otoño del 2003 (que presentó temperaturas promedio más altas que en el verano de ese año), en primavera del 2004 con un avistamiento y en verano del 2004 con 4 avistamientos (estación que tuvo las temperaturas promedio más altas para ese año; temperaturas tomadas en este estudio). Para esta especie, se reportan cambios estacionales con movimientos hacia las pendientes y orilla de la plataforma continental en los meses de verano, moviéndose hacia aguas más profundas en invierno (Payne y Heinemann, 1993 en Fullard *et al.*, 2000). Esta especie además reporta una correlación con la temperatura, variable que juega un factor principal en la distribución relativa (Fullard *et al.*, 2000). El movimiento hacia la plataforma continental podría explicarse por Baumgartner (1997) quien encuentra que *G. griseus*, una especie con hábitat y preferencias de alimentación muy similares a *G. macrorhynchus*, se concentra entre las isobatas de 350 m a 975 m de profundidad y con pendientes mayores a 24 m km⁻¹, y discute que puede deberse a que el límite de la plataforma continental con pendientes tan abruptas son frecuentemente zonas con una actividad biológica alta, debido

a la formación de frentes. Como se mencionó antes, *G. macrorhynchus* se asoció con *T. truncatus* (Mullin *et al.*, 1994; Cañadas *et al.*, 2002; Reeves *et al.*, 2002).

***Grampus griseus*.**

En este trabajo se reportó a *G. griseus* por primera vez, a pesar de haber estudios y reportes de avistamientos, distribución y abundancia de cetáceos en la zona (Tershy *et al.*, 1991; Tershy *et al.*, 1993; Mangels y Gerrodette, 1994). Al hacer una revisión bibliográfica se encontró que existen pocos reportes de avistamientos y varamientos de esta especie dentro del Golfo de California (Vidal *et al.*, 1993; Mangels y Gerrodette, 1994; Jaquet y Gendron, 2002). Todos se localizaron desde el paralelo 28°N hacia el sur (Vidal *et al.*, 1993), con excepción de un avistamiento y un varamiento de un organismo; este último ocurrió en Bahía San Luis Gonzaga, Baja California (29° 46' N y 114° 16' W), 70 km al norte del Canal de Ballenas (Leatherwood *et al.*, 1979). Este resultado es una importante aportación a la diversidad en la zona y la distribución de la especie.

La ausencia de reportes del delfín de Risso en el área podría relacionarse con sus hábitos oceánicos y con la presencia de su alimento más común, el calamar. Se observó un individuo joven cercano a la costa (0-20 m de profundidad), posiblemente era un animal enfermo ya que unas horas antes se reportó un varamiento de la misma especie cerca del poblado de Bahía de los Ángeles al que acudieron las autoridades de la zona (Oficina local del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”) quienes lograron regresarlo, es posible que se tratara del mismo ejemplar. Los demás avistamientos fueron entre los 200 m y los 750 m, por lo que se registraron sobre la pendiente de la plataforma

continental. Es posible que al igual que *G. macrorhynchus*, se agrupen por la concentración de presas debido a la formación de frentes que permitan que aumente la productividad de la zona (Baumgartner, 1997; Davis *et al.*, 1998). Este mismo patrón también fue reportado, al presentar una preferencia significativa por profundidades de no menos de 400 m y pendientes de 40 m km⁻¹ ($X^2 = 90$, n = 31, g. l. = 4, p < 0.001; Cañadas *et al.*, 2002; Mullin *et al.*, 1994; 400 a 600 m de profundidad).

Pseudorca crassidens.

Para esta especie solo se registró un avistamiento en 2004. Pero fue interesante encontrar que Breese y Tershy (1993), en los 3 años de estudio, la registraron con un IAR importante comparado con el nuestro (IAR expresado en número de individuos por hora de esfuerzo. Primavera = 0, verano = 0.065, otoño = 0.279 e invierno = 0) y sólo la vieron a temperaturas por arriba de 21° C. En cambio, el único avistamiento en nuestro trabajo fue a 16° C, aunque sigue siendo dentro de su rango de temperatura (Reeves *et al.*, 2002), y en invierno, única estación en la cual Breese y Tershy no tuvieron avistamientos.

Physeter macrocephalus.

Esta especie tuvo un mayor IAR en 2003 que en 2004, contrario a lo reportado para *G. griseus* y *G. macrorhynchus*, pero también debido al bajo número de avistamientos (cinco) no se realizó una prueba estadística. Un estudio sobre la amplitud del nicho entre mamíferos marinos teutófagos mesopelágicos considera que existen diferencias entre los nichos para cada especie teutófaga (Whitehead *et al.*, 2003). Aunque ese estudio sólo

comparó a *P. macrocephalus* con otros mamíferos marinos teutófagos como el elefante marino, los zifios, entre otros (Whitehead *et al.*, 2003) es posible que *G. griseus* y *G. macrorhynchus* tengan un rango de presas distinto y tal vez menor al de *P. macrocephalus*. Por lo tanto, es probable que la distribución temporal de *P. macrocephalus* con respecto a *G. griseus* y *G. macrorhynchus* se deba a que sus presas particulares también tengan diferentes niveles de abundancia y presencia temporal en la zona de estudio.

Se han encontrado correlaciones negativas para el cachalote con tasas de excreción y la temperatura superficial del mar en las Islas Galápagos, sugiriendo que cuando la temperatura superficial del mar es fría, posiblemente por surgencias, los cachalotes tienen tasas de excreción mayores debido a que consumen más alimento (Whitehead *et al.*, 1989). Sin embargo todavía esta correlación no está muy clara en otros lugares (Rendell *et al.*, 2004). En la presente investigación en Canal de Ballenas se tuvieron avistamientos de cachalote en verano y otoño 2003 (meses con temperaturas promedio altas de la superficie del mar) y en invierno 2004 (meses con temperaturas promedio bajas en la superficie del mar). No se observó aparentemente una relación de la temperatura con los avistamientos pero la muestra fue pequeña por lo que no fue posible observar un patrón.

Es importante mencionar que Rendell y colaboradores (2004) demostraron que el índice de forrajeo y la tasa de defecación están relacionadas fuertemente con las surgencias costeras (agua fría y rica en nutrientes). Además, Biggs y colaboradores (2000) encontraron que la distribución de *P. macrocephalus* está influenciada por la disponibilidad del alimento, características oceanográficas y requerimientos reproductivos. Así, la presencia

de aguas ricas en nutrientes y batimetrías muy complejas, como en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, podría contribuir a aumentar la productividad primaria, por consiguiente la productividad secundaria y así explicar la presencia de *P. macrocephalus* en la zona.

Orcinus orca.

El tamaño de grupo para *O. orca* en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas fue de 9 individuos (DE = 2.83, rango 7-11). A pesar de que sólo se tuvieron dos avistamientos en la zona, el tamaño de grupo parece coincidir con lo reportado por Guerrero-Ruiz y colaboradores (1998) para el Golfo de California, quienes obtuvieron una media de 5.5 (DE = 0.8 y rango de 1-30). En este estudio, la orca presentó un IAR bajo para los dos años en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas (un avistamiento en 2003, en otoño y para 2004, en invierno). Sin embargo, Breese y Tershy (1993) la reportan con un IAR alto. Se sugiere que existen 4 comunidades de *O. orca* y son habitantes temporales dentro del Golfo de California (Guerrero-Ruiz *et al.*, 1998). Es posible que por esta razón en el estudio de Breese y Tershy (1993) hayan tendido una abundancia mayor al de nuestro estudio.

Uso de hábitat.

La correlación positiva entre la temperatura promedio diaria y la profundidad del disco de Secchi con el IAR diario para *D. capensis* está asociada posiblemente con una alimentación más restringida, donde siguen a sus presas, como la sardina, que migran a donde se presenten condiciones óptimas. Breese y Tershy (1993) también encuentran una correlación positiva entre el promedio semanal de *Delphinus* sp. y la temperatura. Para *T.*

truncatus la no correlación puede deberse a la falta de datos en la muestra y a que la especie tiene una amplia variedad de presas y se adapta a los recursos del lugar para cualquier estación del año. Además es posible que la mayor parte de los tursiones observados fueran costeros y se alimentaran de peces costeros y bentónicos, que no sean tan sensibles a los cambios estacionales.

En general, en los depredadores existe un grado de selectividad con respecto a las presas, éste es mayor cuando se aumenta la disponibilidad y abundancia de cada presa (Griffin y Griffin, 2004). Así, la meta “económica” de un individuo es maximizar el consumo de los recursos alimentarios y la preferencia del alimento parece cambiar en respuesta a cambios ambientales (Griffin y Griffin, 2004). Por lo tanto, los resultados sobre la biomasa fitoplanctónica pueden ser utilizados como un indicador del alimento disponible para diversas especies, entre ellos los mamíferos marinos. Los lugares con altas concentraciones de fitoplancton pueden reunir a especies presa que influyen en la concentración de depredadores como los odontocetos. En este trabajo se observó que cuando se presentan las concentraciones máximas (noviembre a mayo: condiciones de invierno y vientos del noroeste) en la región central del Golfo, la abundancia relativa de los odontocetos, principalmente *D. capensis* y *T. truncatus*, en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas es baja, posiblemente debido a que migran a zonas más productivas en busca de alimento. Al contrario, cuando la región central del Golfo presenta concentraciones mínimas (junio a octubre: condiciones de verano y vientos del sureste) Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles tienen los valores más altos de biomasa fitoplanctónica, lo cual

probablemente motiva que se concentren las especies (tanto presas como depredadores) en la zona y por lo tanto la abundancia relativa se incrementa.

En el océano, los fenómenos físicos controlan la distribución de los nutrientes; así, los lugares con una mayor energía cinética tienen una mayor concentración de organismos planctónicos (Mann y Lazier, 1996). La zona de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas es una zona que presenta una gran cantidad de energía cinética debido al viento, que tiene una marcada inversión estacional, e influye en las corrientes superficiales. A esto se suman las corrientes inducidas por marcadas mareas (Roden, 1964; Alvarez-Borrego, 1983; Álvarez-Sánchez *et al.*, 1984; Badan-Dangon *et al.*, 1985; Amador *et al.*, 1991; Bray y Robles, 1991; Badan-Dangon *et al.*, 1991; Alvarez-Borrego, 2004). Estos factores generan mezclas intensas y mantienen los niveles de nutrientes suficientemente altos para sustentar una productividad primaria y secundaria a lo largo de todo el año, comparable con zonas importantes de surgencias (Alvarez-Borrego y Lara-Lara, 1991; Tershay, 1992; Delgadillo-Hinojosa *et al.*, 1997). Esto se observó en las series de tiempo (Fig. 19), donde las concentraciones de clorofila α fueron mayores en Canal de Ballenas en comparación a la región central del Golfo para los dos años de estudio.

Además, se ha investigado la relación entre la distribución y abundancia de odontocetos y la presencia de frentes hidrográficos (regiones con gradientes horizontales muy marcados en la temperatura, salinidad y densidad). Estos frentes pueden actuar al concentrar presas y atraer así a diversos depredadores (Griffin y Griffin, 2003). Esto se ha observado en diversas aves marinas, tiburones, algunas especies de atún y en particular, en cachalotes, donde la tasa de avistamiento aumenta debido posiblemente a que los frentes

proveen alimento para su presa, el calamar (Griffin, 1999). Además como se mencionó, Baumgartner (1997) observó en la especie *G. griseus* más avistamientos en las secciones más escarpadas de la plataforma continental en el Golfo de México, donde es probable que se creen frentes que generen la acumulación de presas. Para *T. truncatus* también se encontró una mayor distribución espacial y temporal relacionada con la evolución de un frente provocado por el ciclo de la marea, que posiblemente aumentó la concentración de alimento (Mendes *et al.*, 2002).

En el caso de los cetáceos, existen muchos factores que influyen en la abundancia y la distribución espacio-temporal (Davis *et al.*, 1998), pero es posible que en la zona de estudio, se explique mejor debido a la agregación de su alimento y por consiguiente, la preferencia del hábitat se relacione con la búsqueda de dichas presas (Mullin *et al.*, 1994; Baumgartner, 1997; Davis *et al.*, 1998; Reilly, 1990; Griffin, 1999, Mendes *et al.*, 2002; Griffin y Griffin, 2003; Griffin y Griffin, 2004). Sin embargo, es importante tomar en cuenta que esta preferencia no sólo implica la cuestión espacial ya que, cuando las condiciones necesarias se dan (aguas con una alta concentración de biomasa fitoplanctónica), diversas especies pueden encontrarse en una misma área y que estas condiciones pueden variar en el tiempo.

Es importante aclarar también, que la asociación de la distribución de los odontocetos con sus presas inferidas por las imágenes de satélite, temperatura y profundidad del disco de Secchi es una hipótesis. El hecho de probar las relaciones de causa-efecto entre el aumento de biomasa fitoplanctónica, concentraciones altas de zooplancton con el aumento en la abundancia de presas y la alta abundancia relativa de

odontocetos es muy difícil. Sin embargo, en diversos estudios se han relacionado factores físicos, concentraciones de clorofila y concentraciones de plancton con la distribución y abundancia de diversos cetáceos (Smith *et al.*, 1986; Reilly y Fiedler, 1994; Griffin, 1997; Davis *et al.*, 1998).

Las especies de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas se localizaron durante esta investigación tanto en hábitats costeros como oceánicos debido a las características tan particulares de la zona: un área con alta productividad, relativamente pequeña, con bahías muy someras y protegidas de mar abierto, pero muy próximas a aguas muy profundas que la hacen un área muy atractiva para encontrar diversas presas. La distribución homogénea de los odontocetos en la zona puede reflejar una amplia distribución en la zona por parte de sus presas (peces y calamares).

5. CONCLUSIONES

- a) Se reportaron ocho especies de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas: *Delphinus capensis* (delfín común de rostro largo), *Tursiops truncatus* (tursión), *Globicephala macrorhynchus* (calderón de aletas cortas), *Grampus griseus* (delfín de Risso), *Pseudorca crassidens* (orca falsa), *Physeter macrocephalus* (cachalote), *Orcinus orca* (orca) y cachalote enano (*Kogia sima*).
- b) Al encontrarse 8 de las 19 especies reportadas en la literatura para el Golfo de California podemos decir que existe una gran diversidad de odontocetos en la zona.
- c) Se observaron en los dos años (2003 y 2004) las mismas especies, excepto *Pseudorca crassidens* de la que solamente se registró un avistamiento y *Kogia sima* con un avistamiento en 2004.
- d) *Grampus griseus* fue reportado por primera vez en la zona.
- e) *Delphinus capensis* y *Tursiops truncatus* fueron las especies más abundantes.
- f) *Delphinus capensis* presentó diferencias significativas anuales y estacionales, además de tener correlaciones positivas entre su IAR diario con la temperatura promedio diario y la profundidad del disco de Secchi diaria.
- g) *Delphinus capensis* se distribuyó en toda la zona de Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, aunque tuvo una preferencia significativamente mayor por zonas costeras. Además, formó grupos con tamaños muy variados, donde su distribución aparentemente no se relacionó con la profundidad.

h) *Tursiops truncatus* no presentó diferencias significativas anuales ni estacionales ni tuvo correlaciones entre su IAR diario con la temperatura promedio diaria y la profundidad del disco de Secchi diaria.

i) La diversidad, distribución y abundancia espacio-temporal de los odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas durante 2003 y 2004 varió debido a cambios en las condiciones oceanográficas de la zona.

6. LITERATURA CITADA

- Aceves-Medina, G., S.P. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R.J. Saldierna, D. Lluch-Belda, P.E. Smith y W. Watson. 2003. Fish larvae form the Gulf of California. *Scientia Marina*. 67(1):1-11 p.
- Aceves-Medina, G., S. P. Jiménez-Rosenberg, A. Hinojosa-Medina, R. Funes-Rodríguez, R. J. Saldierna y P. E. Smith. 2004. Fish larvae assemblages in the Gulf of California. *Journal of Fish Biology*. 65:832-847 p.
- Alvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En: B. H. Ketchum (eds.). *Estuaries and enclosed seas*. Elsevier Press. Amsterdam. 427-449 p.
- Alvarez-Borrego, S. 2002. Physical Oceanography. En: Case J. T., M. L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *A new island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press. Oxford. 41-59 p.
- Alvarez-Borrego, S. En preparación. Oceanography of the midriff islands region. En: G.D. Danemann y E. Ezcurra (eds.). *Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y Comunidad*.
- Alvarez-Borrego, S., J. A. Rivera, G. Gaxiola-Castro, M. J. Acosta-Ruiz y R. A. Schwartzlose. 1978. Nutrientes en el Golfo de California. *Ciencias Marinas*. 5:21-36 p.
- Alvarez-Borrego, S. y R. A. Schwartzlose. 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas*. 6:43-63 p.
- Alvarez-Borrego, S. y J. R. Lara-Lara. 1991. The physical environment and primary productivity of the Gulf of California. En: J. P. Dauphin y B. R. Simoneit (eds.). *The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias*. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 47: 555-567 p.
- Alvarez-Sánchez, L. G., A. Badan-Dagon y J. M. Robles. 1984. Lagrangian observations of near-surface currents in Canal de Ballenas. *CalCOFI Reports*. 25:35-42 p.
- Amador, B. A., S. J. Serrano-Guzmán y M. L. Argote-Espinoza. 1991. Modelado numérico de la circulación inducida por el viento en Bahía de los Ángeles, B.C., México. *Ciencias Marinas*. 17(3):39-57 p.
- Badan-Dagon, A., C. J. Koblinsky y T. Baumgartner. 1985. Surface thermal patterns in the Gulf of California. *Oceanologia Acta*. 8:13-22 p.

- Badan-Dangon A. 1989. The flow over San Lorenzo Sill. Summer Geophysical Fluid Dynamics volume. Wood Hole Oceanographic Institution Technical Report WHOI-89-54. 164-170 p.
- Badan-Dangon, A., C. E. Dorman, M. A. Merrifield y C. D. Winant. 1991. The lower atmosphere over the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research* 96:16,877-16,896 p.
- Barbosa-Devéze, L., G. Heckel, P. Ladrón de Guevara y E. Morteo. 2004. Avistamientos del delfín de Risso, *Grampus griseus*, en el Canal de Ballenas, Golfo de California. En: Resúmenes XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. Mayo 2004. 65 p.
- Barnard J. L. y J. R. Grady. 1968. A biological survey of Bahía de los Ángeles, Gulf of California, México. I. General Account. *San Diego Soc. Nat. Hist., Trans.* 15(6):51-66 p.
- Baumgartner M. 1997. The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the northern Gulf of México. *Marine Mammal Science.* 13(4):614-638 p.
- Bearzi, G., R. Reeves, G. Notarbartolo-Di-Sciara, E. Politi, A. Cañadas, A. Frantzis y B. Mussi. 2003. Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Rev.* 33(3):224-252 p.
- Biggs, D., R. Leben y J. Ortega-Ortiz. 2000. Ship and satellite studies of mesoscale circulation and sperm whale habitats in the Northeast Gulf of México during GulfCet II. *Gulf of México Science.* 1:15-22 p.
- Bray, N. A. 1988. Thermohaline circulation in the Gulf of California. *Journal of Geophysical Research.* 93:4993-5020 p.
- Bray, N. A. y J. M. Robles. 1991. Physical oceanography of the Gulf of California. En: J. P. Dauphin y B. R. Simoneit (eds.). *The Gulf of California and Peninsular Province of the Californias.* American Association of Petroleum Geologists Memoir. 47:511-553 p.
- Breese, D. y B.R. Tershy. 1993. Relative abundance of Cetacea in the Canal de Ballenas, Gulf of California. *Marine Mammal Science.* 9(3):319-324 p.
- Buckland, S.T. y A.E. York. 2002. Abundance estimation. En: W.F. Perrin, B. Würsig, y J.G.M. Thewissen (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals.* Academic Press, San Diego. 1-6 p.

- Cañadas A. y R. Sagarminaga. 1996. A long-term survey of distribution and dynamics of cetaceans along the south-eastern coast of Spain: fourth year of research 1992-1995. *European Research on Cetaceans*. 10:125-129 p.
- Cañadas, A., R. Sagarminaga y S. García-Tiscar. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep-Sea Research I*. 49:2053-2073 p.
- Carwardine, M., E. Hoyt, R. E. Foruce y P. Gill. 2002. *A Guide to Whales, Dolphins and Porpoises*. Fog City Press, E.U. 256 pp.
- Cavazos, T. 2004. En revisión. Variabilidad climática en Bahía de los Ángeles. En: G.D. Danemann y E. Ezcurra (eds.). *Bahía de los Ángeles: Recursos naturales y Comunidad*.
- Coalición para la Sustentabilidad del Golfo de California. 2001. Reporte de resultados del taller para el establecimiento de prioridades de conservación de la biodiversidad del Golfo de California. Mazatlán, Sinaloa, 14-18 de mayo del 2001.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2005. “Estudio Previo Justificativo para el Establecimiento de la *Reserva de la Biosfera Bahía de los Angeles y Canales de Ballenas y Salsipuedes*”. México, D.F. 152 pp. más 6 anexos.
- Danemann, G. y C. Peynador. 2003. Propuesta para la creación del Parque Nacional “Bahía de los Ángeles” Baja California. Pronatura Noroeste-Mar de Cortés. No publicado. 153 pp.
- Davis R. W., G. S. Fargion, N. May, T. Leming, M. Baumgartner, W. Evans, L. Hansen y K. Mullin. 1998. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of México. *Marine Mammal Science*. 14(3):490-507 p.
- Delgadillo-Hinojosa, F, G. Gaxiola-Castro, J.A Segovia-Zavala, A. Muñoz-Barbosa y M. V. Orozco-Borbón. 1997. The effect of vertical mixing on primary production in a bay of the Gulf of California. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 45(1):135-148 p.
- Díaz-Gamboa, R., D. Gendron y S. Aguiñiga. 2003. Relaciones tróficas entre tursiones *Tursiops truncatus* y cachalote *Physeter macrocephalus* en el Golfo de California por medio de análisis de isótopos estables (^{13}C y ^{15}N). Resúmenes IX Congreso AIMAC, La Paz, B.C.S. Mayo 2003. 22 pp.

- Ehrhardt, N. M. 1991. Potential impact of a seasonal migratory jumbo squid (*Dosidicus gigas*) stock on a Gulf of California sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) population. *Bulletin Marine Science*. 49:325-332 p.
- Enríquez, R., A. Zavala, L. Bourillón, C. Godínez, I. Fuentes y A. Padilla. 2002. Programa de Manejo del Complejo Insular de la Bahía de los Ángeles. Componente del Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Islas del Golfo de California. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 173 pp.
- Environmental Systems Research Institute Inc. 2000. ArcView version 6. www.esri.com (consultada: octubre 2005)
- Evans, P. G y J. A. Raga (eds.). 2001. *Marine Mammals, Biology and Conservation*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York. 630 pp.
- Forcada, J. 2002. Distribution. En: W.F. Perrin, B. Würsig, y J.G.M. Thewissen, (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, 327-333 p.
- Fullard K. J., G. Early, M. P. Heide-Jorgensen, D. Bloch, S. A. Rosing-Asvid y W. Amos. 2000. Population structure of long-finned pilot whales in the North Atlantic: a correlation with sea surface temperature? *Molecular Ecology*. 9:949-958 p.
- Gastil, G. 1990. Historia geológica de Baja California. En: León, D. C. (ed.). *Baja California desde el principio*. Serie Museo. UABC. Programa cultural de las fronteras. Baja California. 29-37 p.
- Gendron, D. 2000. Familia Physteridae. En: S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton (eds.). *Mamíferos del Noroeste de México II*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 639-641 p.
- Golden Software, Inc. 2002. Surfer version 8.01. www.goldensoftware.com (consultada: agosto 2005)
- Green-Ruíz, Y. A. y A. Hinojosa-Corona. 1997. Study of the spawning area of the Northern anchovy in the Gulf of California from 1990 a 1994, using satellite images of sea surface temperatures. *J. Plankton Res.* 19:957-968 p.
- Griffin R. 1997. Relationships between Odontocete distribution and zooplankton community structure along the southern edge of Georges Bank. *Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 27-36 p.
- Griffin R. 1999. Sperm whale distribution and community ecology associated with warm-core rings off the Georges Bank. *Marine Mammal Science*. 15(1):33-51 p.

- Griffin R. y N. Griffin. 2003. Distribution, habitat partitioning, and abundance of Atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins and loggerhead sea turtles on the eastern Gulf of México continental shelf. *Gulf of México Science*. 1:23-34 p.
- Griffin R. y N. Griffin. 2004. Temporal variation in Atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) and bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) densities on the west Florida continental shelf. *Aquatic Mammals*. 30(3):380-390 p.
- Guerrero-Ruiz, M., D. Gendron y J. Urbán. 1998. Distribution, movements and communities of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, Mexico. *Rep. Int. Whal. Commn* 48:537-543 p.
- Hammann, M. G., T. R. Baumgartner y A. Badan-Dangón. 1988. Coupling of the Pacific sardine (*Sardinops sagax caeruleus*) life cycle with the Gulf of California pelagic environment. *CalCOFI Reports*. 29: 102-109 p.
- Heyning J. E. y W. F. Perrin. 1994. Evidence for two species of common dolphins (Genus *Delphinus*) from the Eastern North Pacific. *Contributions in Science*. 442:1-35 p.
- Hidalgo-González, R. M., S. Alvarez-Borrego y Z. Zirino. 1997. Mixing in the region of the midriff islands of the Gulf of California: Effect on surface pCO₂. *Ciencias Marinas*. 23:317-327 p.
- Jaquet, N. y D. Gendron. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landing and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California. *México. Marine Biology*. 141(3):591-601 p.
- Jiménez-Pérez, J.C. y J.R. Lara-Lara. 1988. Zooplankton biomass and copepod community structures in the Gulf of California during the 1982-1983 El Niño event. *CalCOFI Reports*. 29: 122-128 p.
- Kahru, M. 2003. WIM/WAM (Windows Image Manager). Version 6.25. www.wimsoft.com (consultada: mayo 2005)
- Ladrón de Guevara P. y G. Heckel. 2004. Diversidad, distribución y abundancia relativa de cetáceos en el Canal de Ballenas y Bahía de los Ángeles, Baja California, durante 2003. En: Resúmenes XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S. Mayo 2004. 65 p.
- Laist, D.W., J.M. Coe y K.J. O'Hara. 1999. Marine debris pollution. En: J.R. Twiss Jr. y R.R. Reeves. *Conservation and Management of Marine Mammals*. Smithsonian Institution. Washington, D.C. 342-366 p.

- Leatherwood, S., C.L. Hubbs y M. Fisher. 1979. First records of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) from the Gulf of California with detailed notes on a mass stranding. Transactions of the San Diego Society of Natural History. 19(3):45-52 p.
- Ledesma-Vázquez, 2002. A gap in the Pliocene invasion of seawater to the Gulf of California. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas. 19(3):145-151.
- Lonsdale, P. 1989. Geology and tectonic history of the Gulf of California. En: E. L. Winterer, D. M. Hussongs y R. W. DeCaer (eds.). The Eastern Pacific Ocean and Hawaii. Geological Society of America. Boulder, Colorado. 499-521 p.
- Lluch-Belda D., F. J. Magallon y R. A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: possible causes. CalCOFI Reports. 27:136-140 p.
- Mann K. H. y J. R. N. Lazier. 1996. Dynamics of marine ecosystems. Biological-Physical Interactions in the Oceans. Blackwell Science, Inc. Cambridge. 394 pp.
- Mangels, K. y T. Gerrodette. 1994. Report of cetacean sightings during a marine mammal survey in the Eastern Pacific Ocean and the Gulf of California aboard the NOAA ships McArthur and David Starr Jordan July 28 – November 6, 1993. NOAA Technical Memorandum. NOAA-TM-NMFS-SWFSC-211.
- Marinone S. G. y M. F. Lavin. 2003. Residual flow and mixing in the large island region of the Central Gulf of California. En: O. Velasco-Fuentes, J. Sheinbaum y J. L. Ochoa (eds.). Nonlinear Processes in Geophysical Fluid Dynamics. Kluwer Academic Publishers. Holanda. 213-236 p.
- Markaida, U. y O. Sosa-Nishizaki. 2001. Reproductive biology of jumbo squid *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, 1995-1997. Fisheries Research. 54:63-82 p.
- Medina, F. 1990. El vulcanismo y la formación del Golfo de California. En: León, D. C. (ed.). Baja California desde el Principio. Serie Museo. UABC. Programa cultural de las fronteras. Baja California. 23-43 p.
- Mendes, S., W. Turrell, T. Lutkebohle y P. Thompson. 2002. Influence of the tidal cycle and a tidal intrusion front on the spatio-temporal distribution of coastal bottlenose dolphins. Marine Ecology Progress Series. 239:221-229 p.
- Microsoft Corporation. 2002. Microsoft Access. www.microsoft.com.
- Mullin, K., W. Hoggard, C. Roden, R. Lohofener y C. Rogers. 1994. Cetaceans on the upper continental slope in the north-central Gulf of México. Fishery Bulletin. 92:773-786 p.

- Neave H. R. y P. L. Worthington. 1988. Distribution-free tests. Unwin Hyman Ltd. Primera edición. Londres. 430 pp.
- Nevárez-Martínez, M. O., A. Hernández-Hérrera, E. Morales-Bojórquez, A. Balmori-Ramírez, M. A. Cisneros-Mata, R. Morales-Azpeitia. 2000. Biomass and distribution of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*; d'Orbigny, 1835) in the Gulf of California, México. Fisheries Research. 49: 129-140 p.
- Nicholson, C., C. C. Sorlien, T. Atwater, J. C. Crowell y B. P. Luyendyk. 1994. Microplate capture, rotation of the western Transverse Range and initiation of the San Andreas transform as a low-angle fault system. Geology. 22:491-495 p.
- Noriega-Echeverría, E. M. 1985. Valores extremos de transferencia de calor y humedad en el Golfo de California. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Marinas. UABC 40 pp.
- Orr, R. T. 1967. A second specimen of *Ziphius cavirostris* from México. Journal of Mammalogy. 48(2):328 p.
- Paden, C. A. 1990. Tidal and atmospheric forcing in the upper ocean in the Gulf of California. Ph. D. dissertation. Scripps Inst. of Oceanography. 87 pp.
- Paz-Moreno, F. A. y A. Demant. 1999. The recent Isla San Luis volcanic centre: petrology of a rift-related volcanic suite in the northern Gulf of California, México. Journal of Vulcanology and Geothermal Research. 93:31-52 p.
- Pérez-Cortés, H., B. Villa, A. Delgado-Estrella y J. L. Patiño. 2000. Familia Delphinidae. En: S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton (eds.). Mamíferos del Noroeste de México II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 597-626 p.
- Reeves R.R., B. S. Stewart, P. J. Clapham y J. A. Powell. 2002. Guide to Marine Mammals of the World. Alfred A. Knopf, Inc. New York. 527 pp.
- Reilly, S. 1990. Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. Marine Ecology Progress Series. 66:1-11 p.
- Reilly, S. y P. Fiedler. 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. I: Research vessel surveys, 1986-1990. Fishery Bulletin. 92:434-450 p.
- Rendell, L., H. Whitehead y 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 p.

- Robinson, M. K. 1973. Atlas of monthly mean sea surface and subsurface temperature in the Gulf of California, Mexico. San Diego Soc. Nat. Hist., Memoir 5. 97 pp.
- Roden, G. I. 1964. Oceanographic aspects of the Gulf of California. En: T. H. Van Andel y G. G. Shor, Jr. (eds.). Marine Geology of the Gulf of California: a symposium. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 3. 530 pp.
- Roden, G. I. y G. W. Groves. 1959. Recent oceanographic investigation in the Gulf of California. J. Mar. Res. 18:10-35 p.
- Rojas, L. 1984. Presencia y distribución del rorcual común, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) (Cetacea: Balaenopteridae) en el Golfo de California, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 157 pp.
- Rusnak, G.A., R. L. Fisher y F. P. Shepard. 1964. Bathymetry and faults of the Gulf of California. En: T. H. Van Andel y G. G. Shor (eds.). A symposium Marine geology of the Gulf of California. American Association of Petroleum Geologists Memoir. Oklahoma, 59-75 p.
- Santamaría-Del-Angel, E., S. Alvarez-Borrego y F. E. Muller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. Journal of Geophysical Research. 99:7411-7431 p.
- Santamaría-Del-Angel, E., S. Alvarez-Borrego, R. Millán-Nuñez y F. E. Muller-Karger. 1999. Sobre el efecto de las surgencias de verano en la biomasa fitoplanctónica del Golfo de California. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 49:207-212.
- Sedlock, R. L. 2003. Geology and tectonics of the Baja California peninsula and adjacent areas. En: S. E. Johnson, S. R. Paterson, J. M. Fletcher, G. H. Girty, D. L. Kimbrough y A. Martín-Barajas (eds.). Tectonic evolution of northwestern México and the southwestern USA. Geological Society of America. Boulder, Colorado. Special Paper 374. 1-42 p.
- Segura-García, I. H. 2004. Diferenciación de ecotipos y estructura genética del delfín *Tursiops truncatus* en el Golfo de California. Tesis de maestría, CICESE, Ensenada, B. C. México. 136 pp.
- Shane, S. H., R. S. Wells y B. Würsig. 1986. Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: A review. Marine Mammal Science. 2(1):34-63 p.
- Smith R., P. Dustan, D. Au, K. Baker y E. Dunlap. 1986. Distribution of cetaceans and sea surface chlorophyll concentrations in the California Current. Marine Biology. 91:385-402 p.

- StatSoft, Inc. 2001. STATISTICA (data analysis software system), version 6. www.statsoft.com (consultada: agosto 2005)
- Tershy, B. 1992. Body size, diet, habitat use, and social behavior of *Balaenoptera* whales in the Gulf of California. *Journal of Mammalogy*. 73(3): 477-486 p.
- Tershy, B. R., D. Breese y C. S. Strong. 1990. Abundance, seasonal distribution and population composition of balaenopterid whales in the Canal de Ballenas, Gulf of California, Mexico. En: P. S. Hammond, S.A. Mizroch y G. P. Donovan (eds.). *Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters*. Rep. Int. Whal. Commn (special issue 12). 369-375 p.
- Tershy, B. R., D. Breese y S. Alvarez-Borrego. 1991. Increase in cetacean and seabird numbers in the Canal de Ballenas during an El Niño-Southern Oscillation event. *Marine Ecology Progress Series*. 69:299-302 p.
- Tershy, B. R., A. Acevedo, D. Breese y C. S. Strong. 1993. Diet and feeding behavior of fin and Bryde's whales in the central Gulf of California, Mexico. *Rev. Inv. Cient. Ser. Cienc. Mar.* (No. Esp. SOMEMMA 1), UABCS. 1: 31-38 p.
- Urbán, J. y H. Pérez-Cortés. 2000. Familia Ziphiidae. En: S. T. Alvarez-Castañeda y J. L. Patton (eds.). *Mamíferos del Noroeste de México II*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. 643-653 p.
- Velarde, E. y E. Ezcurra. 2002. Breeding Dynamics of Herrmann's Gulls. En: T.J. Case, M. L. Cody y E. Ezcurra (eds.). *A New Island Biogeography of the Sea of Cortés*. Oxford University Press. Oxford. 313-325p.
- Vidal, O., L. Findley y S. Leatherwood. 1993. Annotated checklist of Marine Mammals of the Gulf of California. *Proceedings of the San Diego Society of Natural History*. 28:1-16 p.
- Walker, W. A. 1981. Geographical variation in morphology and biology of bottlenose dolphin (Tursiops) in the eastern north Pacific. NOAA/NMFS Southwest Fisheries Center Administrative Report. LJ-81-03C. La Jolla, USA. 42 pp.
- Whitehead, H., V. Papastavrou y S. Smith. 1989. Feeding success of sperm whales and sea-surface temperature off the Galápagos Islands. *Marine Ecology Progress Series*.53:201-203 p.
- Whitehead, H., C. MacLeod y P. Rodhouse. 2003. Differences in niche breadth among some teuthivorous mesopelagic marine mammals. *Marine Mammal Science*. 19(2):400-406 p.

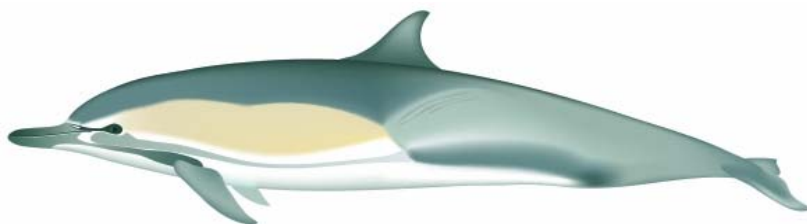
Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Prentice Hall, Inc. Tercera edición. New Jersey. 662 pp.

ANEXO 1.

Descripción general de los odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas

Literatura revisada.

- Escobar-Fernandez, R. y M. Siri. 1997. Nombres vernáculos y científicos de los peces del Pacífico mexicano. UABC y Sociedad Ictiológica Mexicana, A. C. México. 102 pp.
- Heyning J. E. y W. F. Perrin. 1994. Evidence for two species of common dolphins (Genus *Delphinus*) from the Eastern North Pacific. *Contribution in Science*. 442:1-35.
- Perrin, W.F., B. Würsig, y J.G.M. Thewissen, (eds). *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego. 1414 pp.
- Reeves, R., B. Stewart, P. Clapham y J. Powell. 2002. *Guide to marine mammals of the world*. Alfred A. Knopf. New York. 527 pp.
- www.fishbase.org (consultada: mayo 2005)



www.gem.hi-ho.ne.jp/aquaheart/aqua08.shtml

Delfín común de rostro largo.
(*Delphinus capensis*)

Longitud:

Machos adultos: 2 m a 2.3 m
Hembras adultas: 1.9 m a 2.2 m
Recién nacido: 80 a 100 cm

Peso:

Varia de 100 a 135 kg

Longevidad: Aprox. de 40 años

Descripción general: Son delfines esbeltos, bien proporcionados y con rostros muy largos. Presentan una aleta dorsal alta y moderadamente falcada. Su melón es plano y donde se junta con el rostro, presenta un ángulo más gradual que en los delfines comunes de rostro corto (*D. delphis*). Tiene de 47 a 67 pares de dientes tanto en el maxilar como en la mandíbula. El patrón de coloración es complejo, presenta un gris oscuro a negro en la parte superior desde el melón hasta la parte posterior de la aleta dorsal, contrastando con la parte ventral que es blanca; lateralmente el cruce de estos colores forma una V o un reloj de arena que tiene una coloración gris clara a amarilla dorada en el segmento delantero y en el segmento trasero tiene un gris claro que llega hasta el pedúnculo. Presentan también una mancha negra no muy marcada alrededor de los ojos. Por otro lado, las aletas dorsales y pectorales son negras, siendo poco común el gris o blanco en el centro de las mismas. Una franja gris une el área de las aletas pectorales con la región anal. En general su coloración es más apagada en comparación con el delfín común de rostro corto.

Distribución: Se localizan en costas tropicales y templadas. En el oeste y sur de África, en la costa este del Atlántico, desde Venezuela a Argentina y en el Pacífico, desde el sur de California hasta el centro de México y Perú. También se les encuentra alrededor de Corea, al sur de Japón y Taiwán.

Historia de vida y conducta: Esta especie es muy gregaria y llega a formar grupos de cientos o miles, aunque se considera que estos grupos están integrados por subunidades más pequeñas de aproximadamente 20 a 30 individuos. En aguas tropicales presentan menos estacionalidad para la reproducción que en climas templados, donde hay una mayor tendencia de crías en meses más calidos, presentándose lo mismo para *D. delphis*.

Alimentación: Se alimentan de peces que forman grupos, como por ejemplo miembros de la familia Clupeidae (*Sardinops* spp.), Merlucciidae (*Merluccius* sp) y Engraulidae, además de algunas especies de calamares.



www.fao.org/docrep/T0725E/T0725EBO.JPG

Delfín común de rostro corto.
(*Delphinus delphis*)

Longitud:	Machos adultos: 1.7 m a 2 m Hembras adultas: 1.6 m a 1.9 m Recién nacido: 80 a 100 cm
Peso:	Varia de 80 a 105 kg
Longevidad:	Desconocida

Descripción general: En general tienen las mismas características que los delfines comunes de rostro largo, son también delfines esbeltos, bien proporcionados y con rostros moderadamente largos, pero más pequeños que *D. capensis*. Presentan una aleta dorsal alta y moderadamente falcada. Tiene de 41 a 54 pares de dientes, menos que el delfín común de rostro largo, con uno o dos pares más en el maxilar. El patrón de coloración es también complejo, pero con ciertas diferencias a *D. capensis* con una coloración más brillante. En la parte superior, desde el melón hasta la parte posterior de la aleta dorsal, tienen gris oscuro a negro, en la parte ventral blanco. Lateralmente el cruce de estos colores forma una V o un reloj de arena teniendo una coloración más amarilla en el segmento delantero y en el segmento trasero tiene un gris claro que llega hasta el pedúnculo. Presentan una mancha negra alrededor del ojo. Las aletas dorsales y pectorales son negras pero presentan un gris a blanco en el centro y tienen una franja negra que une las aletas pectorales con la mandíbula.

Distribución: Se localizan en climas tropicales y templados, en aguas pelágicas y en las plataformas continentales de los Océanos Atlántico y Pacífico, pero muestran una preferencia por aguas templadas y salinas.

Historia de vida y conducta: Son también muy gregarios llegando a formar grupos de cientos o miles, pero se considera que estos son compuestos de subunidades más pequeñas de aproximadamente 20 a 30 individuos, igual *D. capensis*. La gestación es de aproximadamente 10 a 11 meses con un periodo de crianza de 2 a 3 años. La edad de maduración sexual depende de la región, en hembras llega a los 6 o 7 años y en machos de 2 a 4, lo mismo para *D. capensis*.

Alimentación: Consumen calamares y pequeños peces, entre los que se encuentran algunas especies de las familias Engraulidae, Myctophidae, Merlucciidae (*Merluccius sp*) y Argentinidae. En California se ha observado que la alimentación se realiza en la noche posiblemente debido a la migración vertical.



www.biscay-dolphin.org.uk/photos/BottlenoseDolphin

Tursión o tonina.
(*Tursiops truncatus*)

Longitud:
 Machos adultos: 2.4 m a 3.8 m
 Hembras adultas: 2.4 m a 3.7 m
 Recién nacido: 84 a 140 cm

Peso: Varía de 260 (♀) a 500 kg (♂)

Longevidad: De 40 a 50 años.

Descripción general: Presentan una gran variación morfológica a nivel mundial. Son de tamaño mediano, cuerpo robusto, cabeza ancha, una aleta dorsal moderadamente falcada, grandes aletas pectorales con una coloración obscura y una inclinación muy pronunciada entre el melón y su rostro corto. Tienen una coloración gris claro a negro dorsal y lateral, con un vientre claro. Existen dos ecotipos, los costeros y los oceánicos, presentando diferencias entre estos, aunque esto depende también de la región. Tienen dientes grandes.

Distribución: Son cosmopolitas, se encuentran en aguas marinas templadas y tropicales del mundo, tanto en costas como en mar abierto, incluyendo estuarios y ríos.

Historia de vida y conducta: Forman grupos que difieren mucho en tamaño, dependiendo de la zona. En general en las bahías y estuarios tienden a formar grupos más pequeños que en mar abierto y la composición de los grupos es muy dinámica. La edad de madurez sexual varía dependiendo de las regiones. Los nacimientos se dan en todas las estaciones, aunque se encuentran máximos en los meses más calientes. La gestación dura 1 año y la lactancia dura al menos un año.

Alimentación: Presentan una gran variedad de peces y calamares en su dieta aunque presenta preferencias por la familia Sciaenidae, Scombridae y Mugilidae (lisas). La mayor parte de sus presas son bentónicas pero también se encuentran representados algunos peces pelágicos. Se encuentran diferencias en las presas en los ecotipos costeros y oceánicos, incluso se encuentran diferencias en las presas en diferentes etapas de su vida y en diferentes sexos.



Orca.
(*Orcinus orca*)

[www.fao.org/docrep/ T0725E/T0725E87.JPG](http://www.fao.org/docrep/T0725E/T0725E87.JPG)

Longitud:

Machos adultos: 9 m

Hembras adultas: 7.9 m

Recién nacido: 2 a 2.6 m

Peso: Varía de 3 800 (♀) a 5 600 kg(♂)

Longevidad: De 50 (♂) a 90 (♀) años.

Descripción general: Son extremadamente robustas, son los más grandes de la familia Delphinidae. Presentan una cabeza cónica que carece de un rostro bien definido, la aleta dorsal situada a la mitad de su cuerpo es grande y prominente la cual varía en forma. Las aletas pectorales son grandes, amplias y redondeadas. El patrón de coloración consiste en zonas altamente contrastantes de blanco y negro, la parte ventral es blanca de la mandíbula hasta la región anal pero se adelgaza en las aletas pectorales al ombligo. La parte superior y lateral son negras con excepción de unos parches localizados que se elevan en la zona urogenital y atrás de los ojos. Existe una zona que varía de gris a blanco justo atrás de la aleta dorsal. Presentan un marcado dimorfismo sexual.

Distribución: Es una especie cosmopolita que no se limita por la temperatura del agua o la profundidad, parece estar relacionado su distribución con la presencia de presas en las zonas.

Historia de vida y conducta: Forman grupos matrilineales estables, que consisten de 2 a 9 individuos relacionados que incluyen de 2 a 4 generaciones. Todos contribuyen en el cuidado de la crías. Se reproducen todo el año pero presentan el máximo entre otoño y primavera con una gestación que dura de 15 a 18 meses.

Alimentación: Su dieta es sumamente amplia, comen desde peces como el atún (*Scombridae*), especies de la familia *Clupeidae*, *Salmonidae* (salmones), calamares, pulpos, pinnípedos, ballenas y cachalotes, también dentro de sus presas se han encontrado tortugas marinas, nutrias, sirenios, tiburones y mantarayas.



www.fao.org/docrep/T0725E/T0725E8N.JPG

Orca falsa.
(*Pseudorca crassidens*)

Longitud:
 Machos adultos: 6 m
 Hembras adultas: 5 m
 Recién nacido: 1.6 a 1.9 m

Peso: Al menos 1 360 kg

Longevidad: De 58 (♂) a 63 (♀) años.

Descripción general: Presenta un cuerpo delgado esbelto, con una pequeña cabeza redondeada o cónica y una boca alargada. La aleta dorsal delgada y erecta, también falcada se localiza en la mitad del cuerpo. Las aletas pectorales son más amplias en la base que en la punta. El cuerpo es casi completamente negro, con excepción de áreas más claras en la garganta y pecho y a lo largo de la línea ventral.

Distribución: Se distribuyen en mar abierto, en todos los mares templados y tropicales, incluyendo el Mediterráneo y el Mar Rojo. Se encuentran usualmente en profundidades de más de 1 000 metros

Historia de vida y conducta: Es una especie gregaria, forma subgrupos de 10 a 20 individuos que forman grupos de cientos de individuos. Existe una fuerte relación entre los miembros de los subgrupos que es evidente en los varamientos. Presentan una baja tasa de reproducción, presentan una gestación de 14 a 16 meses y el periodo de lactancia es de 1 año y medio a dos años.

Alimentación: Son depredadores versátiles, consumiendo una larga variedad de peces y cefalópodos. Se especializan en determinadas presas dependiendo de las zonas, dentro los que se encuentran los calamares en las plataformas continentales al dorado y el atún aleta amarilla en Hawai.



Delfín de Risso.
(*Grampus griseus*)

www.ascobans.org/body0201g.html

Longitud:

Machos adultos: 3.8 m a 4 m
Hembras adultas: 3.6 m a 4 m
Recién nacido: 1.1 a 1.5 m

Peso: Desconocido

Longevidad: Más de 30 años.

Descripción general: Es el quinto miembro más grande de la familia Delphinidae, los adultos de ambos sexos llegan a medir hasta 4 metros. Su morfología externa es muy peculiar, la parte anterior del cuerpo es extremadamente robusta, un melón muy ancho, presentan una aleta dorsal muy larga en proporción con su cuerpo y los patrones de coloración cambian drásticamente con la edad; la coloración en las crías va de gris a café en el dorso y ventralmente de crema a blanco; por otra parte, el dorso en los adultos puede llegar a ser casi completamente blanco. El maxilar se proyecta un poco más que la mandíbula, presentan pocos dientes, de dos a siete y solo en la mandíbula. La zona del ojo presenta una sombra más oscura. Presenta cicatrices a lo largo de su cuerpo atribuidas a peleas con sus congéneres o a sus presas.

Distribución: El delfín de Risso se distribuye ampliamente en aguas templadas y tropicales de todo el mundo, ha sido reportado en el Pacífico noreste desde el Golfo de Alaska hasta el sur del Ecuador, incluyendo el Golfo de California. Se encuentran en profundidades de 300 metros moviéndose a la plataforma continental posiblemente siguiendo a sus presas.

Historia de vida y conducta: Es una especie gregaria, se ha visto en grupos de hasta 4,000 individuos, pero se ha observado más comúnmente en grupos de 50 ó menos ejemplares. Pueden ser muy juguetones y acrobáticos. No se conoce casi nada en la reproducción de esta especie.

Alimentación: Son especialistas en cazar calamares, ocasionalmente consumen otros cefalópodos (pulpos). Existe poca evidencia de que consumen crustáceos. Ocasionalmente cazan anchovetas (Engraulidae). Se alimentan en la noche, posiblemente porque sus presas migren hacia la superficie en ese tiempo.



www.obis.env.duke.edu/species_profiles/specie

Calderón de aleta corta.
(*Globicephala macrorhynchus*)

Longitud:	Machos adultos: 5.3 m a 7.2 m Hembras adultas: 4.1 m a 5.1 m Recién nacido: 1.4 a 1.8 m
Peso:	Desconocido
Longevidad:	De 46 (♂) a 63 (♀) años.

Descripción general: Presenta un cuerpo largo y robusto, con un melón muy pronunciado que se prolonga más que la boca. Tiene un rostro poco notable. Con una aleta dorsal falcada muy larga en la base con respecto a la altura presentando un ángulo muy pequeño. Las aletas pectorales son pequeñas. Su coloración es muy sencilla, básicamente negra y café oscuro, con una mancha gris en la parte posterior de la aleta dorsal que varía en la forma y brillo. Usualmente tienen una franja clara atrás del ojo hacia la parte superior del cuerpo y las crías son más claras que los adultos. Presentan dimorfismo sexual. Presentan pocos dientes, de 7 a 9, posiblemente debido a la dieta a base de cefalópodos.

Distribución: Tiene una amplia distribución en aguas tropicales, subtropicales y templadas de todo el mundo, encontrándose tanto en costas como en ambientes pelágicos.

Historia de vida y conducta: Son gregarios, llegan a formar grupos de aproximadamente 15 a 50 animales de distintas edades y sexos. La gestación dura cerca de 15 meses y la lactancia por lo menos dos años.

Alimentación: Su dieta se basa en calamares aunque ocasionalmente se alimentan de pulpos y otros peces de las familias Merlucciidae (*Merluccius sp.*), Gadidae (*Gadus sp.*), Pleuronectidae, Carangidae (macarelas) y Squalidae (galludos).



www.obis.env.duke.edu/species_profiles/species_pr

Cachalote.
(*Physeter macrocephalus*)

Longitud:

Machos adultos: 18.3 m
Hembras adultas: Más de 11 m
Recién nacido: 4 m

Peso: De 24 000 (♀) kg a 57 000 (♂) kg

Longevidad: De 60 a 70 años.

Descripción general: Tiene una cabeza desproporcionalmente grande con respecto al resto del cuerpo sobretodo en machos, su piel en la parte posterior de la cabeza está arrugada. La mandíbula es muy delgada, su orificio respiratorio se encuentra hacia el frente de la cabeza e inclinado hacia la izquierda. Su aleta dorsal es pequeña, delgada y redondeada mientras que las aletas pectorales son pequeñas y amplias. Tienen de 20 a 26 pares de dientes en la mandíbula que embonan en pequeños cavidades en el maxilar, el cual carece de dientes. Su coloración es negra o gris oscura pero en luz muy brillante puede parecer café, usualmente presenta manchas irregulares claras en el vientre y flancos. Bucean a grandes profundidades y por periodos grandes de tiempo y presentan un gran dimorfismo sexual.

Distribución: Usualmente se localiza en aguas libre de hielo a lo largo del mundo, desde el ecuador hasta los límites de los polos, aunque existe mayor abundancia de esta especie en cañones submarinos, cerca de bancos y sobre la plataforma continental. Son de aguas oceánicas y profundas aunque también se les localiza cerca de las costas y de islas con aguas muy profundas. Solo los machos adultos se mueven hacia latitudes altas, las hembras, crías y machos inmaduros permanecen en mares tropicales y templados.

Historia de vida y conducta: Se forman grupos estables de hasta una docena de hembras adultas acompañadas de sus crías hembras y machos jóvenes. Los machos jóvenes después de 6 años abandonan al grupo y forman grupos de “solteros” que con la edad se desintegran, los machos adultos son solitarios. La gestación dura al menos un año hasta 18 meses.

Alimentación: Se cree que se alimentan principalmente cerca o en el fondo marino, su principal alimento son calamares de mediano a gran tamaño (Ommastrephidae, Onychoteuthidae, Gonatidae, Pholidoteuthidae, Octopoteuthidae, Hisstoteuthidae y Cranchiidae), también consumen pulpos y rayas demersales. Mientras se alimentan tragan piedras, arena, esponjas, etcétera.



www.obis.env.duke.edu/species_profiles/specie

Cachalote enano.
(*Kogia sima*)

Longitud:	Aproximadamente 2.7 m Recién nacido: De 1 a 1.2 m
Peso:	Aproximadamente 210 kg
Longevidad:	Desconocida

Descripción general: Posen cuerpos pequeños y robustos. La aleta dorsal es pequeña, localizada en medio del cuerpo siendo prominente. El cachalote enano posee de 7 a 12 pares de dientes en la mandíbula y algunas veces hasta 3 pares en el maxilar. La coloración es gris plateado, con blanco a rosa en la parte ventral. En medio del ojo y la aleta caudal se encuentra una marca que asemeja una agalla de pez llamada “agalla falsa”

Distribución: Se encuentran en latitudes tropicales y templadas de todo el mundo. Por los contenidos estomacales y avistamientos raros se cree que se localizan en la plataforma continental y en aguas epi y mesopelágicas.

Historia de vida y conducta: Se conoce poco de esta especie, pero se sabe que no es gregaria, se han observado solos o en pequeños grupos de hasta 10 individuos. Se piensa que la gestación dura un año.

Alimentación: Sus presas son los cefalópodos (incluyendo los calamares), crustáceos (especialmente camarones y cangrejos) y peces. Puede que se alimenten de animales bentónicos debido a la estructura de la cabeza y la mandíbula delgada, además se han encontrado peces y cangrejos bentónicos en el estomago de algunos individuos de estas especies.



www.obis.env.duke.edu/species_profiles/specie

Zifio de Cuvier.
(*Ziphius cavirostris*)

Longitud: Aproximadamente 7 m
Recién nacido: 2.7 m

Peso: De 2 600 (♂) kg a 3 000(♀) kg

Longevidad: Al menos 40 años,
posiblemente más de 60.

Descripción general: Presenta un cuerpo robusto, la aleta dorsal falcada es relativamente pequeña junto con las aletas pectorales. La coloración es negra con gris en la mayor parte del cuerpo con una mancha negra que cubre los ojos, los machos adultos tienen una distintiva cabeza blanca que en las hembras es menos contrastante. También los machos maduros presentan dos dientes en la mandíbula expuesta aunque esta la boca cerrada.

Distribución: Es cosmopolita, se encuentran en aguas oceánicas templadas y cálidas profundas.

Historia de vida y conducta: No se les considera gregarios, se han visto individuos solos o grupos de hasta 7 individuos y en cuanto a su reproducción casi nada se sabe de esta especie.

Alimentación: Basado en contenidos estomacales de animales varados, se ha visto que se alimenta principalmente de calamares, aunque también de peces y posiblemente de crustáceos, debido a la falta de dientes funcionales se cree que succionan a sus presas.

ANEXO 2. Formatos de navegaciones y avistamientos que se utilizan para la toma de datos en campo.

Fecha: _

NAVEGACIONES EN BAHÍA DE LOS ÁNGELES

Hoja ____

			NOMBRE	VEL	VIS	NUB		MAR	REFLEJO	AVIS	RUMBO	DIR	DIST			COMEN-
CODIGO	HORA	WPT	LOC	km/h	km	%	BEA	FONDO		NO.	NAV	AVIS	AVIS	TEMP	TURB	TARIOS
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Tripulación y Cámaras:

Apuntador:

