



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS



**ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD DE
ODONTOCETOS Y LA RELACIÓN CON SU
AMBIENTE, EN EL EXTREMO SUR-
OCCIDENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA,
MÉXICO (2003-2006)**

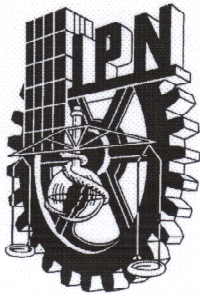
TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
CON ESPECIALIDAD EN
MANEJO DE RECURSOS MARINOS**

PRESENTA

CHRISTIAN JAVIER SALVADEO

LA PAZ, BAJA CALIFORNIA SUR, MÉXICO
Junio 2008



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

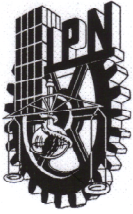
CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 27 del mes Mayo del año 2008, el (la) que suscribe CHRISTIAN JAVIER SALVADEO alumno(a) del Programa de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS con número de registro A060300 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo la dirección de: MC. ALEJANDRO GOMEZ GALLARDO UNZUETA Y DR. DANIEL LLUCH BELDA y cede los derechos del trabajo titulado: "ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD DE ODONTOCETOS Y LA RELACIÓN CON SU AMBIENTE, EN EL EXTREMO SUR-OCCIDENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO (2003-2006)" al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: chsalvadeo@yahoo.com.mx dluch@ipn.mx eagg@uabcs.mx
Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


CHRISTIAN JAVIER SALVADEO

nombre y firma



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 11 del mes de Mayo del 2008 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

"ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD DE ODONTOCETOS Y LA RELACIÓN CON SU AMBIENTE, EN EL EXTREMO SUR-OCCIDENTAL DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO (2003-2006)"

Presentada por el alumno:

SALVADEO
Apellido paterno

materno

CHRISTIAN JAVIER
nombre(s)

Con registro:

A	0	6	0	3	0	0
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS MARINOS

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISION REVISORA

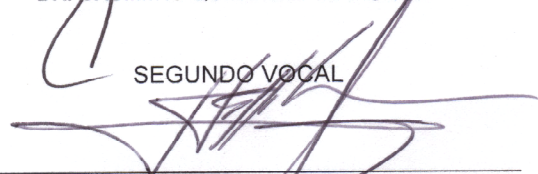
Director de tesis
PRIMER VOCAL:


MC. ALEJANDRO GÓMEZ GALLARDO UNZUETA

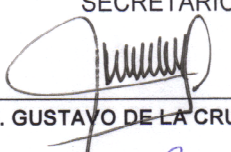
PRESIDENTE


DR. CASIMIRO QUIÑONEZ VELÁZQUEZ

SEGUNDO VOCAL


DR. DANIEL LLUCH BELDA
2º. DIRECTOR

SECRETARIO


MC. GUSTAVO DE LA CRUZ AGÜERO

TERCER VOCAL


DR. BERNARDO SHIRASAGO GERMÁN

EL PRESIDENTE DEL COLEGIO


DR. RAFAEL CERVANTES DUARTE



IPN
CICIMAR
DIRECCION

Agradecimientos:

En primer lugar quiero agradecer a todas las instituciones que en mayor o menor medida contribuyeron y apoyaron mi crecimiento académico y personal: Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas del Instituto Politécnico Nacional (CICIMAR-IPN), a la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS) y a su Sociedad de Alumnos, al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), a la Cetacean Society International, a la Universidad de Buenos Aires (UBA) y al Centro de Estudiantes de Ciencias Exactas y Naturales (CECEN).

Quisiera agradecer a mis directores: M.C. Alejandro Gómez-Gallardo (Alex) y al Dr. Daniel Lluch-Belda; al comité asesor: Dr. Casimiro Quiñones-Velázquez, M.C. Gustavo De la Cruz-Agüero y Dr. Bernardo Shirasago, a todos aquellos investigadores que opinaron o ayudaron de alguna forma a terminar este trabajo: M.C. Eduardo Gonzales-Rodríguez (Lalo) y al Dr. Víctor Gómez-Muños.

Agradezco al laboratorio de mamíferos marinos de la UABCS (PRIMMA), por recibirme y permitirme trabajar, crecer y aprender de cada una de las personas que lo componen: Alex, Jorge, Vaquero, Benja, Checo, Sergio, Milhaus, Gabo, Naufrago, Sylviane, Lula, Claudia, Úrsula, Gaby, Paulina, Meche, Clarita, Flor, la Bolu, Anaid, etc. y al Capi y Armando (AMIGO) por hacernos llegar siempre a buen puerto.

A mi familia biológica por su apoyo y porque en definitiva fueron los que forjaron tempranamente mis defectos y virtudes para ser lo que soy hoy: Toti y Ana (Papas), a Susana (2da mamá), a la abuelita Paca, a mis abuelos que ya no están (Florenia y Juan) y especialmente a mi abuela Chola y madrina Elida por haberme despertado el interés por la naturaleza con los fascículos de fauna y nuevamente a mi papá (Toti) por enseñarme a disfrutar y maravillarme con la naturaleza en las largas caminatas por campos y pastizales; a mis primos y sus

respectivas nuevas familias que formaron: Martin y Matías, Flor, Coco, Ro, Sabri, Guille, el Poto, y las nenas de Claudio. A mis tíos Ale, Claudio, Hugo y Enrique.

A mi familia política por su gran apoyo y amistad: Patricia, Dari, Alfredo, Nacho, Juana, tía Lili y Mario, Mercu, Mónica y Alberto y Luisita y Natalio; a mi familia adoptiva de La Paz: Mauro, Emi, Kati, Benito, Ale y Alfredo; a la gente de la carne asada por su apoyo y amistad, especialmente a Luis y Denise.

Ahora un agradecimiento especial a mis compañeros y amigos de aventuras con los que compartí grandes emociones en algún momento de mi vida (Don Satur, Lobos, Pantano do Sul, isla Mosquito, la Chimoltrufia, La Nelson, Talampaya, Laguna y Ferrugen, Cachuza (S.Bahia), Córdoba y Pueyrredon, The End Soldatic Parck...y muchas cosas más): Fiaca, Roiro, Maxi, Tonga, Pety, Richo, ambos negros Mariano, los pibes/as de Catán, Vivi, Maco, la Quinoto, Ilse y Débora. A La gente de la UBA por su compañía en horas y días de estudios: Kao, Leti, Karito, la Colo, Nati, Mewy, Natacha, Rosaura, Silvia, los tres Diegos (Batería, Monki y Bicicleta), Renata y la gente del Bar Boikot y Lista Unidad. También a la palomilla pajheña por estar ahí siempre Pues: Pinshi Perú, Anibal, Peter, Mario, Fito, Gastón, Castor y Diana.

A todas mis mascotas que están y que no, por hacerme tan feliz con sus demandas diarias de cariño y atención: Pupa, Cabeza de manzana, Pompis, Cieguin, Plumífero, Copinets, Pericletus, Atilius, Babosienta, Piquiquea (Brisa) y Totopo (Omu).

Y por último un agradecimiento especial a quien fue, es y será mi compañera en este difícil pero hermosísimo camino que es vivir: Mile, ya sabes que te a/doro/mo y a la futura Lunita que nos va a iluminar más la vida...

ÍNDICE

	Página
Lista de figuras	II
Lista de tablas	IV
Resumen	VI
Abstract	VII
1. Introducción	1
2. Antecedentes	2
3. Justificación	7
4. Objetivos	8
5. Metodología	9
6. Resultados	19
7. Discusión	36
8. Sumario y Conclusiones	47
9. Bibliografía	49

Lista de Figuras

		Página
Figura 1	Imágenes de satélite de TSM (a) y Chl (b) (semanales con 1 km de resolución) ejemplificando las características del golfo para cada estación del año; el recuadro señala el área de estudio.	5
Figura 2	Área de estudio y batimetría en metros (ETOPO2v2).	10
Figura 3	Cuadrícula de análisis y esfuerzo por temporada cálida (C) y templada; los números señalan los años de cada temporada.	12
Figura 4	Promedios mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila superficial (Chl) dentro del área de estudio para el periodo septiembre 2003-marzo 2006 y promedio de TSM para todo el periodo.	20
Figura 5	Año tipo del área de estudio para TSM y Chl.	20
Figura 6	Distribución de la abundancia total, número de avistamientos (a), número de organismos (b) y biomasa (c) por especie.	23
Figura 7	Variación mensual en el año tipo de la abundancia relativa (biomasa) de delfines comunes, tursiones y calderones y promedio mensual de Chl.	25
Figura 8	Distribución de la abundancia por temporada (templada y cálida) por especie; a) numero de avistamientos, b) número de organismos y c) biomasa; delfín común (<i>D.sp.</i>), tursión (<i>T.t.</i>), calderón (<i>G.m.</i>), Kogia (<i>K.sp.</i>), cachalote (<i>P.m.</i>), orca (<i>O.o.</i>), falsa orca (<i>P.c.</i>) y delfín de costados blancos (<i>L.o.</i>).	26

Figura 9	Variación por temporada del IVI (índice de dominancia) por especie para la temporada templada (blanco) y cálida (negro); delfín común (<i>D.sp.</i>), tursión (<i>T.t.</i>), calderón (<i>G.m.</i>), Kogia (<i>K.sp.</i>), cachalote (<i>P.m.</i>), orca (<i>O.o.</i>), falsa orca (<i>P.c.</i>) y delfín de costados blancos (<i>L.o.</i>).	27
Figura 10	Variación por temporada (C: cálida y T: templada) de la biomasa del delfín común (<i>D.sp.</i>), tursión (<i>T.t.</i>) y calderón (<i>G.m.</i>).	27
Figura 11	Variación por temporada (2003-2006) de los índices de diversidad (D) y equidad (E)	28
Figura 12	Distribución de la abundancia (% del total de biomasa) por temporada por especie; delfín común (<i>D.sp.</i>), tursión (<i>T.t.</i>), calderón (<i>G.m.</i>), Kogia (<i>K.sp.</i>), cachalote (<i>P.m.</i>), orca (<i>O.o.</i>), falsa orca (<i>P.c.</i>) y delfín de costados blancos (<i>L.o.</i>).	29
Figura 13	Distribución de la biomasa por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada cálida.	31
Figura 14	Distribución de la biomasa por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada templada.	33
Figura 15	Distribución de los avistamientos de ictiófagos, teutófagos y tursiones (<i>T.t.</i>), por temporada: cálida (a) y templada (b); tamaño de los círculos acorde a la biomasa de las especies.	35

Figura 16	a) Variación mensual de la abundancia relativa (biomasa) de delfines comunes, tursiones y calderones y promedio mensual de Chl del presente trabajo; b) variación mensual de abundancia relativa de odontocetos extraído y modificado de Flores-Ramírez <i>et al.</i> , (1996); temporada cálida (mayo-noviembre) y templada (diciembre-abril).	39
Figura 17	Distribución de la abundancia relativa de ictiófagos (ict), teutófagos (teu), tursiones (<i>T.t.</i>) y calderones (<i>G.m.</i>) por clases ambientales para la temporada cálida; en negro cuadrantes con una concentración mayor al promedio de Chl para dicha temporada y en blanco cuadrantes con una concentración menor al promedio.	46

Lista de Tablas

		Página
Tabla 1	Peso promedio de un organismos adulto obtenido de Reeves <i>et al.</i> (2002).	15
Tabla 2	Estratos ambientales (clases) por variable ambiental	18
Tabla 3	Listado taxonómico de las especies observadas en el presente estudio	22
Tabla 4	Número de avistamientos (na), número de organismos (n), biomasa (kg), número de temporadas presentes (temp.) valor del índice de valor de importancia (IVI) y categorías.	22
Tabla 5	Número de avistamientos con comportamientos alimenticio por temporada.	29

Tabla 6	Correlación de Sperman entre tursiones (<i>T.t.</i>), calderones (<i>G.m.</i>), ictiófagos y teutófagos con variables ambientales por cuadrantes y por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (Std), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada cálida; celda gris: valores que se tuvieron en cuenta para el análisis e interpretación de los datos.	32
Tabla 7	Correlación de Sperman entre tursiones (<i>T.t.</i>), calderones (<i>G.m.</i>), ictiófagos y teutófagos con variables ambientales por cuadrantes y por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (Std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada templada; en negrita los valores que se tuvieron en cuenta para el análisis e interpretación de los datos.	34
Tabla 8	Listado taxonómico de las especies observadas en: a) el presente estudio, b) en Flores-Ramírez <i>et.al.</i> (1996) y c) en Alba-Fernández (1997)	37
Tabla 9	Esfuerzo (sfz) y porcentaje de esfuerzo (%sfz) por estrato ambiental de Chl para la temporada cálida.	44

RESUMEN

La estructura de una comunidad depende del número de especies, de sus abundancias y las características de las especies dominantes comunes y raras que la conforman; a su vez, ésta puede cambiar como consecuencia de variaciones naturales del ambiente. El área de estudio presenta una marcada estacionalidad debido a la dinámica oceánica del Golfo de California y una fuerte presencia de odontocetos. Por tal motivo se planteó la hipótesis de que los cambios en la comunidad de odontocetos son consecuencia de variaciones del ambiente mediadas por la disponibilidad de presas. Para probarla, se compararon los cambios en dicha comunidad con variables ambientales como la temperatura superficial del mar y la concentración de clorofila "a" obtenidas de imágenes satelitales, la profundidad obtenida de un modelo batimétrico y la disponibilidad de presas (como sardinas y calamar) de publicaciones científicas. La información de la comunidad se obtuvo de 21 salidas de búsqueda en el área de Bahía de La Paz y Loreto realizados entre septiembre-2003 y marzo-2006. Se observó un desfase temporal entre los picos de productividad y una mayor presencia de odontocetos, así como un dinamismo estacional en la estructura de la comunidad y uso del hábitat. Durante la temporada cálida y menos productiva, la comunidad en general presentó una preferencia por aguas productivas sobre áreas neríticas con escasa pendiente, observándose una mayor presencia de especies con afinidad por una dieta teutófaga (principalmente calderones y tursiones oceánicos). Durante la temporada templada y más productiva dominaron los ictiófagos (principalmente delfines comunes), con una no preferencia por aguas con frentes térmicos, mientras que los teutófagos prefirieron aguas cálidas y más profundas. Este dinamismo estacional en la comunidad de odontocetos puede ser producto de la disponibilidad y abundancia de presas dentro del área de estudio, como consecuencia de los patrones migratorios de sardinas y calamares, asociados a la variación ambiental en aguas del golfo.

ABSTRACT

Community structure is a function of the number of species, their relative abundances and the characteristics of the dominant, common and rare species that are part of it; also, it can be forced by natural fluctuations in their environment. The study area presents a strong seasonal variability due to the Gulf of California ocean dynamics. In addition, the abundance of the most sighted odontocetes species changes temporally. We suggest that the community changes are consequence of environmental variations mediated by prey availability. To verify this hypothesis, we compared odontocetes community changes in the South-West Gulf of California with environmental data, such as sea surface temperature and Chl_a pigment concentration estimated from satellite images, ocean depth obtained from a bathymetric model and food availability (sardines and squid) gathered from published reports. Odontocetes community information was obtained from 21 sampling trips from September-2003 to March-2006 with an effort of 7325.5 km. We recorded the presence, location and other biological parameters of odontocetes sightings. Our results show a temporal lag between the peak of productivity and the major odontocetes relative abundance. Additionally, we observed a seasonal dynamic in the community structure and habitat use. During the warm and less productive season, the community shows a preference for neritic areas with productive waters, with a dominance of squid-eating species (mostly pilot whales and an oceanic group of bottlenose dolphins). Along the temperate and highly productive season the fish-eating species dominate (particularly common dolphins) with no preference for thermal front. Furthermore, squid-eating species preferred oceanic waters. This seasonal dynamic of the community is in agreement to prey availability in the study area. This may occur as a consequence of the prey migrating pattern driven by environmental variability of the gulf waters.

1. INTRODUCCIÓN

Una comunidad biológica es un conjunto de poblaciones de diferentes especies que interactúan en un tiempo y espacio determinados (Begon *et al.*, 1999). Toda comunidad biológica tiene una estructura, la cual está en función del número de especies, de la abundancia relativa de cada una y de las características de las especies comunes y raras que la componen, así como de los cambios espacio-temporales que ocurran en el ambiente donde se desarrolla (Krebs, 2001). Por esa razón, el estudio de las interacciones ecológicas entre las especies y de éstas con su medio, es considerado una aproximación útil para el análisis comparativo de comunidades biológicas y de regiones naturales (Halffter y Ezcurra, 1992; Moreno, 2001).

El movimiento de los organismos entre las áreas en las que sus requerimientos metabólicos y reproductivos son satisfechos, determinará que la estructura de las comunidades que integran, cambie a distintas escalas de espacio y tiempo (Flores-Ramírez *et al.*, 1996). Dichos movimientos establecen patrones de distribución y permanencia, que son interpretados como el reflejo de la preferencia ambiental, incluyendo al alimento, sin perder de vista las estrategias reproductivas y alimenticias, la presencia de otros organismos (competencia y depredación) y la capacidad de dispersión de las especies (Begon *et al.*, 1999; Krebs, 2001).

Debido a su posición geográfica y características oceanográficas, el Golfo de California es considerado una región interesante para el estudio de comunidades biológicas. La heterogeneidad ambiental, elevada productividad primaria y procesos oceanográficos que presenta, permite la presencia de una gran diversidad biológica, entre los que encontramos a los cetáceos (Urbán *et al.*, 1997; Urbán, 2004).

Este grupo de mamíferos marinos se divide en dos subórdenes, los misticetos (cetáceos barbados) conformado por las grandes ballenas y los odontocetos (cetáceos dentados), entre los que se encuentran los delfines, marsopas, cachalotes, orcas y ballenas picudas (Reeves *et al.*, 2002); siendo

estos odontocetos el objeto de estudio del presente trabajo; el cual se encuentra enmarcado dentro del proyecto “Determinación del Estado Actual de las Poblaciones de Grandes Ballenas en el Golfo de California, y Propuesta de un Programa de Manejo y Protección Regional”, y surge de la necesidad de describir y analizar la diversidad y distribución espacio-temporal de este grupo de cetáceos y su relación con parámetros ambientales, con el fin de contribuir con bases objetivas para su manejo y conservación dentro del área de estudio.

2. ANTECEDENTES

2.1. Los odontocetos y su ambiente

Muchas especies pelágicas como los odontocetos utilizan hábitats predecibles para su alimentación (Hyrenbach *et al.*, 2000; Fauchald *et al.*, 2002; Etnoyer, 2004). Dado que son depredadores activos con una alta capacidad de desplazamiento (Gaskin, 1983; Reeves *et al.*, 2002), su distribución y movimientos, al igual que con otros pelágicos mayores, se relacionan frecuentemente con aquellas características oceanográficas (físicas y biológicas) que permiten la agregación y persistencia de presas (Hunt y Schneider, 1987; Andrade, 2003; Sims, 2003; Luseau *et al.*, 2004); características que en muchos casos, están relacionadas con estructuras de mesoescala como surgencias, frentes térmicos y giros oceánicos, las cuales son descritos generalmente con variables ambientales como la temperatura superficial del mar y concentración de pigmentos fotosintéticos como la clorofila “a” (Biggs *et al.*, 2000; Baumgartner *et al.*, 2001; Davis *et al.*, 2002; Fulling *et al.*, 2003; Etnoyer, 2004; Luseau *et al.*, 2004). A su vez, cabe destacar la importancia de la batimetría, la pendiente y topografía del suelo oceánico en la distribución y presencia de odontocetos, ya que condicionan en muchos casos la variabilidad, disponibilidad y abundancia de las presas que estos animales consumen (Baumgartner, 1997; Jaquet y Gendron, 2002; Griffin y Griffin, 2003; Fulling *et al.*, 2003). También cabe señalar la importancia de las relaciones intra e interespecificas que se puedan dar entre las especies (Griffin y Griffin, 2003; Bearzi, 2005a; 2005b; Parra, 2006).

En aguas del Golfo de California los trabajos sobre comunidades en cetáceos son escasos, la gran mayoría son presentaciones en congresos especializados (Aguayo *et al.*, 1986; Bourillon y Salinas, 1988; Virginia *et al.*, 1993; Moncada *et al.*, 1997; Ladrón de Guevara y Heckel, 2004, Gómez-Gallardo y Urbán, 2006; Troyo-Vega *et al.*, 2006) y muy pocos han sido publicados, entre ellos el de Silber *et al.* (1994) donde se analiza la distribución, ocurrencia y abundancia relativa de Cetáceos en el Alto Golfo y el de Jaquet y Gendron (2002), quienes analizan la distribución y abundancia relativa de cachalotes en relación con su alimento (calamar gigante) y con la distribución de otros cetáceos en la parte central del golfo.

Dentro del área de estudio, la Bahía de La Paz es una de las zonas con más trabajos de investigación marina, mientras que su zona oceánica adyacente, así como el área de Loreto han sido menos estudiadas. Para la Bahía de La Paz se han registrado un total de 19 especies de odontocetos a partir de reportes de avistamientos o varamientos (Alba-Fernández, 1997); también se ha observado que dentro de la comunidad de cetáceos, la tasa de cambio en la abundancia y sustitución de especies es intensa, asociada a las presiones del ambiente (Flores-Ramírez *et al.*, 1996). Aparentemente solo hay dos trabajos previos sobre la comunidad de odontocetos dentro del área de estudio: el de Flores-Ramírez *et al.* (1996) y el de Alba-Fernández (1997), el resto de los trabajos sobre distribución y uso del ambiente han sido enfocados a una especie en particular. El tursión (*Tursiops truncatus*), es la especie más estudiada dentro de Bahía de La Paz, destacando los trabajos realizados por Acevedo (1989), quien se enfocó en los movimientos de este delfín en la Ensenada de La Paz; Rojo-Arreola (2002) que propuso un posible ámbito hogareño para las hembras dentro del área y Salinas (2005) que determinó la distribución y abundancia relativa de tursiones y su variación en relación con diversos factores ambientales. Le sigue el calderón de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) con el trabajo realizado por Vázquez-Morquecho (1997), cuyo objetivo fue estimar el tamaño poblacional y permanencia dentro de la bahía, encontrando una estacionalidad en la presencia de estos organismos.

2.2. Variabilidad ambiental del Golfo de California

Dentro del Golfo de California las condiciones superficiales del mar (Fig. 1), son dominadas ampliamente por la dinámica oceánica del golfo y por eventos meteorológicos a escala regional; presenta una estacionalidad bien marcada compuesta por dos temporadas: una cálida y oligotrófica y una templada y muy productiva (Lluch-Cota *et al.*, 2007). Durante la temporada templada (invierno-primavera) los vientos dominantes soplan del nor-noroeste, el flujo de las aguas es hacia el sur en la costa oriental, mientras que del lado peninsular el flujo es hacia el norte (Santamaría-del Ángel *et al.*, 1994). La elevada productividad en esta temporada se debe en gran medida a la acción de los fuertes y persistentes vientos que provocan el ensanchamiento de la capa de mezcla con el consiguiente aumento de la productividad de las aguas (Obeso-Nieblas, 2003), además de generar surgencias muy productivas en las costas de Sonora y Sinaloa (Maluf, 1983; Soto-Mardones *et al.*, 1999), que fertilizan las aguas de todo el golfo gracias a la presencia de una circulación en forma de remolinos que las acarrean de una costa a otra (Beier, 1997; Navarro-Olache *et al.*, 2004).

Al comenzar la temporada cálida (verano-otoño) los vientos del norte cesan y comienzan a predominar los vientos del sur-sureste; la circulación en esta temporada se invierte, el flujo hacia el sur se da del lado peninsular, mientras que del lado oriental el flujo es hacia el norte (Santamaría-del Ángel *et al.*, 1994). En esta temporada la productividad del Golfo de California cae abruptamente, salvo en la región de las grandes islas (norte del golfo); este descenso en la productividad es producto del ingreso de aguas cálidas y oligotróficas de Pacífico nor-ecuatorial (Jiménez *et al.*, 1997) y de la estratificación de las aguas con la frecuente ausencia de la capa de mezcla, producto de la intensa radiación y a la escasa persistencia de los vientos del sur-sureste (Obeso-Nieblas, 2003). Cabe destacar que en el área de estudio la productividad primaria no cae abruptamente, ya que para esta temporada y por acción del viento, surgencias menos intensas que las de la estación templada, ocurren del lado peninsular (Maluf, 1983; Soto-Mardones *et al.*, 1999),

destacándose los florecimientos de microalgas que ocurren durante los meses de mayo y junio principalmente (Garate-Lizárraga *et al.*, 2003; 2006), que permiten el desarrollo y sustento de las tramas tróficas durante esta temporada.

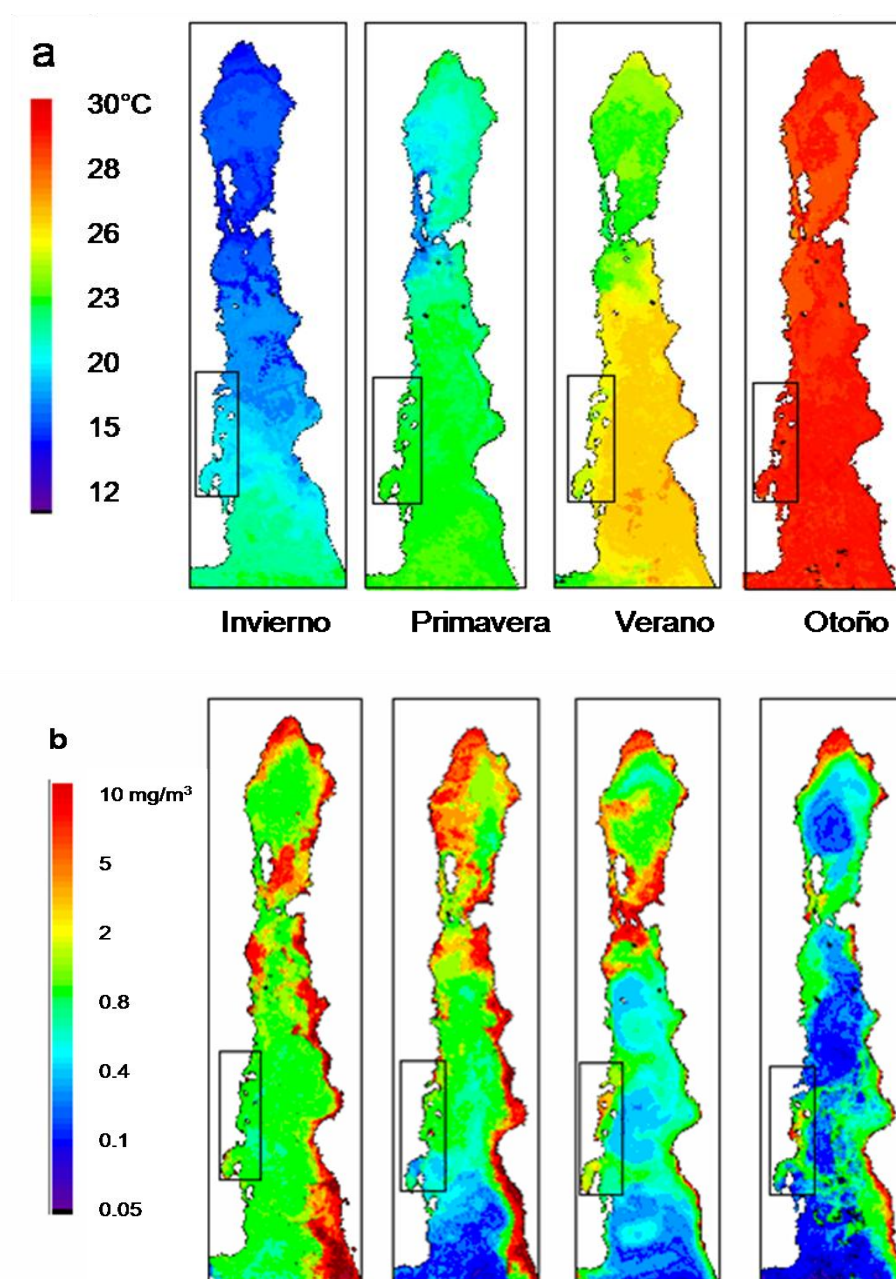


Figura 1: imágenes de satélite de TSM (a) y Chl (b) (semanales con 1 km de resolución) ejemplificando las características del golfo para cada estación del año; el recuadro señala el área de estudio.

2.3. Potenciales presas en aguas del Golfo de California

Pelágicos menores: Este grupo de organismos es el principal componente en la dieta de numerosas especies de cetáceos, especialmente en odontocetos de tamaño pequeños como los del género *Delphinus* (Young y Cockcroft, 1994; Dos Santos y Haimovici, 2001; Reeves, *et al.*, 2002; Sanino *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2004; Meyner, 2004; Pusineri *et al.*, 2007). Este grupo de peces incluye a especies como sardinas, anchovetas, y macarelas, entre otras; suelen habitar zonas costeras de alta productividad biológica alimentándose del plancton, por lo que su distribución y desplazamiento responde a una combinación de factores bióticos y abióticos. Se ha propuesto que para el caso de sardina Monterrey (especie más abundante en aguas del Golfo de California), existen dos centros de distribución: al oeste de la Península de Baja California, en Punta Eugenia y dentro del Golfo de California, en la región de las grandes islas. A partir de esos centros las subpoblaciones de sardina se expanden y se contraen obedeciendo señales ambientales (Lluch-Belda *et al.*, 1995), presentando movimientos estacionales bien definidos: durante el verano, cuando el golfo se tropicaliza y cae la productividad primaria, la sardina restringe su distribución a las cercanías de las grandes islas, mientras que durante el invierno el enfriamiento estacional y el enriquecimiento de las aguas permite a la sardina ocupar casi todo el golfo y desovar (Lluch-Belda *et al.*, 1986, Cisneros Mata *et al.*, 1997 y Hammann *et al.*, 1998)

Calamar: El 80% de las especies de odontocetos incluyen regularmente cefalópodos en su dieta; de las 28 familias de cefalópodos, Ommastrephidae, Histioteutidae y Cranchiidae son las más importantes en aguas oceánicas y Loliginidae en áreas neríticas (Clarke, 1996). El calamar gigante *Dosidicus gigas* (familia Ommastrephidae), uno de los más grandes y abundantes en zonas epipelágicas, es considerado una especie nerítico-oceánica que se distribuye principalmente en el Pacífico oriental, desde las costas del norte de Chile hasta California (Nigmatullin *et al.*, 2001). Esta especie presenta un comportamiento migratorio complejo relacionado con su biología reproductiva; se aproximan a la costa durante ciertas etapas de su vida (juveniles y adultos),

formando grandes agrupaciones en zonas neríticas, que ocasionalmente son arrojados a las playas en cantidades considerables (Klett, 1996). Dentro del Golfo de California es durante la temporada cálida cuando este recurso se concentra frente a las costas de la porción sur de la península, aprovechando el área de surgencias para alimentarse y probablemente buscando ambientes insulares con taludes continentales pronunciados, que posiblemente desempeñan un papel favorable para su reproducción. Al contrario, durante la temporada templada su presencia en el área de estudio disminuye debido a sus movimientos migratorios, una parte de la población se desplaza hacia las costas de Sonora y Sinaloa, donde ocurren las surgencias, otra parte se concentraría en la parte central y más profunda del golfo y un tercer grupo se desplazaría hacia el exterior del mismo (Klett, 1996; Brito-Castillo *et al.*, 2000, Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Markaida y Sosa, 2003).

3. JUSTIFICACIÓN

Debido a que México cuenta con una gran diversidad de Cetáceos (39 de las 81 especies conocidas mundialmente) en las zonas marinas que forman parte de su territorio nacional, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales promulgó una ley por la que se establece a las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, como área de refugio para proteger a las especies de grandes ballenas de los subórdenes Mysticeti y Odontoceti (Diario Oficial, 2002).

En relación con lo anterior, es recomendable realizar trabajos sobre la biología y la ecología de los cetáceos presentes en aguas mexicanas, más aun si dentro del área de estudio son escasos los trabajos que abordan la dinámica en la comunidad de cetáceos y en particular de odontocetos, así como su relación con el medio ambiente. En este sentido, el estudio y caracterización ambiental de las áreas en las que estos animales se distribuyen, así como el análisis y comprensión de los mecanismos físico-biológicos que influyen en la formación y persistencia de sus agregaciones, son esenciales para la definición

de áreas con especial interés en el manejo de especies protegidas, así como para la planeación y ejecución de programas y políticas de manejo (Hyrenbach *et al.*, 2000; Fauchald *et al.*, 2002; Etnoyer, 2004). Además, los estudios sobre comunidades son útiles en sí mismos, ya que desde el punto de vista ecológico los odontocetos son depredadores terciarios, por lo que su presencia refleja el estado de la producción en la red trófica del medio y nos pueden dar una aproximación al estado de salud del ambiente (Gaskin, 1983).

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

Describir los cambios en espacio y tiempo de la estructura en la comunidad de los odontocetos en la Bahía de La Paz, Loreto y zona oceánica adyacente observados entre septiembre del 2003 y marzo del 2006, y la relación que guardan con algunas variables ambientales.

4.2. Objetivos Particulares

- Caracterizar la variabilidad ambiental superficial de temperatura y clorofila, dentro del área de estudio por temporada.
- Describir las características de la comunidad de odontocetos, así como su variación espacio-temporal.
- Determinar la relación entre los cambios espacio-temporales en la comunidad de odontocetos con respecto a la topografía del fondo oceánico y la variabilidad ambiental superficial observada.

5. METODOLOGÍA

5.1. Área de estudio

El Golfo de California está situado entre la península de Baja California y los estados de Sonora, Sinaloa y Nayarit, es considerado como una cuenca semicerrada desde el punto de vista oceanográfico y meteorológico, debido a que se encuentra casi totalmente rodeado por elevaciones montañosas y está conectado al océano abierto únicamente en su extremo sur (Lluch-Cota, 2000). El área de estudio (Fig. 2) se encuentra en el borde occidental del Golfo de California, frente a las costas de Baja California Sur; se extiende desde los 24° 08' hasta los 26° 22' N; longitudinalmente su límite oeste es la costa peninsular y su límite oriental no va más allá de los 45 km a partir de la misma, incluyendo las islas que se encuentran entre Loreto y Bahía de La Paz. Se caracteriza por ser un área estructuralmente compleja (Fig.1), en la que la presencia de fosas y montes submarinos se conjuga con una gran cantidad de islas de origen volcánico y con una plataforma continental irregular en su amplitud, la cual no rebasa los 5 km de amplitud, salvo en algunas áreas como en Loreto, en el canal de San José y al sur de la Bahía de la Paz donde llega a alcanzar 20 km de ancho (Lanza-Espino, 1991). La hidrografía es compleja, con una importante y constante variabilidad espacial y temporal afectada por los eventos oceanográficos y meteorológicos que ocurren dentro del mismo golfo, con un régimen de mareas mixto predominantemente semidiurno (Jiménez *et al.*, 1997; SEMARNAP, 2000; Obeso Nieblas, 2003).

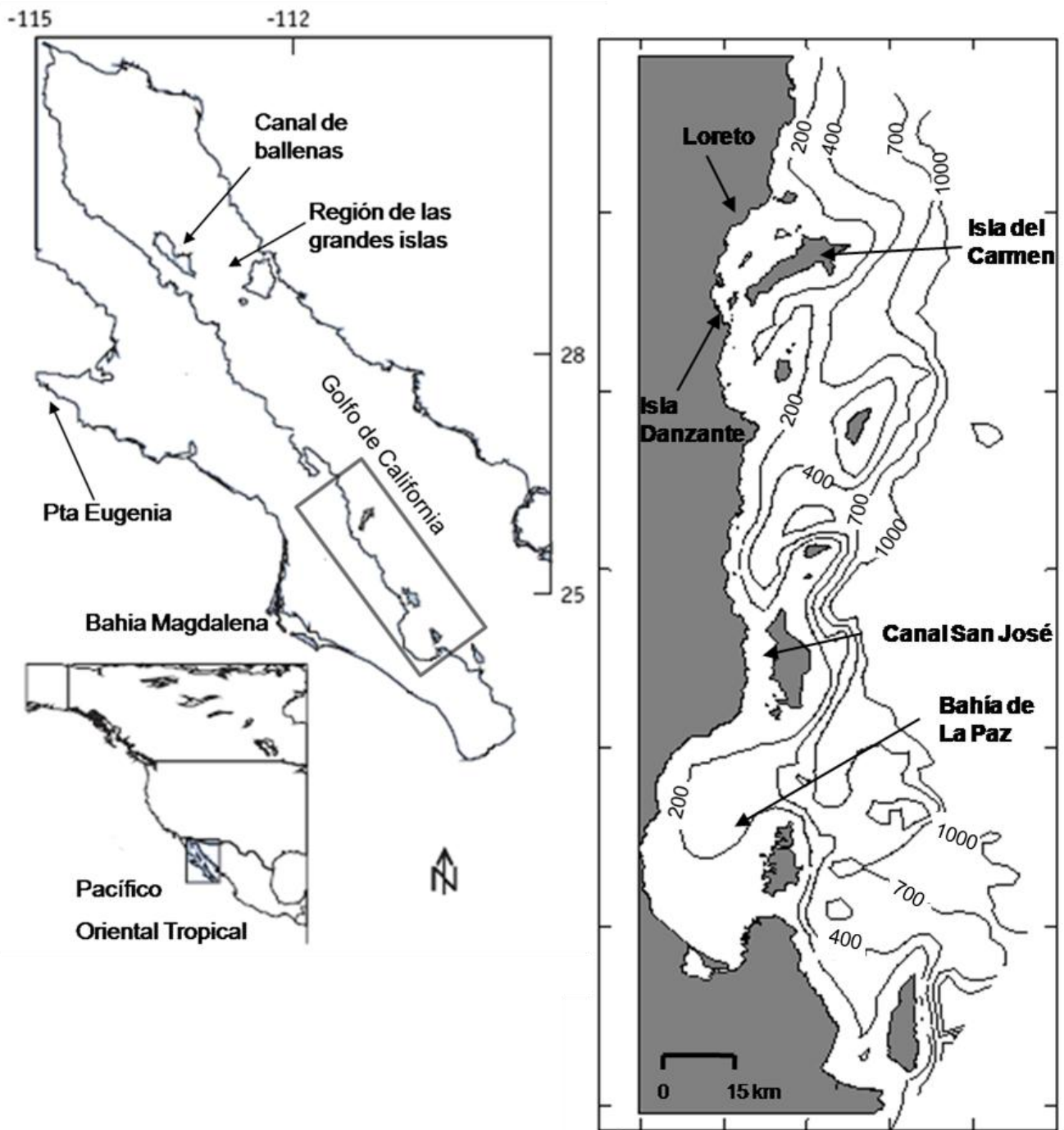


Figura 2: área de estudio y batimetría en metros (ETOPO2v2)

5.2. Trabajo de campo

Se realizaron un total de 21 salidas de búsqueda de cetáceos entre el mes de septiembre del 2003 y el mes de marzo del 2006, cubriendo todas las estaciones del año con al menos una salida en cada tipo de embarcación. La búsqueda y observación de cetáceos se llevó a cabo desde dos tipos de embarcaciones: por un lado embarcaciones de 7 metros de eslora con motor fuera de borda de 60-70 hp (12 salidas), mientras que en otros casos se utilizó una embarcación de 15 metros de eslora, 4 de manga y 6 de altura (9 salidas). Las navegaciones se realizaron de forma no sistemática (Fig. 3), pero siguiendo siempre un mismo derrotero, con una velocidad constante de 11 nudos y en condiciones del mar no mayores a Beaufort tres, ya que en condiciones de Beaufort mayores la navegación se torna peligrosa y la capacidad de detección de cetáceos disminuye notablemente (Kiszka *et al.*, 2007). Los recorridos se registraron con la ayuda de un posicionador global (GPS); la búsqueda de cetáceos se realizó de forma visual con la ayuda de binoculares (7x50), con tres puestos de observación fijos (uno al frente y uno a cada lado de la embarcación) más un anotador, con un sistema de rotación de guardias de 30 minutos para cada puesto. En cada avistamiento se registró fecha, hora, posición geográfica, Beaufort, visibilidad, nubosidad, dirección del viento y tamaño de las olas, la o las especies, número de individuos, tipo de actividad (comportamiento) de los cetáceos observados, asociaciones con otros organismos (cuando las hubo).

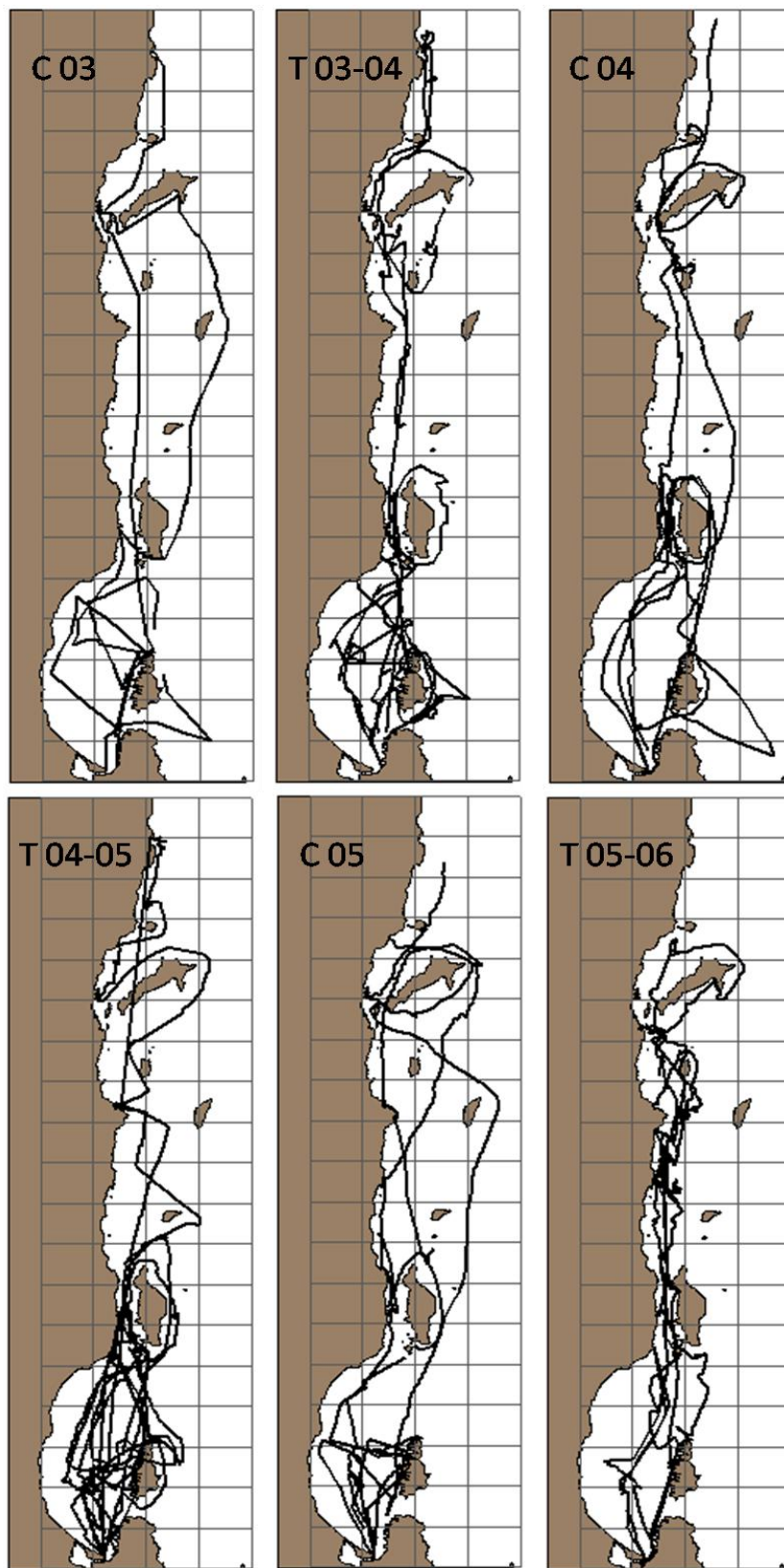


Figura 3: Cuadrícula de análisis y esfuerzo por temporada: C) cálida (verano-otoño) y T) templada (invierno-primavera); los números señalan los años de cada temporada.

La información recolectada desde cada plataforma se estandarizó con fines comparativos. Para ello, se tuvo en cuenta la distancia del horizonte visible para cada plataforma calculada a partir de la ecuación 1 (Bowdith, 1995). Se asumió que la proporcionalidad entre los esfuerzos de cada plataforma es igual a la que guardan las distancias del horizonte visible desde cada una (ecuación 2), para posteriormente despejar de esta última ecuación la ecuación 3 y calcular el coeficiente de dicha proporcionalidad (D_p/D_b) y por último estandarizar el esfuerzo realizado en panga multiplicándolo por dicho coeficiente ($D_p/D_b = 0.5$).

$$\text{Ecuación 1: } D=2.07\sqrt{h}$$

$$\text{Ecuación 2: } \frac{E_p}{E_b} = \frac{D_p}{D_b}$$

$$\text{Ecuación 3: } E_p = \frac{D_p}{D_b} E_b$$

En las que:

D = distancia de observación horizonte visible (millas náuticas) para panga (D_p) y Barco (D_b);

h = altura de la plataforma de observación para panga ($h_p = 1\text{m}$) y barco ($h_b = 4\text{m}$)

E = esfuerzo en panga (E_p), y barco (E_b) en km.

5.3. Datos ambientales

Los datos ambientales se obtuvieron de imágenes satelitales semanales de temperatura superficial del mar (SST) y concentración superficial de Chl_a (Chl) con una resolución espacial de 1 km, suministradas por Scripps Institution of Oceanography, en formato HDF (Fig.1). Estas fueron creadas a partir de la combinación de datos obtenidos de sensores remotos montados en los satélites AVHRR-Pathfinder y MODIS-Aqua (SST) y SeaWiFS y MODIS-Aqua (Chl); para su manejo y procesamiento se utilizó el software WIM (Kahru, 2004), así como rutinas propias creadas para tal fin en el programa MATLAB.

Los datos de batimetría se obtuvieron de la base de datos ETOPO2v2 (2006) del Centro Nacional de Información Geofísica de La NOAA (<http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/fliers/01mgg04.html>), creada a partir de información obtenida de radares de altimetría montados en satélites con una resolución espacial de 4 km. Como la pendiente del fondo es un factor importante en la preferencia ambiental de varias especies de odontocetos, esta se calculó a partir de la batimetría como $K_{max} - K_{min}/K_i$, donde: K_{max} la profundidad máxima, K_{min} la mínima y K_i es la distancia en metros entre ambos puntos.

5.4. Análisis de datos

5.4.1. Análisis Temporal

Para este análisis la información se agrupó mensual y estacionalmente, en este último caso se tuvo en cuenta un ciclo anual compuesto por dos temporadas: una cálida y una templada, considerando como estación cálida a aquellos meses con temperaturas mayores al promedio general y como temporada templada a aquellos con temperaturas menores; cabe señalar que la estacionalidad propuesta para el análisis de los datos coincide con la ya reportada y ampliamente aceptada para el Golfo de California (Santamaría-del Ángel *et al.*, 1994; Beier, 1997; Navarro-Olache *et al.*, 2004; Lluch-Cota *et al.*,

2007). Posteriormente se procedió a realizar el análisis de la estructura de la comunidad por temporada (cálida y templada) con base en la estimación de los índices de abundancia, dominancia y diversidad respectivos.

Dominancia: para cada especie se estimaron índices de abundancia (porcentaje del total) a partir del número de encuentros, número de organismos y su biomasa; esta última obtenida al multiplicar el número de organismos por el peso promedio de un organismo adulto (Tabla 1).

Tabla 1: Peso promedio de un organismos adulto obtenido de Reeves et al. (2002)

Especie	Peso (kg)
Delfín común (<i>Delphinus sp.</i>)	150
Tursión (<i>Tursiops truncatus</i>)	300
Calderón (<i>Globicephala macrorhynchus</i>)	1300
Kogia (<i>Kogia sp.</i>)	300
Cachalote (<i>Physeter macrocephalus</i>)	24000
Orca (<i>Orcinus orca</i>)	3800
Falsa orca (<i>Pseudorca crassidens</i>)	1200
Delfín de costados blancos (<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>)	150

Como la dominancia de cada especie varía dependiendo de las expresiones del índice de la abundancia que se considere (numero de organismos, avistamientos, biomasa) se decidió sumarlos y de esta forma obtener el Índice de Valor de importancia (IVI); al que se integró también el porcentaje de temporadas presentes (tanto cálidas como templadas) de cada especie, como una forma de cuantificar su constancia dentro del área. A partir de los valores del IVI se agrupó a las especies en 4 categorías: Dominantes (valores >200), Comunes (200 > valores > 100), Escasas (100 > valores > 20) y Raras (valores < 20).

Diversidad: Para el análisis de la diversidad y riqueza de especies se estimaron los índices de *Shannon-Wiener* y *Simpson* por temporada a partir de

la biomasa relativa (biomasa/km) de cada especie. El *Índice de Shannon-Wiener* mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra, este se calcula como: $H' = - \sum p_i \ln p_i$, donde p_i es la proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i . El *Índice de Simpson* manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes y se calcula como $\lambda = \sum p_i^2$ donde p_i proporción del total de la muestra que corresponde a la especie i (Magurran, 1988; Moreno, 2001).

Estadísticos: Para observar cambios temporales en la estructura de la comunidad y con fines comparativos, se graficó la variación mensual y por temporada de la abundancia relativa (biomasa/km) de las tres especies con mayor IVI: delfines comunes (*Delphinus sp*), tursiones (*Tursiops truncatus*) y calderones (*Globicephala macrorhynchus*), considerados como ictiófagos, ictiófago-teutófago y teutófago respectivamente.

Mensualmente se observó un desfase temporal entre los promedios de clorofila superficial y la biomasa relativa de estas tres especies, por lo que se decidió hacer un análisis cruzado de la información (Chl vs abundancia relativa de las especies) con un mes de desfase, no todos las variables pasaron la prueba de normalidad, por lo que se realizó un análisis de correlación de Spearman (Zar 1996), para corroborar tal desfase.

A los valores de diversidad por temporadas (cálida y templada) se le realizaron pruebas de ajuste a una distribución normal y de homogeneidad de varianza. Los que pasaron dichas pruebas (*Diversidad Simpson*) se les realizó un ANOVA de una vía y los que no la pasaron (*Diversidad Shannon-Wiener*) un ANOVA por rangos de Kruskal Wallis, en busca de diferencias significativas entre temporadas.

5.4.2. Análisis espacial:

Para el análisis espacial de la información, el área se dividió en una cuadrícula de 19 x 4 cuadrantes de 15 x 15 km cada uno (Fig. 3). El tamaño y resolución de la misma fue determinada por la necesidad de conservar los detalles de la distribución de cada especie de interés, pero también la de evitar una división tan pequeña que resultara en un gran número de cuadrantes con abundancias nulas. Posteriormente y con la ayuda de rutinas propias generadas dentro del programa MATLAB (R2007a), en cada cuadrante y por salida, se midió la distancia recorrida (km), la abundancia de la o las especies, la temperatura promedio superficial del mar en grados centígrados (TSM) y su desviación estándar (std TSM), el promedio de clorofila superficial en mg/m^3 (Chl), la profundidad en metros (BTM) y pendiente del fondo (m). Se calculó la desviación estándar de la temperatura por considerarlo un indicador de gradientes termales dentro de cada cuadrante, que nos pueden dar una idea de la presencia o no de zonas frontales (frentes oceánicos).

Como uno de los problemas en la comprensión de la distribución de los cetáceos es la utilización de una única escala espacial (Jaquet y Whitehead, 1996; Benoit-Bird *et al.*, 2003), se decidió realizar un segundo análisis con un enfoque alternativo, utilizando una segunda escala de mayor tamaño. Para ello se agruparon los cuadrantes en clases ambientales de TSM, std TSM, Chl, BTM y m, considerándose cada variable por separado; conformándose así lo que denominamos estratos ambientales (Tabla 2). Para cada estrato se calcularon los km recorridos y la abundancia (biomasa) de ictiófagos, teutófagos, tursiones y calderones con el fin de obtener la abundancia relativa de cada grupo de odontocetos por estrato ambiental.

Tabla 2: Estratos ambientales (clases) por variable ambiental

VARIABLES	Rango de la variable (min-max)	Intervalos de clase	Número de clases
TSM (°C)	17° a 31°	1° c/u	15 (7 para cada temporada)
stdTSM	0 a > 0.7	0.1 unid. c/u	8 (por temporada)
CHI (mg/m ³)	0 a 3.5 mg	0.5 mg c/u	7 (por temporada)
BTM	0 a > 600	100 m c/u	7 (por temporada)
m	0 a > 7	1 unid c/u	8 (por temporada)

Estadísticos: Para analizar si TSM, Std, Chl, BTM y m son factores que afectan la distribución por temporada de las especies, primero se agruparon las especies por hábitos alimentarios: ictiófagos (conformados principalmente por los delfines comunes, 99.9% de la biomasa) y Teutófagos conformados por los calderones, los cachalotes pigmeos y enanos (*Kogia sp.*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y la falsa orca (*Pseudorca crassidens*). Los tursiones se tomaron como un grupo aparte por la presencia de grupos oceánicos y costeros no diferenciados en este trabajo y que presentan hábitos alimenticios distintos (Díaz-Gamboa, 2003; Gannon y Waples, 2004). Como los calderones son la tercera especie en importancia, luego de los delfines comunes y los tursiones, también se decidió realizarle los mismos análisis que a los ictiófagos (delfín común), teutófagos y tursiones, para ver si estos marcaban la tendencia dentro del grupo de los teutófagos. El análisis se hizo por separado para cada temporada (cálida y templada); realizándose a cada serie de datos (cuadrantes y estratos) una prueba de ajuste a una distribución normal de Kolmogorov-Smirnov; como un gran número de series no pasó dicha prueba ($p > 0.05$) y para que luego fueran comparables los resultados, a todas las series se les realizó un análisis de correlación de Spearman (Zar, 1996).

6. RESULTADOS

6.1. Variables ambientales

En del área de estudio, el promedio de la temperatura superficial del mar para todo el periodo analizado fue de 24.8°C, con una mínima de 19°C y una máxima de 31°C (Fig.4). Se observa un ciclo anual en los cambios de temperatura, con dos temporadas bien definidas (Fig. 5): una templada (TSM < 24.8°C) que va de diciembre a mayo y una cálida (TSM > 24.8°C) que va de junio a noviembre. La clorofila superficial presentó para todo el periodo de estudio un promedio de 0.856 mg/m³, con un mínimo de 0.19 mg/m³ y un máximo de 1.718 mg/m³ (Fig. 4), con un periodo de elevada productividad durante la temporada templada y uno de baja productividad durante la temporada cálida. Cabe señalar el quiebre en la caída de la productividad al inicio de la temporada cálida y/o final de la templada (abril-junio), representado por uno o dos picos de productividad de menor magnitud que los observados al comienzo de la temporada templada (Fig. 4 y 5).

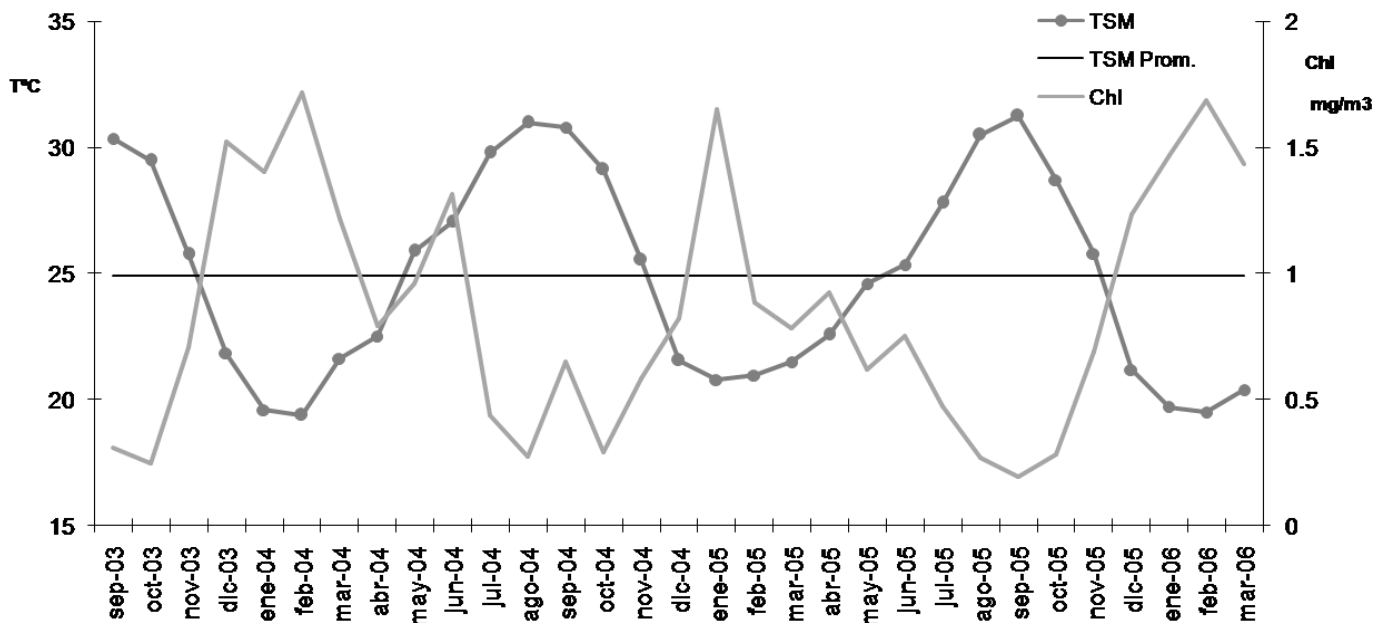


Figura 4: Promedios mensuales de temperatura superficial del mar (TSM) y clorofila superficial (Chl) dentro del área de estudio para el periodo septiembre 2003-marzo 2006 y promedio de TSM para todo el periodo.

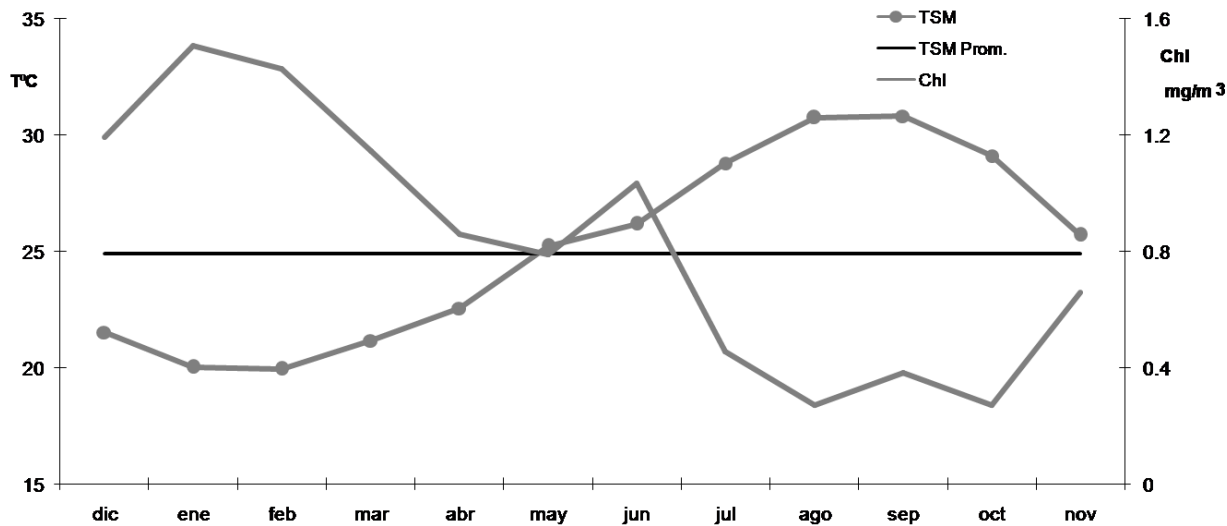


Figura 5: Año tipo del área de estudio para TSM y Chl.

6.2. Variables de la comunidad de odontocetos

Se recorrieron un total de 7325.5 km entre septiembre del 2003 a marzo del 2006, (Fig. 3), en los que se observaron 30,201 organismos en 352 avistamientos, identificándose un total de 10 especies que se agrupan en tres de las cinco familias del Suborden Odontoceti (Tabla 3).

Tomando en cuenta la distribución de la abundancia (Fig.6; Tabla 4) se puede observar los atributos de una comunidad: si consideramos el número de avistamientos (encuentros) las especies más frecuentes de observar fueron los tursiones seguidos por los delfines comunes (ambas especies de ahora en adelante) y en menor medida por los calderones y los cachalotes pigmeos; por el contrario, si tenemos en cuenta el número de organismos la especie más abundante fueron los delfines comunes seguida por los tursiones y en menor medida los calderones. Por otra parte, si transformamos la abundancia de números de organismos a biomasa aportada por cada especie, podemos ver que los delfines comunes y los tursiones son las especies que aportan la mayor biomasa, cobrando mayor importancia los calderones y los cachalotes. Al integrar esta información en el IVI se catalogaron como especies dominantes al delfín común y al tursión, como comunes al calderón y las kogias, como escasas los cachalotes y las orcas, y como raras a la falsa orca y al delfín de costados blancos del Pacífico (Tabla 4). En el análisis temporal y espacial de la comunidad, consideramos a los calderones, junto con los delfines comunes y los tursiones, como un elemento importante dentro de la comunidad por ser el tercero en cuanto a dominancia (luego de los delfines comunes y el tursiones).

Tabla 3: Listado taxonómico de las especies observadas en el presente estudio.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Physeteridae	<i>Physeter. macrocephalus</i>	Cachalote
Kogiidae	<i>Kogia. breviceps</i>	Cachalote pigmeo (Kogia)
	<i>K. sima</i>	Cachalote enano (Kogia)
Delphinidae	<i>Delphinus. capensis</i>	Delfín común rostro largo
	<i>D. delphis</i>	Delfín común rostro corto
	<i>Tursiops. truncatus</i>	Tursión
	<i>Lagenorhynchus. obliquidens</i>	Delfín costados blancos.
	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Calderón de aletas cortas
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca
	<i>Orcinus orca</i>	Orca

Tabla 4: Número de avistamientos (na), número de organismos (n), biomasa (kg), número de temporadas presentes (temp.) valor del índice de valor de importancia (IVI) y categorías.

Especies	na	n	kg	temp.	I.V.I.	Categorías
Delfín común	107	21,251	3,187,650	6	239.0	Dominantes
Tursión	187	7,861	2,358,300	6	207.3	
Calderón	18	786	1,021,800	6	120.0	Comunes
Delfines	15	107	24,075	6	104.9	
Kogia	15	18	5,400	6	104.4	
Cachalote	6	66	1,584,000	3	70.9	Escasas
Orca	3	17	64,600	3	51.7	
Falsa orca	1	65	78,000	1	18.1	Raras
Delfín costados blancos	1	30	4,500	1	17.1	
Totales	353	30201	8,328,325	6		

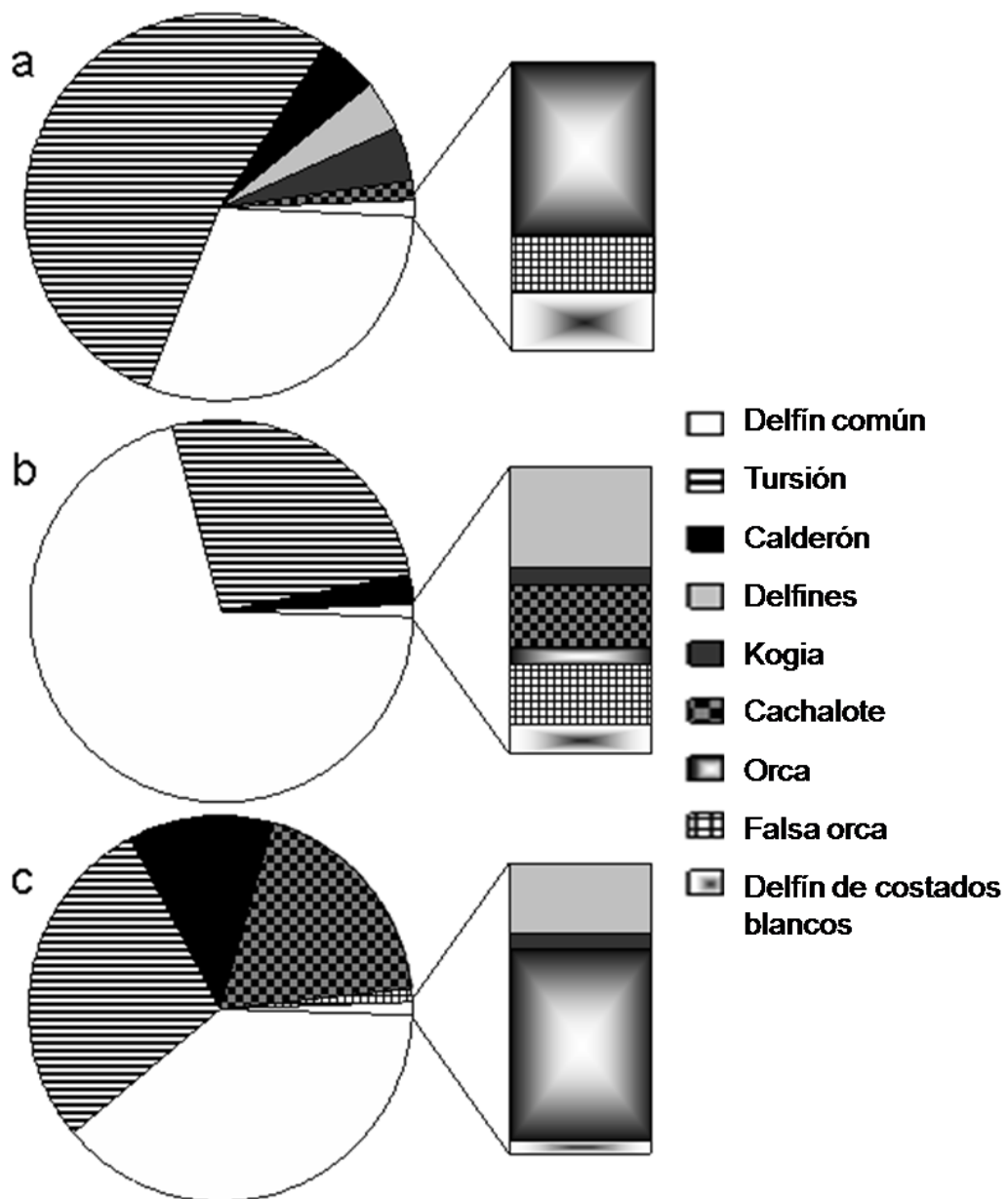


Figura 6: Distribución de la abundancia total, número de avistamientos (a), número de organismos (b) y biomasa (c) por especie.

6.3. Variación temporal de la comunidad

Al observar la variación mensual en el año tipo, de las abundancias relativas de las tres especies más importantes dentro de la comunidad (delfín común, tursión y calderón) presentaron un desfase temporal de aproximadamente un mes con respecto a los picos de Chl, el cual fue significativo únicamente para el delfín común (Fig. 7; $r = 0.77$, $p = 0.006$).

La estructura de la comunidad presentó un dinamismo temporal representado en los cambios en los números poblacionales (distribución de la abundancia) de las especies que la conforman (Fig. 8), afectando el patrón de dominancia de la comunidad (Fig. 9); siendo más evidente en las especies dominantes (Fig.10); como el delfín común, que es más abundante durante la temporada templada, mientras que los tursiones y los calderones lo son en la cálida. Aunque no se observaron diferencias significativas en los índices de diversidad entre temporadas (*Simpson*: $F = 4.359$, $p = 0.105$; *Shannon-Wiener*: $H = 1.19$, $p = 0.4$), estos presentaron un patrón temporal de co-variación junto con la equidad (Fig. 11), observándose generalmente una mayor diversidad y equidad durante la estación cálida y una mejor distribución de la abundancia entre las especies dominantes (Fig. 12).

Al extraer y ordenar temporalmente los avistamientos que presentaron comportamiento alimenticio (Tabla 5), se puede observar que durante la temporada cálida predominan especies preferentemente teutófagas (ej. cachalotes y calderones), mientras que durante la temporada templada predominan las especies ictiófagas como el delfín común. A su vez se ha observado que en un 40% de dichos avistamientos había aves marinas asociadas, probablemente también ictiófagas, coincidiendo con la abundancia del recurso alimenticio.

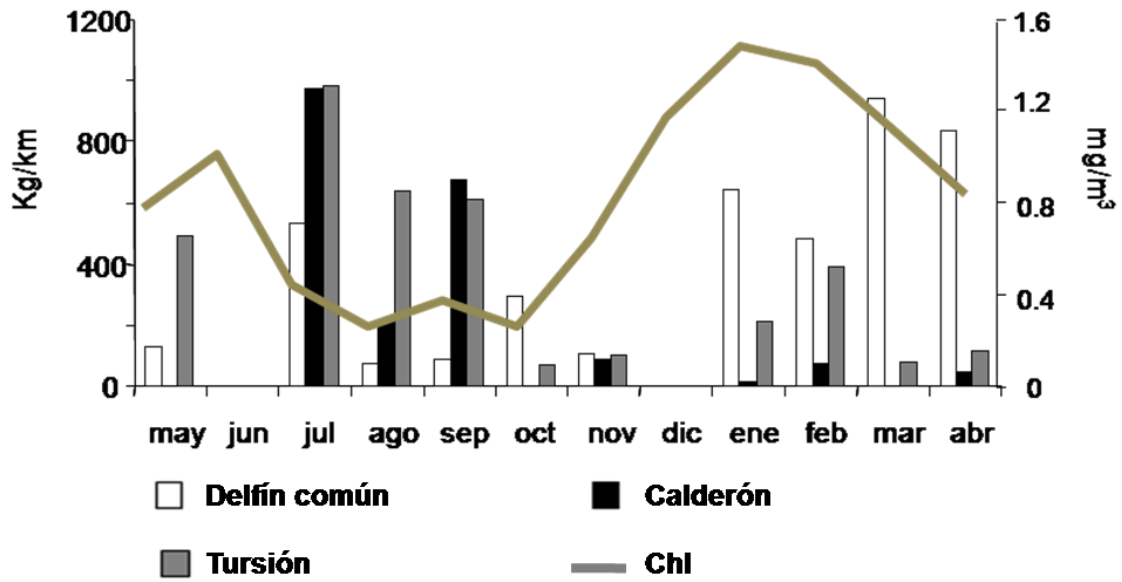


Figura 7: Variación mensual en el año tipo de la abundancia relativa (biomasa) de delfines comunes, tursiones y calderones y promedio mensual de Chl.

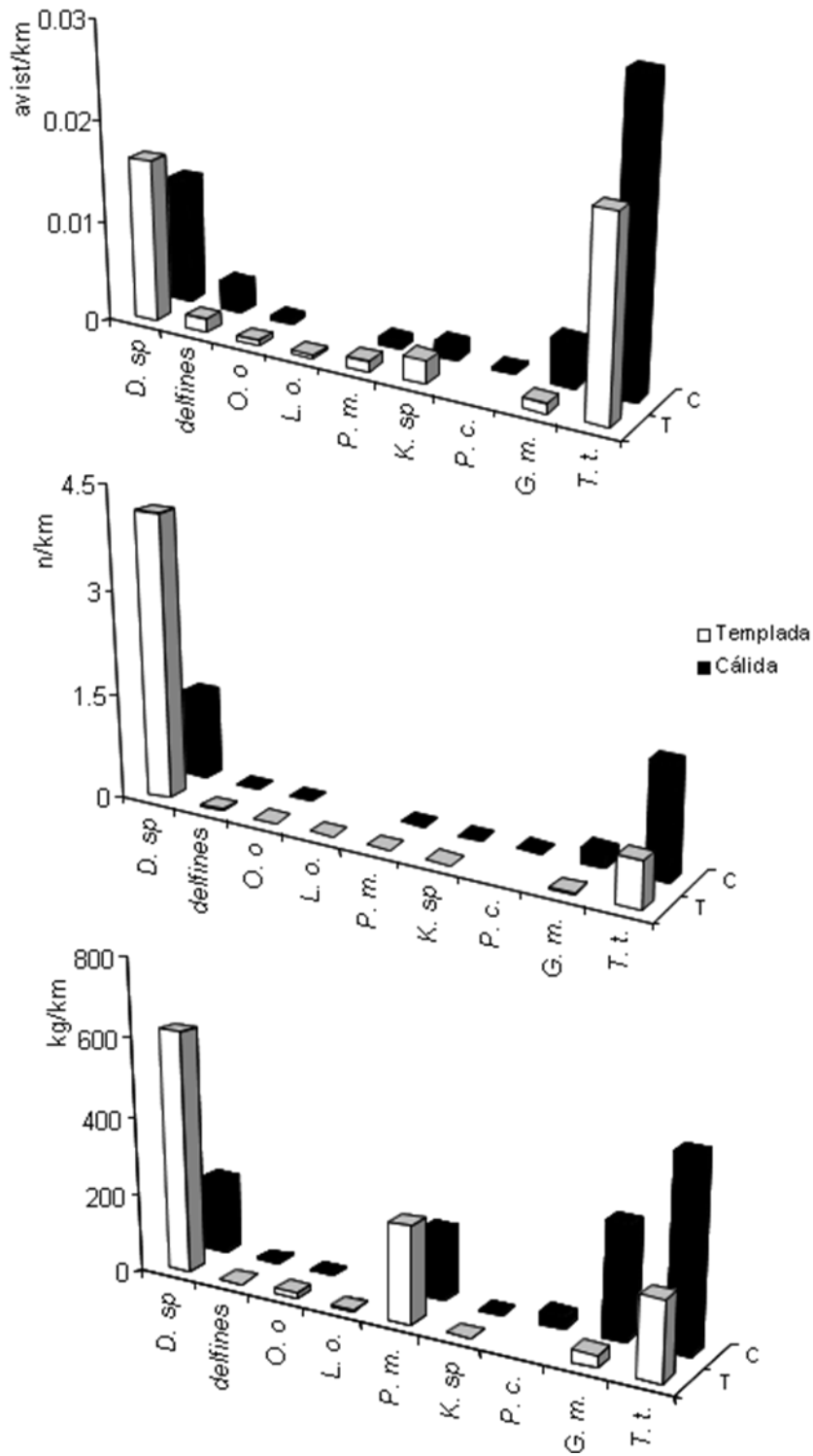


Figura 8: Distribución de la abundancia por temporada (templada y cálida) por especie; a) número de avistamientos, b) número de organismos y c) biomasa; delfín común (*D.sp.*), tursión (*T.t.*), calderón (*G.m.*), Kogia (*K.sp.*), cachalote (*P.m.*), orca (*O.o.*), falsa orca (*P.c.*) y delfín de costados blancos (*L.o.*).

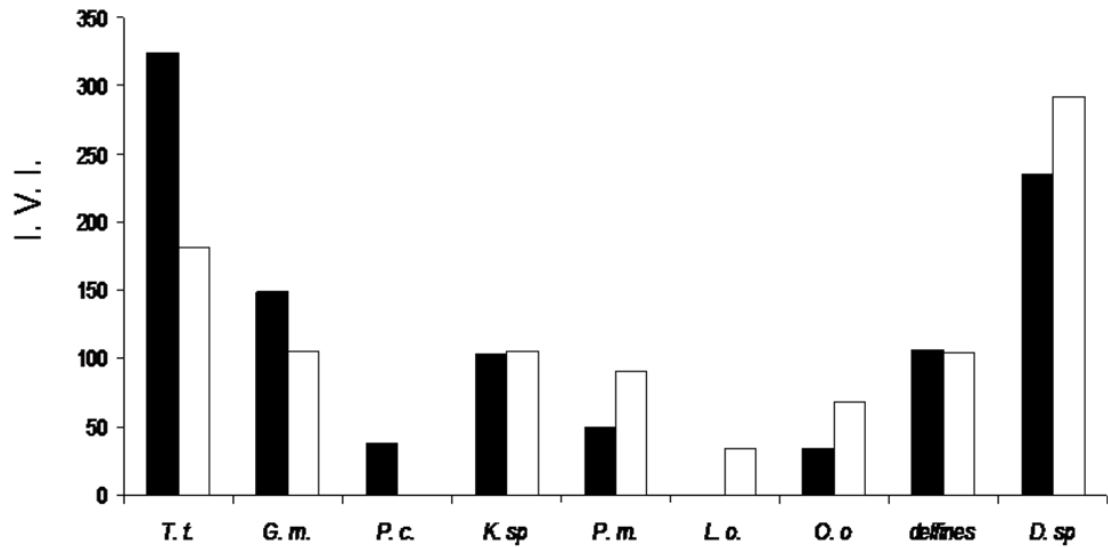


Figura 9: Variación por temporada del IVI (índice de dominancia) por especie para la temporada templada (blanco) y cálida (negro); delfín común (*D.sp.*), tursión (*T.t.*), calderón (*G.m.*), Kogia (*K.sp.*), cachalote (*P.m.*), orca (*O.o.*), falsa orca (*P.c.*) y delfín de costados blancos (*L.o.*).

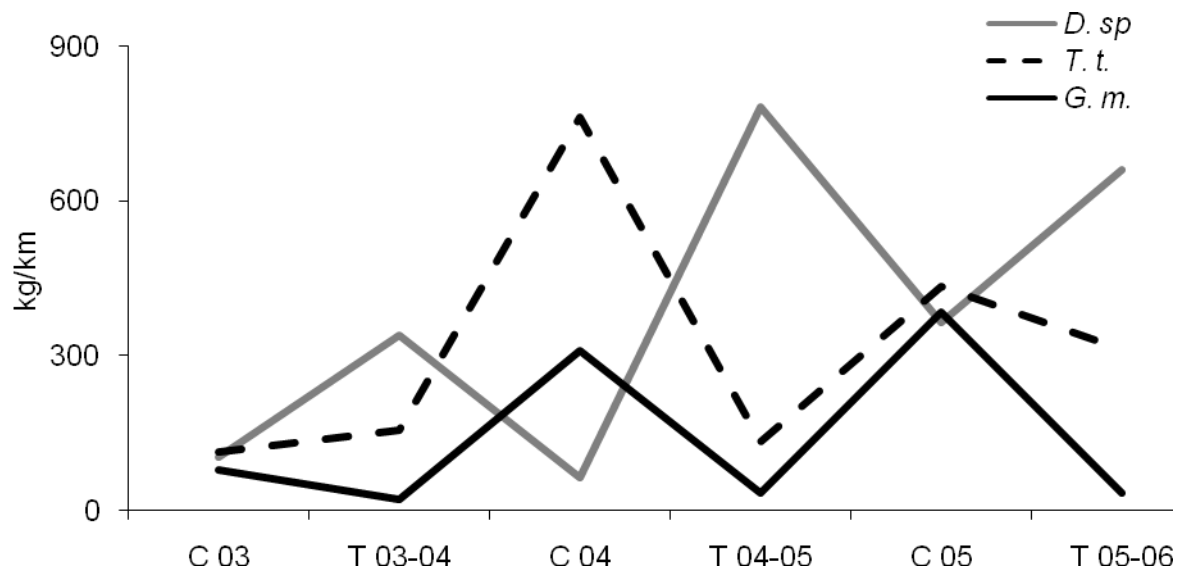


Figura 10: Variación por temporada (C: cálida y T: templada) de la biomasa del delfín común (*D.sp.*), tursión (*T.t.*) y calderón (*G.m.*).

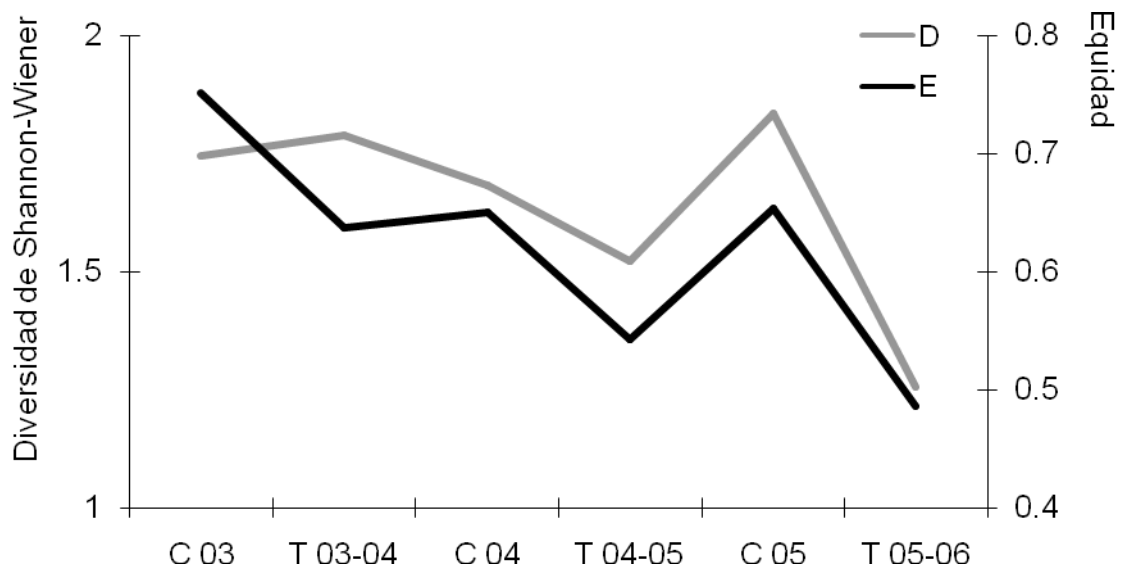
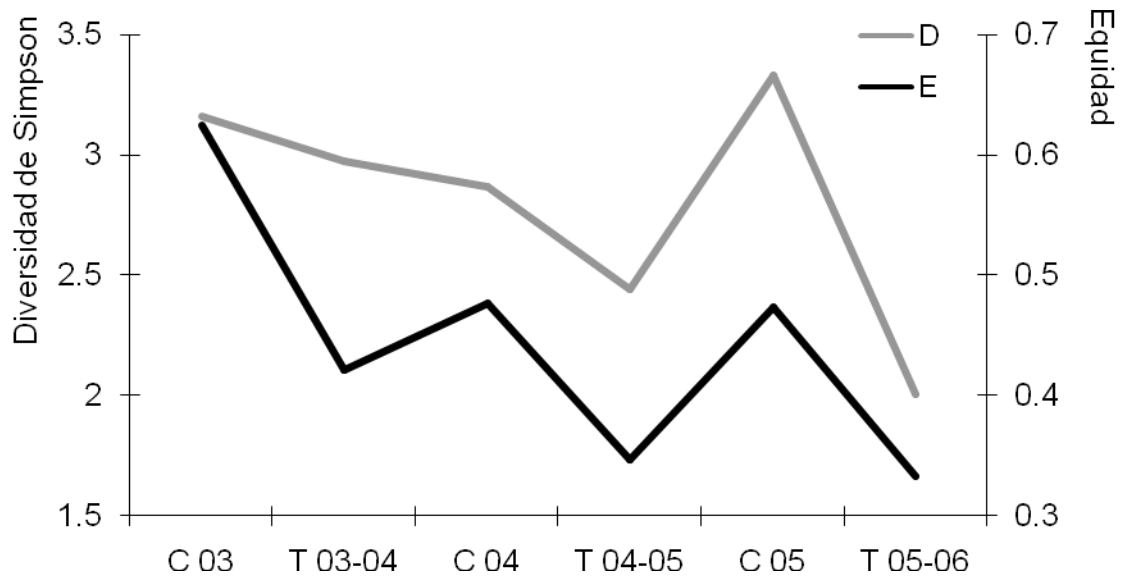


Figura 11: Variación por temporadas (2003-2006) de los índices de diversidad (D) y equidad (E).

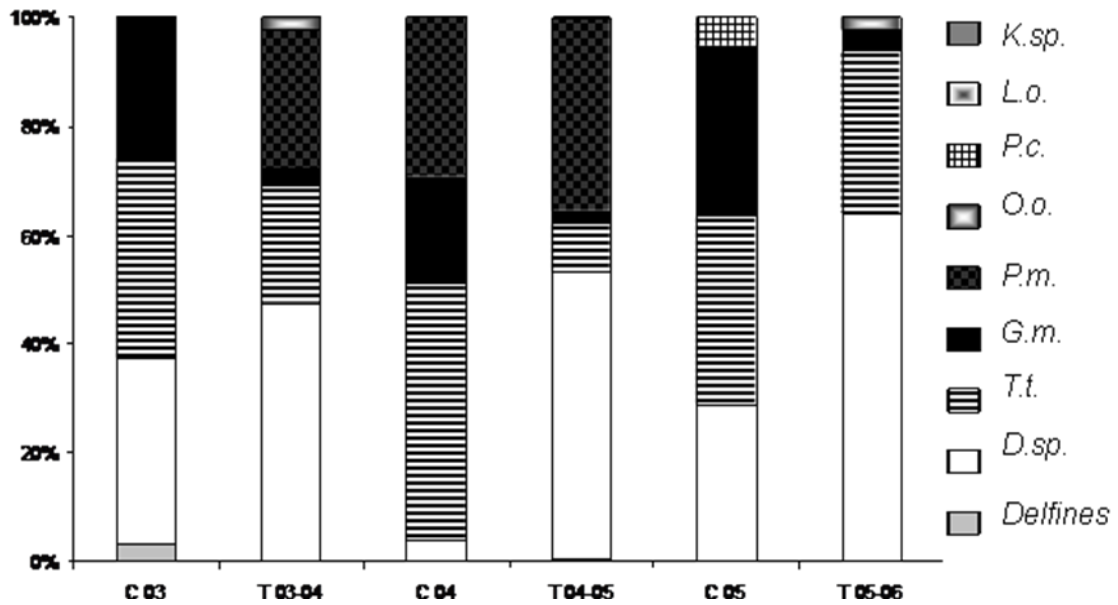


Figura 12: Distribución de la abundancia (% del total de biomasa) por temporada por especie; delfín común (*D.sp.*), tursión (*T.t.*), calderón (*G.m.*), Kogia (*K.sp.*), cachalote (*P.m.*), orca (*O.o.*), falsa orca (*P.c.*) y delfín de costados blancos (*L.o.*).

Tabla 5: Número de avistamientos con comportamientos alimenticio por temporada.

	Templada	Cálida
Delfín común (<i>D.sp.</i>)	18	3
Tursión (<i>T.t.</i>)	8	2
Delfines	0	1
Orcas	1	1
Cachalotes + <i>T.t.</i>	0	1
Falsa orca + calderón (<i>G.m.</i>) + <i>T.t.</i>	0	1
<i>T.t.</i> + <i>G.m.</i>	0	3
<i>T.t.</i> + <i>D.sp.</i>	1	0
Avistamientos totales	28	12
Aves asociadas (% del total de avistamientos)	40 %	0 %

6.3. Distribución espacial de la comunidad y uso del hábitat

Al comparar la relación de la distribución de la comunidad con respecto al ambiente obtenida a partir del análisis de cuadrantes y estratos ambientales (Tablas 6 y 7), se observa que en algunos casos las relaciones son coincidentes (presentan el mismo signo) mientras que en otras no (presentan signo contrario), presentándose la mayor contradicción con Chl durante la estación cálida (Tabla 6).

Para la temporada cálida (Fig.13; Tabla 6) la profundidad y pendiente del suelo oceánico fueron las variables ambientales con más peso entre los teutofagos, con una mayor presencia en áreas de plataforma (200 m) o en sus proximidades (Fig. 13 y 15). Los tursiones por otro lado presentaron una tendencia positiva con Chl y m, mientras que, Los ictiófagos no presentaron ninguna preferencia ambiental durante esta temporada (Tabla 6). Durante la temporada templada (Fig.14; Tabla 7), los ictiófagos presentaron una tendencia negativa con std TSM y los teutófagos presentaron una relación directa con la TSM, BTM y m, mientras que los calderones solo la presentaron con BTM y m (Tabla 7).

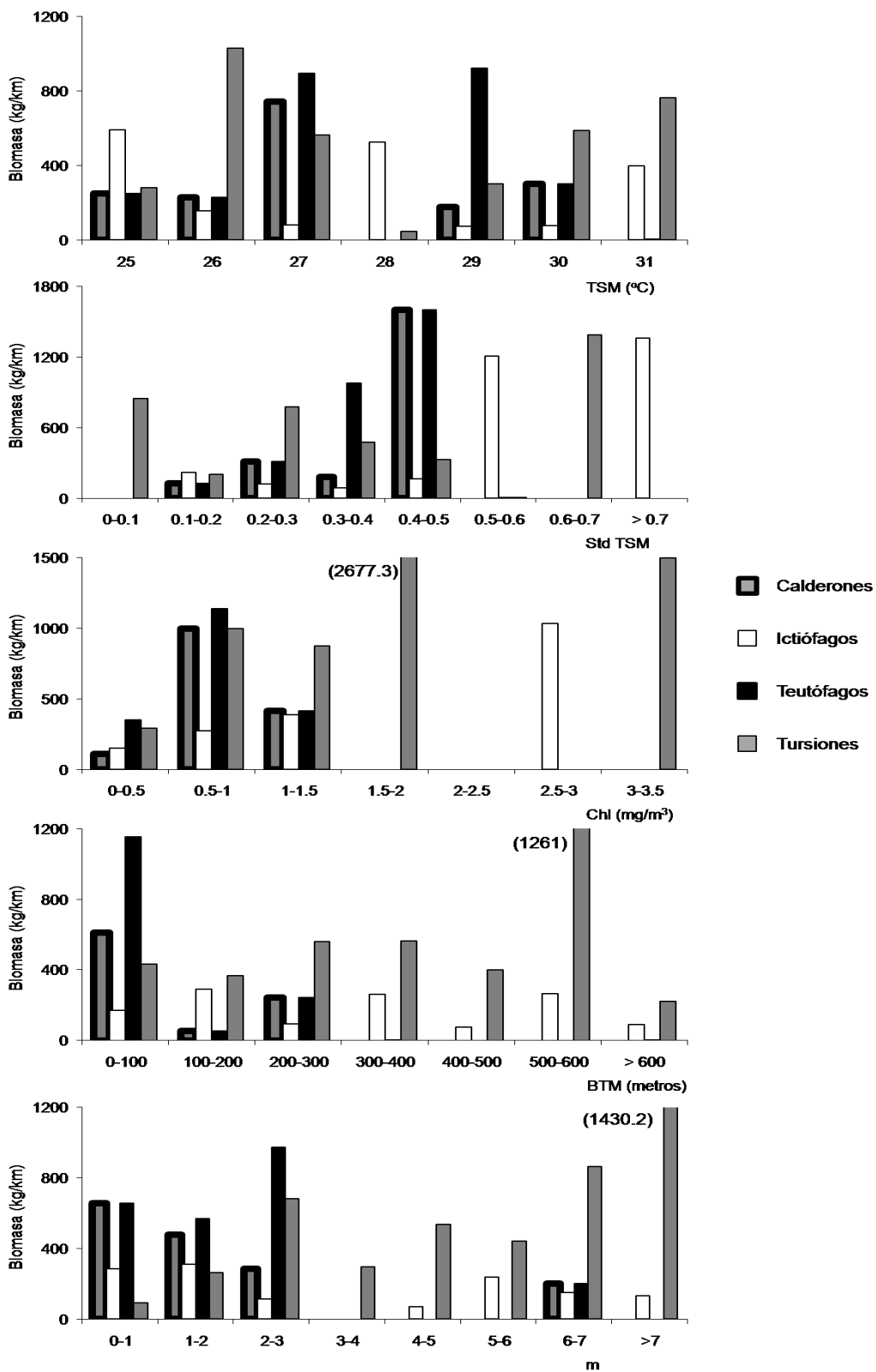


Figura 13: Distribución de la biomasa por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada cálida.

Tabla 6: Correlación de Spearman entre tursiones (*T.t.*), calderones (*G.m.*), ictiófagos y teutófagos con variables ambientales por cuadrantes y por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (Std), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada cálida; los valores resaltados en gris son los que se tuvieron en cuenta para la interpretación de los datos.

Cuadrante		Ict	Teu	Tt	Gm
TSM	r	0.053	0.051	0.075	0.033
	p	0.421	0.446	0.258	0.62
Std	r	-0.02	0.074	0.046	0.0525
	p	0.75	0.264	0.488	0.429
Chl	r	-0.079	0.163	0.205	0.176
	p	0.235	0.01	0.001	0.007
BTM	r	-0.0553	-0.0932	0.0808	-0.143
	p	0.405	0.16	0.223	0.03
m	r	-0.0109	-0.113	0.139	-0.127
	p	0.869	0.08	0.03	0.05

Estrato		ict	teu	Tt	Gm
TSM	r	-0.429	-0.036	0.25	-0.378
	p	0.33	0.94	0.59	0.4
Std	r	0.407	-0.244	-0.357	-0.304
	p	0.29	0.537	0.353	0.423
Chl	r	-0.222	-0.788	-0.018	-0.788
	p	0.602	0.02	0.90	0.02
BTM	r	-0.357	-0.847	-0.0357	-0.867
	p	0.38	0.006	0.9	0.006
m	r	-0.31	-0.672	0.833	-0.748
	p	0.42	0.05	0.005	0.02

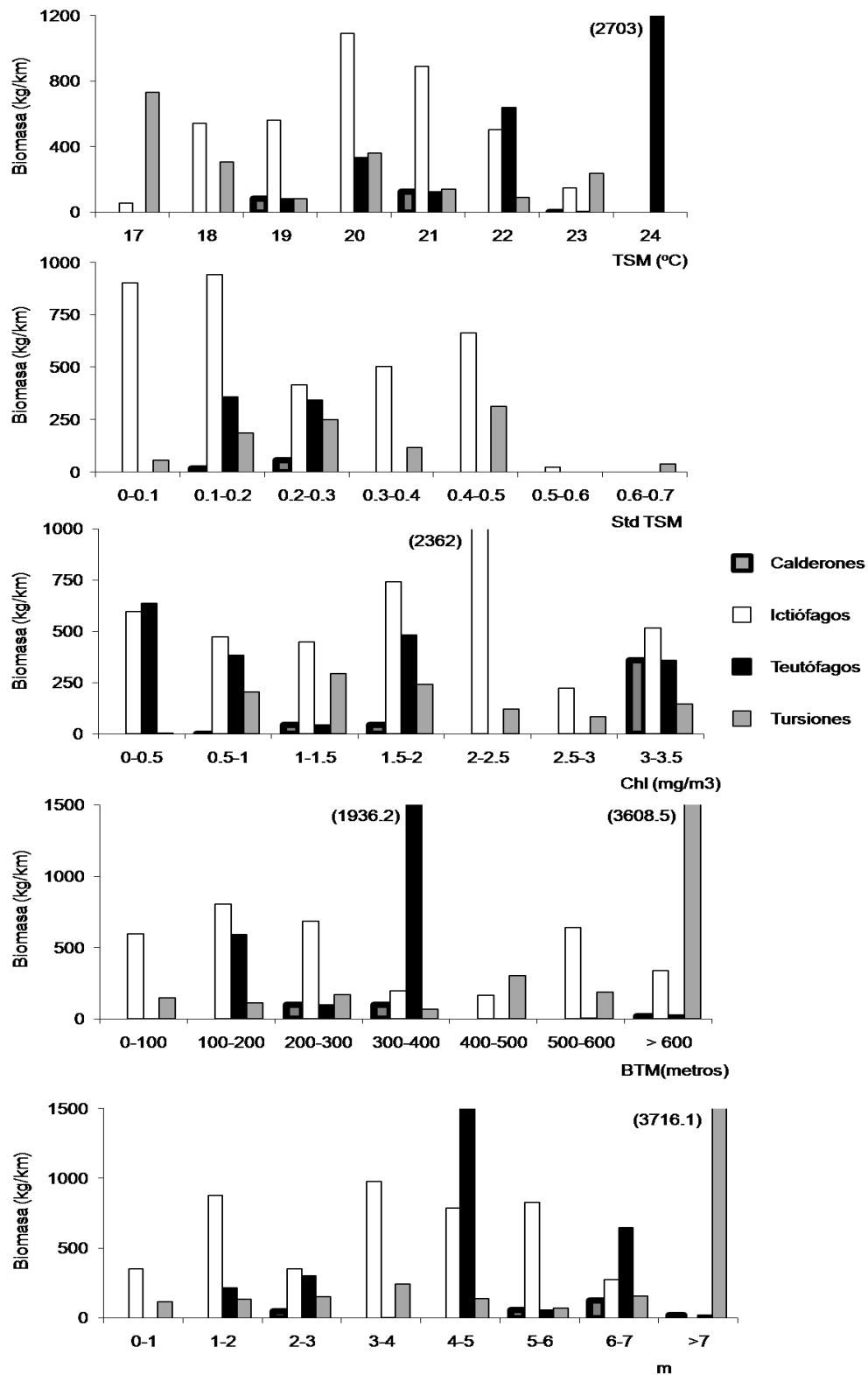


Figura 14: Distribución de la biomasa por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada templada.

Tabla 7: Correlación de Spearman entre tursiones (*T.t.*), calderones (*G.m.*), ictiófagos y teutófagos con variables ambientales por cuadrantes y por estrato ambiental de temperatura superficial del mar (TSM), su desviación estándar (Std TSM), clorofila superficial (Chl), profundidad (BTM) y pendiente del fondo (m) para la temporada templada; los valores resaltados en gris son los que se tuvieron en cuenta para la interpretación de los datos.

Cuadrante		lct	Teu	<i>T.t.</i>	<i>G.m.</i>
TSM	<i>r</i>	-0.07	0.09	-0.13	0.004
	<i>p</i>	0.343	0.211	0.0787	0.954
Std	<i>r</i>	-0.0932	-0.0469	0.00428	0.00355
	<i>p</i>	0.209	0.528	0.954	0.962
Chl	<i>r</i>	0.0302	-0.0375	0.0165	0.0765
	<i>p</i>	0.684	0.613	0.824	0.301
BTM	<i>r</i>	-0.0146	0.228	0.00615	0.151
	<i>p</i>	0.844	0.001	0.934	0.04
m	<i>r</i>	-0.0271	0.219	0.0687	0.161
	<i>p</i>	0.715	0.002	0.353	0.02

Estrato		lct	Teu	<i>T.t.</i>	<i>G.m.</i>
TSM	<i>r</i>	-0.286	0.731	-0.643	0.109
	<i>p</i>	0.45	0.04	0.06	0.78
Std	<i>r</i>	-0.821	-0.49	-0.357	-0.445
	<i>p</i>	0.01	0.217	0.388	0.297
Chl	<i>r</i>	-0.0714	-0.607	-0.0357	0.259
	<i>p</i>	0.843	0.121	0.905	0.545
BTM	<i>r</i>	-0.429	0	0.714	0.158
	<i>p</i>	0.297	0.968	0.054	0.72
m	<i>r</i>	-0.476	0.286	0.5	0.609
	<i>p</i>	0.207	0.46	0.182	0.086

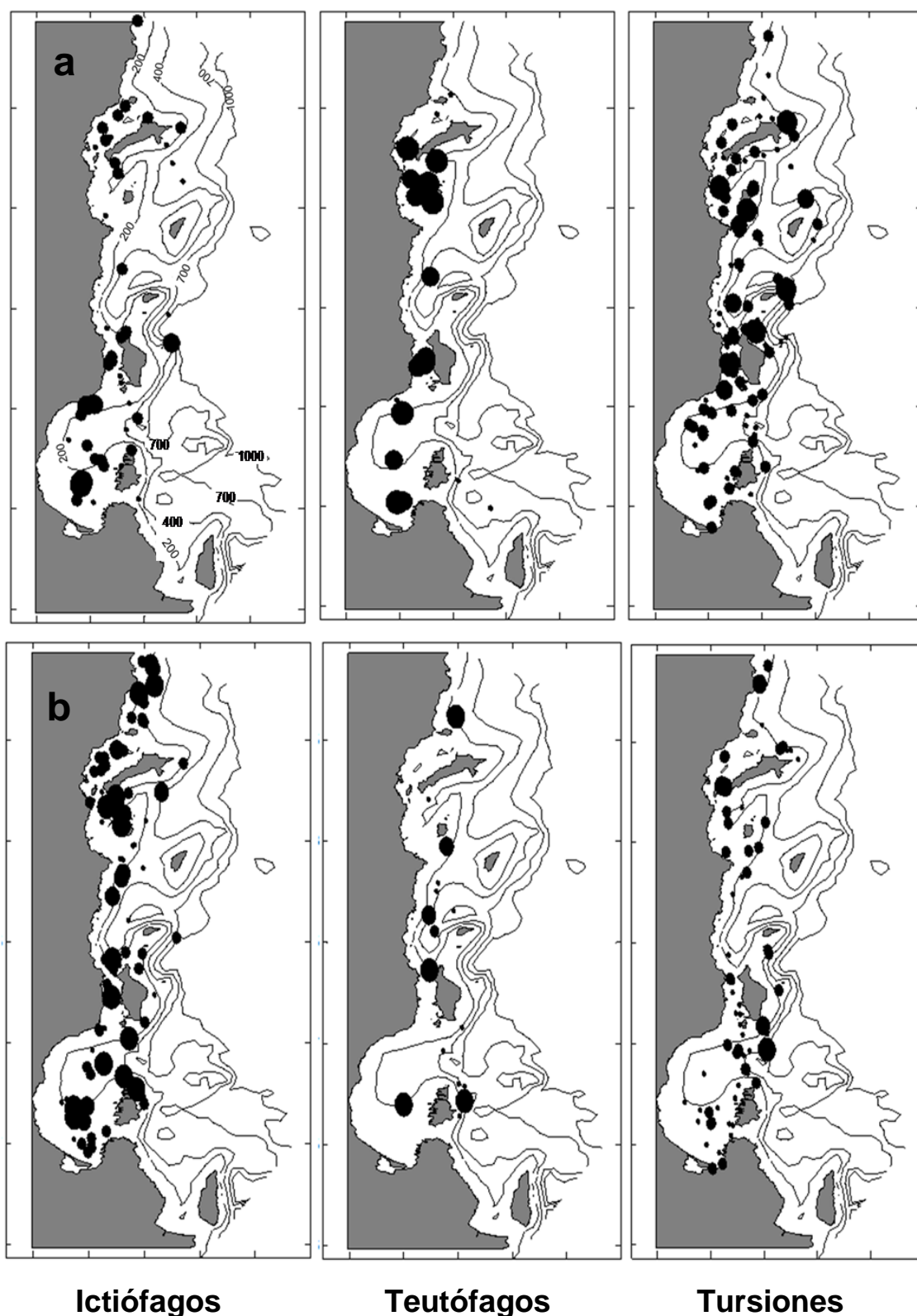


Figura 15: Distribución de los avistamientos de ictiófagos, teutófagos y tursiones (*T.t.*), por temporada: cálida (a) y templada (b); tamaño de los círculos acorde a la biomasa de las especies.

7. Discusión

7.1. Aspectos generales de la Comunidad de odontocetos

En la Bahía de La Paz y zona oceánica adyacente, se ha registrado un total de 20 especies de odontocetos (Urbán *et al.*, 1997); 10 más de las que se incluyen en el presente trabajo (Tabla 3); sin embargo, de cuatro especies solo se tienen registros de varamiento y a tres más se les conoce únicamente por un avistamiento. Trabajos previos con metodologías similares dentro del área, han reportado un total de 6 y 9 especies de odontocetos (Flores *et. la.*, 1996 y Alba-Fernández, 1997; respectivamente), de estas últimas todas fueron observadas en el presente estudio (Tabla 8). Esta diferencia en el número de especies con ambos trabajos podría deberse a: 1) experiencia de los observadores en la identificación taxonómica de las especies, 2) diferencias en el tamaño del área de estudio, los trabajos previos solo incluyen a Bahía de La Paz, mientras que el presente trabajo comprende un área mucho mayor y por ende presenta un mayor número de ambientes disponibles para ser aprovechados por los odontocetos y 3) diferencias en las condiciones oceanográficas presentes en cada ventana temporal observada (1988-1995 vs 2003-2006). Por lo anterior, podemos decir que en la zona de estudio la riqueza de los odontocetos es en general menor a 10 especies y que el resto de las especies registradas son sólo visitantes ocasionales que ingresan al área durante condiciones oceanográficas específicas, relacionadas con variaciones ambientales de mayor escala como la interanual y decadal.

Tabla 8: Listado taxonómico de las especies observadas en: a) el presente estudio, b) en Flores-Ramírez *et al.*, (1996) y c) en Alba-Fernández (1997)

Nombre común	a	b	c
Cachalote	X		X
Cachalote pigmeo (<i>Kogia</i>)	X		
Cachalote enano (<i>Kogia</i>)	X		X
Delfín común rostro largo	X	X	X
Delfín común rostro corto	X		X
Tursión	X	X	X
Delfín costados blancos.	X	X	X
Calderón de aletas cortas	X	X	X
Falsa orca	X	X	X
Orca	X	X	X

Al igual que en trabajos previos dentro del área, el delfín común y el tursión fueron las especies dominantes en la comunidad de odontocetos, producto de su mayor abundancia relativa y presencia continua (Fig. 6; Tabla 4). Las especies del género *Delphinus* son los odontocetos más abundantes en el Golfo de California (Urbán, 1983; Aguayo *et al.*, 1986; Salinas y Bourillon, 1988; Vidal *et al.*, 1993); en el presente estudio las especies de este género no fueron las más frecuentemente observadas, sin embargo, sí fueron las más abundantes debido principalmente a que se encontraron grupos muy numerosos, que en algunos casos sobrepasaban los miles de individuos. Los tursiones por el contrario, fueron más frecuentemente observados debido a la presencia de pequeños grupos locales del ecotipo costero, que utiliza el área durante todo el año (Salinas, 2005). Ambas especies también se identificaron como elementos importantes dentro de la comunidad de odontocetos en otras áreas del Golfo de California, como el canal de Ballenas (Tershy *et al.*, 1991), Bahía de Banderas (Moncada, 2005) y en el extremo sur-oriental de la península (Trovo-Vega, 2006).

Por lo anterior, y considerando estudios realizados en regiones adyacentes al Golfo de California, observamos que la comunidad de odontocetos dentro del golfo es similar a la reportada en otras áreas del Pacífico oriental tropical (Au y Perryman; 1985; Polacheck, 1987; Reilly y Fiedler, 1994; Ballance, *et al.*, 2006) incluyendo las islas Galápagos (Smith y Whitehead, 1999; Palacios, 2003); donde con excepción de algunas áreas oceánicas en las que predominan las especies del género *Stenella*, los tursiones y los delfines comunes son especies muy frecuentes de observar seguidos por el delfín de Risso (*Grampus griseus*) y los calderones. Hacia el norte frente a las costas de California, los tursiones y los delfines comunes también se han identificaron como componentes importantes dentro de la comunidad de odontocetos (Bearzi, 2005b); sin embargo, la comunidad presente en aguas más oceánicas de la Corriente de California (Keiper *et al.*, 2005), es muy diferente, ya que los odontocetos más abundantes y frecuentes de observar son la marsopa de Dall (*Phocoenoides dalli*), el delfín de costados blancos y la marsopa común (*Phocoena phocoena*). Por tal razón podemos decir que la comunidad de odontocetos presente en el área de estudio y en el golfo en general, tiene características de una comunidad nerítica con afinidad templado-tropical, como consecuencia de las características ambientales más sobresalientes del Golfo de California como ser un mar marginal ubicado en la franja transicional templado-tropical del Pacífico oriental.

7.2. Variación temporal de la comunidad de odontocetos

Mensualmente se observa un desfase temporal entre los picos de productividad y la presencia de odontocetos en nuestros resultados (Fig.7), con aproximadamente un mes de desfase para el delfín común ($r = 0.77$, $p = 0.006$). Este desfase temporal también puede observarse en los resultados obtenidos por Flores-Ramírez *et al.*, (1996; Fig. 16); con una mayor presencia de odontocetos generalmente durante los periodos de transición entre ambas temporadas, que es cuando observa una mayor diversidad de cetáceos. Este fenómeno también ha sido documentado con tursiones por Salinas (2005) para el área de bahía de La Paz y con mamíferos marinos en otras áreas del Pacífico mexicano como Bahía Magdalena (Mercuri, 2007). Este desfase temporal en el

desarrollo del ecosistema es de esperarse ya que los productores primarios y los cetáceos representan extremos opuestos en las trama trófica marina, planteando que, los picos de productividad al comienzo de cada temporada (templada y cálida) son apenas el inicio de la trama trófica presente en cada una de ellas.

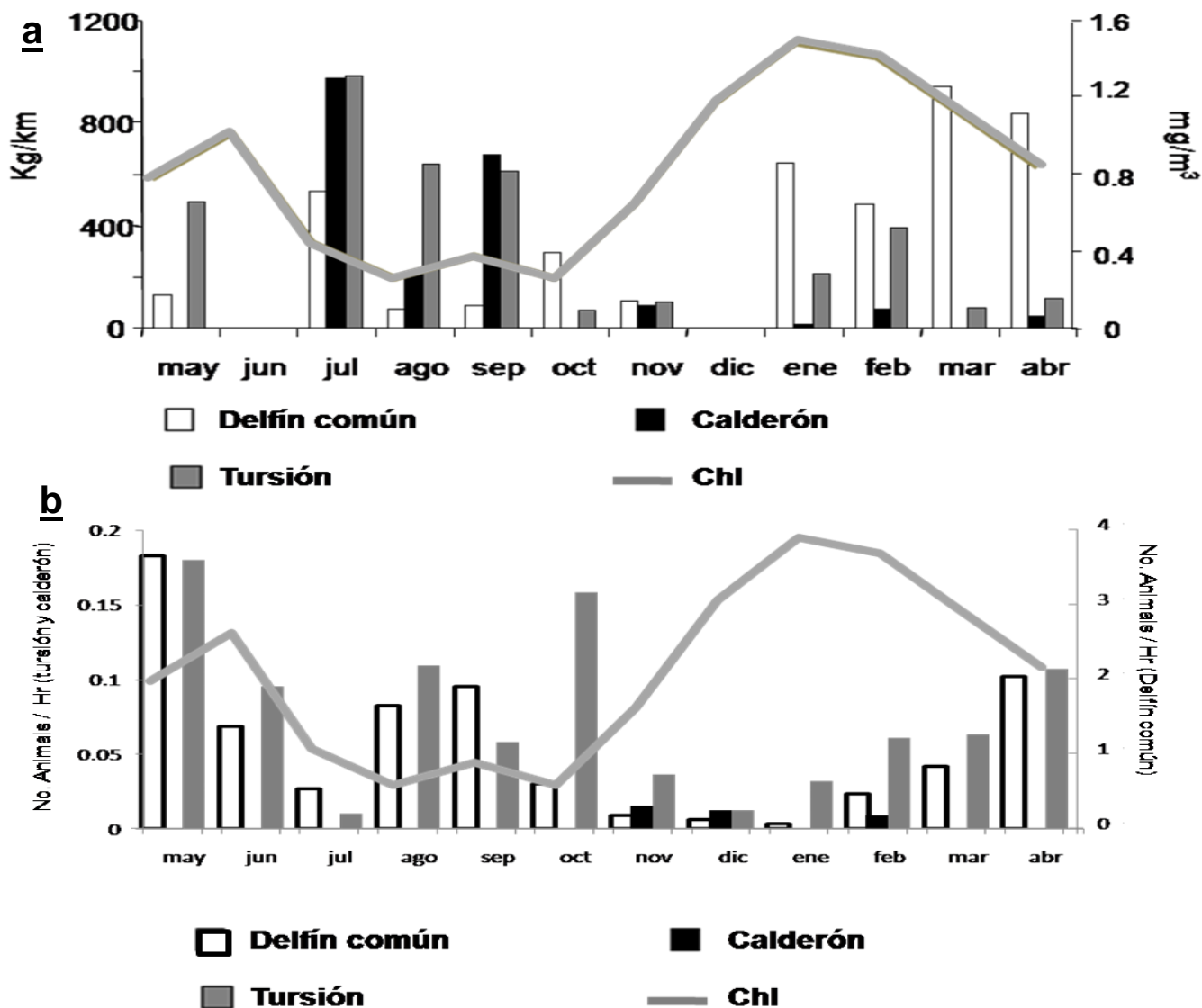


Figura 16: a) Variación mensual de la abundancia relativa (biomasa) de delfines comunes, tursiones y calderones y promedio mensual de Chl del presente trabajo; b) variación mensual de abundancia relativa de odontocetos extraído y modificado de Flores-Ramírez *et al.*, (1996); temporada cálida (mayo-noviembre) y templada (diciembre-abril).

Estacionalmente la estructura de la comunidad fue dinámica, debido a cambios en la dominancia (Fig. 9) y diversidad (Fig. 11), como respuesta a la variación en los números poblacionales (abundancia y presencia) de las especies dominantes y comunes, así como la presencia o ausencia de las especies escasas y raras (Fig. 8, 10 y 12). Se ha documentado que la variabilidad estacional e interanual en las condiciones oceanográficas afectan la presencia y distribución de los mamíferos marinos, mediado principalmente por los cambios en la abundancia y disponibilidad de sus principales presas (Hooker *et al.*, 2002; Lusseau, *et al.*, 2004; Keiper *et al.*, 2005; Learmonth *et al.*, 2006). En ese sentido, la marcada variabilidad ambiental presente en el área de estudio (Fig. 4 y 5), como consecuencia de los fenómenos oceanográficos que ocurren en aguas del Golfo de California (Fig. 1), sería la causa de los cambios estacionales en la presencia y abundancia de las especies dominantes y comunes de odontocetos, mediada por cambios en la abundancia y disponibilidad estacional de sus principales presas.

*Durante la temporada cálida se observa un aumento en la presencia de tursiones y calderones (Fig. 8, 10 y 12), que se traduce en un incremento en su dominancia dentro de la comunidad de odontocetos (Fig. 9), este aumento en la presencia de ambas especies para dicha temporada también ha sido observada por Flores-Ramírez et al., (1996) y Alba-Fernández (1997). Para el caso de los tursiones se han identificado ambos ecotipos dentro del área de estudio: el costero, con poblaciones locales identificadas para Bahía de La Paz y el oceánico, identificado como grupo en tránsito (Salinas, 2005); en este sentido, una mayor presencia de tursiones puede corresponder al ingreso del ecotipo oceánico. Este aumento en los números poblacionales de ambas especies coincide con el aumento en las concentraciones de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) frente a las costas de Baja California Sur debido a sus desplazamientos estacionales en aguas del Golfo (Klett, 1996; Brito-Castillo *et al.*, 2000; Morales-Bojórquez *et al.*, 2001; Markaida y Sosa, 2003), por lo que ambas especies (tursiones oceánicos y calderones) seguramente ingresan al área siguiendo al calamar durante su migración, por ser el principal componente de su dieta (Clarke, 1996; Walker *et al.*, 1999, Reeves, *et al.*, 2002; Díaz-Gamboa, 2003; Gannon y Waples, 2004); adicionalmente durante*

dicha temporada la mayoría de los avistamientos con comportamiento alimenticio (Tabla 5), son de especies con preferencia por una dieta teutófaga como calderones, cachalotes, falsa orcas y tursiones (Clarke, 1996; Reeves, *et al.*, 2002). Por lo que podemos decir que durante la estación cálida y menos productiva predomina una comunidad teutófaga.

Durante la temporada templada se observó un incremento en la presencia de delfines comunes (*D. sp.*) (Fig. 8, 10 y 12), aumentando su dominancia dentro de la comunidad (Fig. 9). Los miembros de este género depredan generalmente sobre cardúmenes de pelágicos menores como sardinas o anchovetas, (Young y Cockcroft, 1994; Dos Santos y Haimovici, 2001; Reeves, *et al.*, 2002; Sanino *et al.*, 2003; Santos *et al.*, 2004; Meyner, 2004; Pusineri *et al.*, 2007); recurso muy abundante en esta temporada, debido a sus movimientos estacionales en aguas del golfo (Hammann *et al.*, 1998). A su vez, durante esta temporada, la mayoría de los avistamientos con comportamiento alimenticio correspondieron a delfines comunes (Tabla 5) y en el 40% de los mismos se observaron aves ictiófagas asociadas como *Sula sp.*, *Pelecanus occidentalis*, *Fregata magnificens* y *Sterna sp.*, mientras que en la estación cálida no se observaron aves asociadas (Tabla 5). Las aves marinas son un componente importante de los ecosistemas marinos (Hunt y Schneider, 1987) y debido a su dependencia de la presencia de peces, algunas especies son consideradas un buen indicador de su abundancia (Cairns, 1987; Velarde *et al.*, 2004). Por lo tanto, una mayor presencia de estos organismos asociados a odontocetos confirma la idea de una mayor abundancia de pelágicos menores. Por lo que podemos decir que durante la estación cálida y menos productiva predomina una comunidad ictiófaga.

Al comparar nuestros resultados con trabajos previos, se observan diferencias en el patrón estacional y presencia de las especies ictiófagas. En nuestros resultados, el delfín de costados blancos es una especie raramente observada; mientras que en los trabajos realizados a finales de los 80 y principios de los 90, aparenta haber sido más frecuentemente observado, principalmente hacia finales de la temporada templada (Aurióles *et al.*, 1989; Flores-Ramírez *et al.*, 1996; Alba-Fernández, 1997). El delfín de costados

blancos es una especie del Pacífico norte con afinidad por aguas templadas, muy abundante en la Corriente de California (Keiper *et al.*, 2005), incluyéndose al Gofa de California en su distribución más sureña en el Pacífico oriental (Reeves, *et al.*, 2002). Por otro lado, el delfín común (*D. sp.*) es la especie dominante de la comunidad de odontocetos, tanto en este trabajo como en el de Flores-Ramírez *et al.*, (1996), siendo más abundante en nuestro trabajo durante la temporada templada (Fig. 16), mientras que en el trabajo de Flores-Ramírez *et al.* (1996) lo es levemente durante la temporada cálida (Fig. 16).

Estas diferencias en la presencia y permanencia estacional de las especies ictiófagas con lo observado hace una dedada y media atrás, sugiere una relación con la variabilidad climática de mayor escala, como la interanual y decadal. En ese sentido, se han observado fuertes variaciones en la abundancia y presencia de *Balaenotera edeni* (Misticeto ictiófago) dentro del área estudio, relacionados con la variabilidad climática interanual del ENSO y posiblemente con los cambios de régimen, mediados por la presencia de presas como sardinas (Salvadeo *et al.*, 2007); a su vez, se han documentado movimientos faunísticos en la corriente de California, relacionados con la variabilidad del ENSO, observándose durante las condiciones frías de finales de los 80 y principios de los 90 una mayor presencia de especies Templadas en aguas tropicales (Lluch-Belda *et al.*, 2005). Por lo que las diferencias en la presencia estacional del delfín común puede deberse, al igual que con *B. edeni*, a la variabilidad climática del ENSO mediado por la presencia de presas como sardinas; mientras que con el delfín de costados blancos, las condiciones frías presentes en ese entonces, favorecería una distribución más sureña de esta especie, propiciando así un mayor ingreso de animales hacia el interior del Golfo de California.

7.3. Distribución espacial de la comunidad y uso de hábitat

Al comparar los valores de los coeficientes de correlación por cuadrantes y estratos ambientales, se observa que en algunos casos la relación entre la presencia de los animales y las características del ambiente es coincidente mientras que en otras no (Tablas 6 y 7), siendo un ejemplo extremo la relación con Chl durante la estación cálida donde en ambos casos la relación es significativa (Tabla 6). A su vez, en los casos coincidentes se observa que dependiendo del enfoque analítico la relación puede ser significativa en uno mientras que en el otro no. Esta diferencia observada en los resultados pueden deberse posiblemente a un problema de escalas y a las características propias de cada enfoque analítico.

Se ha observado que la definición de escalas es uno de los problemas en el análisis y comprensión de la distribución de cetáceos (Jaquet, 1996, Ballance *et al.*, 2006). Esto debido a que no se contemplan ciertos aspectos como: 1) la variabilidad espacial y temporal dentro del ecosistema marino y los fenómenos que en él ocurren; ejemplo de ello son los eventos de mesoescala como las surgencias costeras, que pueden afectar un área que va de los 5 a 100 km, (Jaquet, 1996), y 2) la gran movilidad de los cetáceos, cuyo rango de movimientos puede ir de los 10 a 100 km diarios (Ballance *et al.*, 2006). A su vez, se ha observado que los pelágicos mayores, entre los que destacan los cetáceos, no presentan solapamiento con la distribución de sus presas a escalas pequeñas, pero la relación se intensifica a medida que la escala aumenta (Jaquet and Whitehead, 1996; Benoit-bird *et al.*, 2003); este efecto puede ser la causa de lo observado en la relación de teutofagos, tursiones y calderones durante la temporada cálida con BTM y m (Tabla 6), donde se observa que con los estratos ambientales (escala mayor) las relaciones adquieren una mayor significancia.

En los casos donde las relaciones se contradicen y ambas no tienen significancia, se caracterizan por presentar coeficientes de correlación bajos (Tablas 6 y 7), por lo que estos resultados puede que sean un mero artificio del azar y mostrarían la falta de una relación consistente con dichas variables.

Para el caso de Chl durante la temporada cálida, donde ambos enfoques se contradicen y son significativos (Tabla 6), se debe al tamaño de muestra y las características mismas de la estación cálida y menos productiva que tiene un sesgo en el esfuerzo hacia condiciones bajas de Chl (Tabla 9). Al agrupar los cuadrantes por estratos ambientales se elimina dicho sesgo, provocando un cambio de signo en la relación, producto de una falsa mayor representatividad de los estratos con altos valores de Chl; por tal razón, consideramos que la interpretación más certera es la obtenida con los cuadrantes (preferencia por aguas con altos valores de Chl).

Tabla 9: Esfuerzo (sfz) y porcentaje de esfuerzo (%sfz) por estrato ambiental de Chl para la temporada cálida.

Estrato	sfz (km)	% sfz
0-0.5	2290	73.3
0.5-1	561	18.0
1-1.5	204	6.5
1.5-2	29	0.9
2-2.5	16	0.5
2.5-3	8	0.3
3-3.5	13	0.4

Durante la temporada cálida, la profundidad y pendiente del suelo oceánico fueron las variables ambientales con más peso en la selección de hábitat para los teutófagos (Fig. 13, Tabla 6). Contrario a lo esperado, este grupo (representados principalmente por los calderones), se distribuyeron preferentemente en aguas someras con escasa pendiente, a profundidades no mayores de los 300 metros (Fig. 13), áreas donde el relieve peninsular permite la ampliación de la plataforma continental como al sur de Loreto, Canal de San José y sur de la Bahía de La Paz, (Fig. 15). Esta mayor presencia de teutófagos en áreas neríticas con escasa pendiente, puede coincidir con una mayor presencia de calamar gigante (*D. gigas*) frente a la costa peninsular, donde se ha observado que suele formar grandes agregaciones en áreas de plataforma, y ocasionalmente son arrojados a las playas en cantidades considerables (Klett, 1996). La preferencia de los tursiones por áreas con

pendiente pronunciadas puede que sea determinada por la predilección del ecotipo oceánico por este tipo de ambiente; dicha predilección por áreas de pendiente pronunciada se ha observado en otras especies teutófagas como el delfín de Risso (*Grampus griseus*), el cual se asocia al talud continental debido a la importancia de dicho accidente geográfico del fondo oceánico en la agregación de potenciales presas (Baumgartner, 1997). Posiblemente esta no sea la excepción y los tursiones estén aprovechando la agregación de presas en ese tipo de ambiente, ya que se supone que el calamar gigante busca también ambientes insulares con taludes continentales pronunciados, porque desempeñan un papel favorable para su reproducción (Klett, 1996).

Como se dijo anteriormente, durante esta temporada teutófagos y tursiones presentaron una preferencia ambiental por aguas con altos valores de Chl. Para observar gráficamente dicha apreciación, se decidió agrupar los cuadrantes en 2 clases ambientales: 1) cuadrantes con una concentración menor al promedio general de Chl para la temporada calidad y 2) aquellos con una concentración mayor a dicho promedio, calculándose la abundancia relativa de los odontocetos para cada caso (Fig. 17); en dicha grafica se puede observar una mayor presencia de animales en aguas más productivas. En aguas del Golfo de México se ha observado una estrecha relación de odontocetos en general y de teutofagos en particular, con regiones donde ocurren eventos de mesoescala como giros y frentes oceánicos, debido a que en ellos se agregan sus principales presas (Biggs *et al.*, 2000; Baumgartner *et al.*, 2001; Davis *et al.*, 2002; Fulling *et al.*, 2003); por lo que durante esta temporada teutofagos y tursiones podrían estar asociados con las aguas de surgencias, que durante esta temporada ocurren del lado peninsular (Fig. 1).

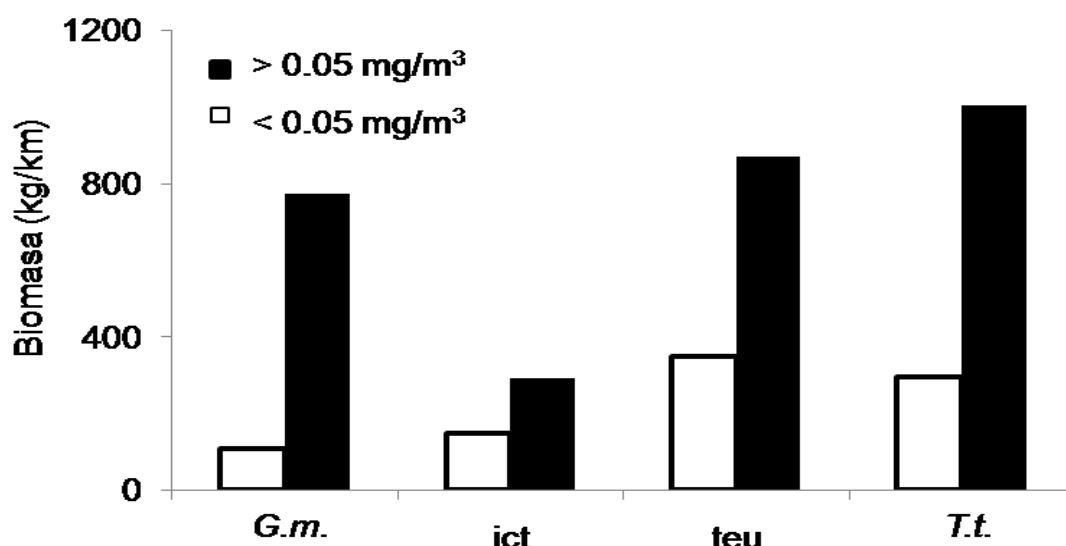


Figura 17: Distribución de la abundancia relativa de ictiófagos (ict) teutófagos (teu), tursiones (*T.t.*) y calderones (*G.m.*) por clases ambientales para la temporada cálida; en negro cuadrantes con una concentración mayor al promedio de Chl para dicha temporada y en blanco cuadrantes con una concentración menor al promedio.

Durante la temporada templada las relaciones con el ambiente resultaron aparentemente más complejas, ya que un mayor número de variables ambientales presentan una relación coincidente, aunque muy pocas presentaron significancia (Fig.14; Tabla 7). Por un lado, los teutófagos presentaron una preferencia por áreas oceánicas con aguas superficiales cálidas (Fig.14, Tabla 7). Aguas cálidas en esta temporada son condiciones ambientales particulares al comienzo o final de la misma, cuando los teutófagos llegan o dejan el área de estudio; fortaleciendo aun más la idea de una comunidad teutófaga durante la temporada cálida. Este grupo a su vez, presento una preferencia por aguas más profundas que podría estar relacionado con los movimientos estacionales del calamar gigante dentro del golfo, que durante esta temporada abandona la costa peninsular, moviéndose hacia aguas más profundas. Llama la atención la no preferencia por áreas con frentes térmicos de los ictiófagos (Fig. 14, Tabla 7), ya que estos fenómenos oceánicos de mesoescala son áreas importantes para alimentación de pelágicos mayores como aves y mamíferos marinos, porque en ellas se congregan una gran cantidad de presas (Etnoyer *et al.*, 2004). Esta relación

negativa hacia áreas frontales puede deberse a que: 1) dentro del área de estudio otros son los factores que determinan la agregación de presas, 2) el alimento está más homogéneamente distribuido y no se está agregando en estructuras de mesoescala y 3) el presente trabajo se llevo a cabo en un área más costera que oceánica (Fig. 2) y los frentes térmicos son áreas importantes en regiones oceánicas principalmente (Etnoyer *et al.*, 2004).

8- Sumario y conclusiones

La comunidad de odontocetos presente en el área de estudio es similar a la encontrada en otras áreas del Golfo de California y del Pacífico oriental tropical en general, incluyendo las islas Galápagos y costas californianas. Se identificó a los delfines comunes, tursiones y calderones como elementos importantes dentro de la comunidad por sus abundancias y frecuencias de avistamientos. Esta sería una comunidad abierta con una riqueza de especies menor a 10, donde las especies registradas como raras serían sólo visitantes ocasionales que se presentarían en el área de estudio durante condiciones oceanográficas específicas relacionadas con la variabilidad ambiental de mayor escala como la interanual y decadal. La comunidad presentó una dinámica temporal relacionada con los cambios estacionales en las condiciones ambientales en aguas del Golfo de California, mediado posiblemente por la disponibilidad estacional del alimento (sardina y calamar). Durante la estación cálida la comunidad se estructura básicamente con relación a una dieta teutófaga, con una preferencia ambiental por áreas neríticas con aguas productivas, mientras que durante la estación templada encontramos una comunidad ictiófaga, con una preferencia por aguas superficiales con una temperatura homogénea, mientras que los teutofagos exhibieron una preferencia por aguas más cálidas y profundas.

Estas diferencias estacionales en la estructura de la comunidad y selección de hábitat es consecuencia de las diferentes estrategias ecológicas de las especies más importantes dentro de la comunidad: los delfines comunes, principal componente ictiófago de la comunidad, explotaría el área un mes

después de los eventos de productividad estacionales, especialmente durante la temporada templada, cuando aumenta la disponibilidad de sardinas en la parte sur del golfo. Por el contrario los calderones, principal componente teutófago de la comunidad, utilizan las áreas de plataforma durante la temporada cálida, cuando aumenta la disponibilidad de calamar frente a la costa oriental de la península. Para el caso de los tursiones, debe considerarse la presencia de ambos ecotipos; por un lado el costero con poblaciones locales, consumiendo principalmente recursos costeros como lisas y lenguados, sin despreciar la alternancia estacional de sardinas y calamares y el ecotipo oceánico, que ingresa al área junto con los calderones durante la estación cálida, consumiendo principalmente calamares.

9- Bibliografía

- Acevedo, A. 1990. Uso del área por el tursión, *Tursiops truncatus*, en la ensenada de La Paz durante el verano de 1987. Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 115 pp.
- Aguayo, L., Urban, J., Sánchez, T.R. y B.L. Rojas. 1986. Diversidad y distribución de los cetáceos en el golfo de California, México. Resúmenes XI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México. 2-6 de abril de 1986.
- Alba Fernández, C. L. 1997. Estructura comunitaria de los odontocetos de Bahía de La Paz y alrededores, B. C. S. México. (mayo de 1989 a abril de 1995). Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 66 pp.
- Alvarez-Borrego and R. A. Schwartzlose. 1979. Water masses of the Gulf of California. *Ciencias Marinas*. 6(1):43-63.
- Andrade, H. A. 2003. The relationship between the skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) fishery and seasonal temperature variability in the south-western Atlantic. *Fisheries Oceanography* 12(1): 10-18.
- Au, D.W.K., and W.L., Perryman. 1985. Dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. *Fishery Bulletin* 83: 623-643.
- Aurioles, D.G., Gallo-Reynoso, J.P., Muñoz, E.L. y J.V. Ejido. 1989. El delfín de costados blancos (*Lagenorhynchus obliquidens*, Gil1 1985) (Cetacea: Delphinidae) residente estacional en el suroeste del Golfo de California, México. *Anales Inst. Biol., UNAM, Ser. Zool.*, 60(3): 459-472
- Badán-Dangón, A., Koblinsky C.J. and T. Baumgartner. 1985. Spring and summer in the Gulf of California: observations of surface thermal patterns. *Oceanologica Acta*. 8(1): 13-22.

- Ballance, L. T. and R. L. Pitman. 1998. Cetacean of the Western Tropical Indian Ocean: distribution, relative abundance, and comparisons with cetacean communities of two other tropical ecosystems. *Marine Mammal Science*. 14(3):429-459.
- Ballance, L. T., Pitman, R. L. and P. C. Fiedler. 2006. Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography* 69: 360-390.
- Baumgartner, M. F. 1997. The distribution of Risso's dolphin (*Grampus griseus*) with respect to the physiography of the Northern Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science*. 13 (4): 614-638.
- Baumgartner, M. F., Mullin, K. D., May, K. D. and D. T. Leming. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin* 99: 219-239.
- Bearzi, M. 2005a. Dolphin sympatric ecology. *Marine Biology Research* 1: 165-175.
- Bearzi, M. 2005b. Habitat Partitioning by Three Species of Dolphins in Santa Monica Bay, California. *Bull. Southern California Acad. Sci.* 104(3): 113-124
- Begon, M., Harper, J.L. y Townsend, C.R. 1999. Ecología: individuos, poblaciones y comunidades. Omega. España. 1148 pp.
- Beier, E. 1997. A numerical investigation of the annual variability in the Gulf of California. *Journal of Physical Oceanography*. 27(5): 615-632.
- Benoit-Bird, K., Whitlow, W and L. Au. 2003. Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 53:364-373

- Biggs, D.C., Leben, R.R. and J.G. Ortega-Ortiz. 2000. Ship and satellite studies of mesoescala circulation and sperm whales habitats in the Northeast Gulf of Mexico during Gulf Cet II. *Gulf of Mexico Science*. 1: 15-22.
- Bourillon, M.L. y Salinas, Z.M. 1988. Diversidad y distribución de los cetáceos de la Bahía de Banderas, México. Resúmenes XIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México. 6-9 de abril de 1988.
- Bowditch, N. 1995. The american practical navigator. National Imagery and Mapping Agency. Maryland, USA. 896 pp.
- Brito-Castillo, L., Alcántara-Razo, E., Morales-Azpeitia R. y C. A. Salinas-Zavala. 2000. Temperaturas del Golfo de California durante mayo y junio de 1996 y su relación con las capturas de calamar gigante (*Dosidicus gigas* D´Orbigny, 1935). *Ciencias Marinas* 26(3): 413-440.
- Cisneros-Mata, M. A., Nevárez-Martínez, M. O., Martínez-Zavala, M. A., Angiano-Carrasco, M. L., Santos-Molina, J. P., Godínez-Cota, A. R. y G. Montemayor-López. 1997. Diagnostico de la pesquería de pelágicos menores del Golfo de California de 1991/92 a 1995/96. Reporte CRIP-Guaymas, Sonora. Diciembre de 1997. 59 pp.
- Clarke, M. R. 1996. The Role of Cephalopods in the World's Oceans. Cephalopods as Prey. III. Cetaceans. *Phil. Trans: Biol. Sci.* 351(1343): 1053-1065.
- Cairns, D.K., 1987. Seabirds as indicators of marine food supplies. *Biological Oceanography* 5: 261–271.
- Davis, R.W., Ortega-Ortiz, J.G., Ribic, C.A., Evans, E.E., Biggs, D.C., Ressler, H.P., Cady, R.B., Leben, R.R., Mullin, K.D. and B. Wursig. 2002. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. *Deep-sea Research I*. 49(1):121-142.

Diario Oficial de la Federación de los Estados Unidos Mexicanos. Ciudad de México DF. 24 de mayo del 2002.

Díaz-Gamboa, R. 2003. Diferenciación entre *Tursiops truncatus* costeros y oceánicos en el Golfo de California por medio de isótopos estables de carbono y nitrógeno. Tesis de maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S. México. 62 pp.

Dos Santos, R. A. and M. Haimovici. 2001. Cephalopods in the diet of marine mammals stranded or incidentally caught along southeastern and southern Brazil. *Fisheries Research* 52: 99–112.

Etnoyer, P., Canny, D., Mate B. and L. Morgan. 2004. Persistent pelagic habitats in the Baja California to Bering Sea (B2B) ecoregion. *Oceanography* 17(1): 90-101.

Fauchald, P., Erikstad K. E. and G. H. Systad. 2002. Seabirds and marine oil incidents, is it possible to predict the spatial distribution of pelagic seabird?. *Journal of Applied Ecology* 39: 349-360.

Flores-Ramírez, S., Urban, J., Villarreal G., Chávez y R. Valles-Jiménes 1996. Cambios espaciales y temporales de la estructura comunitaria de los cetáceos en Bahía de La Paz, B.C.S., México. *Ciencias Marinas* 22(2): 151-173.

Fulling, G.L., Mullin, K.D. and C. W. Hubard. 2003. Abundance and distribution of cetaceans in the outer continental shelf waters of the U. S. Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*. 101: 923-932.

Garate-Lizárraga, I., Siqueiros-Beltrones, D. and V. Maldonado-López. 2003. First Record of a *Rhizosolenia debyana* Bloom in the Gulf of California, Mexico. *Pacific Science* 57(2): 141–145.

- Garate-Lizárraga, I., Muñeton-Gómez, S. and V. Maldonado-López. 2006. Florecimiento del dinoflagelado *Gonyaulax polygramma* frente a la isla Espíritu Santo, Golfo de California, México. *Rev. Invest. Mar.* 27(1): 31-39
- Gannon D. P. and D. M. Waples. 2004. Diet of coastal bottlenose dolphins from the U.S. mid-Atlantic coast differ by habitat. *Marine Mammals Science* 20(3): 527-545.
- Gaskin. D.E. 1983. The ecology of wales and dolphins. Heinemann editors. Londres. 459 pp.
- Gómez-Gallardo, A. y J. Urban. 2006. Distribución de los cetáceos en el Golfo de California y las áreas prioritarias de conservación. Resúmenes I Reunión Internacional sobre el Estudio de de los Mamíferos Acuáticos SOMEMMA-SOLAMAC, 5-6 noviembre 2006 Mérida, México.
- Gonzales, A. F., López, A., Guerra A. and A. Barreiro. 1994. Diets of marine mammals stranded on the northwestern Spanish coast with special reference to cephalopoda. *Fisheries Research* 21:179–191.
- Griffin, R. B. and N. J. Griffin. 2003. Distribution, habitat partitioning, and abundance of atlantic spotted dolphins, bottlenose dolphins, and loggerhead sea turtles on the astern Gulf of Mexico continental shelf. *Gulf of Mexico Science.* 1:23-34.
- Guerrero-Ruiz, M. E. 2005. Estado actual de las grandes ballenas en el Golfo de California. Tesis Maestría. UABCS. La Paz, B.C.S. México. 321 pp.
- Halffter, G. y Ezcurra, E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: La diversidad biológica de Ibero América. G. Halffter (Compilador) Acta zoológica mexicana, Instituto de Ecología AC. México. 3-24pp.

- Hammann, M.G., Nevárez-Martínez M.O. and Y. Green-Ruíz. 1998. Spawning habitat of the Pacific sardine (*Sardinops sagax*) in the Gulf of California: Egg and larval distribution 1956-1957 and 1971-1991. *CalCOFI Rep.* 39: 169-179.
- Hiu, C. A. 1985. Undersea topography and the comparative distribution of two pelagic cetaceans. *Fishery Bulletin* 83(3):472-475
- Hooker, S. K., Whitehead, H., Gowans, S. and R. W. Baird. 2002. Fluctuations in distribution and patterns of individual range use of northern bottlenose whales. *Marine Ecology Progress Series.* 225: 287-297
- Hunt G.L. and D.C. Schneider. 1987. Scale dependent processes in the physical and biological environment of seabirds. In *The Feeding Ecology of Seabirds and their Role in Marine Ecosystems*, Croxall JP (ed.). Cambridge University Press: Cambridge; 7–41.
- Hyrenbach, K.D., Forney K.A. and K Paul. 2000. Marine protected areas and ocean basin management. *Aquatic Conser : Mar. Freshw. Ecosyst.* 10: 437–458.
- Jaquet, N. 1996. How spatial and temporal scales influence understanding of Sperm Whale distribution: a review. *Mammal Rev.* 26(1):51-65.
- Jaquet, N. and H. Whitehead. 1996. Scale-dependent correlation of sperm whale distribution with environmental features and productivity in South Pacific. *Marine Ecology. Progress. Series.* 135:1-9.
- Jaquet, N. And D. Gendron. 2002. Distribution and relative abundance of sperm whales in relation to key environmental features, squid landings and the distribution of other cetacean species in the Gulf of California, Mexico. *Marine biology.* 141(3): 591-601.

- Jiménes-Illescas, A. R., Obeso-Nieblas M. y D. A. Salas de León. 1997. Oceanografía física de Bahía de La Paz. En: La Bahía de la Paz, investigación y conservación. Urbán R., J. y M. Ramírez R. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS . México. 345 pp.
- Kahru, M., 2004. Windows Image Manager—Image display and analysis program for Microsoft Windows with special features for satellite images, User's manual. Available at www page, <http://wimsoft.com>.
- Kahru, M., Marinone, S.G., Lluch-Cota, S.E., Pares-Sierra, A. and G. Mitchell. 2004. Ocean color variability in the Gulf of California: scales from the El Niño–La Niña cycle to tides. *Deep Sea Research II* 51, 139–146.
- Keiper, C.A., Ainley, D.G., Allen, S.G. and J.T. Harvey. 2005. Marine mammal occurrence and ocean climate off central California, 1986-1994 and 1997-1999. *Marine Ecology Progress Series*. 289 285–306.
- Kiszka, J., Macleod, K., Van Canneyt, O., Walker, D. and V Ridoux,. 2007. Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *ICES Journal of Marine Science*, 64: 1033–1043.
- Klett, A. 1996. Pesquería de calamar gigante *Dosidiscus gigas*. En: Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur Vol. 1. Casas V. y Ponce D. (Eds) SEMARNAP. 127-151 pp.
- Krebs, C.J. 2001. Ecología: estudio de la distribución y la abundancia, 2° Ed. Oxford University press. México. 753 pp.
- 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. Resúmenes XXIX Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz. B.C.S. México. 2-5 de mayo de 2004.

- Lanza-Espino, G. 1991. Oceanografía de los mares mexicanos. AGT Editor. México. 569 pp.
- Learmonth, J. A., Santos, M. B., Pierce, G. J., Crick, H. Q. P. and R. A. Robinson. 2006. Potential effects of climate change on marine mammals. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 44: 431-464
- Lluch-Cota, S. 2000. Coastal upwelling in the eastern Gulf of California. *Oceanologica Acta*. 23(6): 731-140.
- Lluch-Cota, S., Aragón-Noriega, E. A., Arreguín-Sánchez, F., Aurióles-Gamboa, D., Bautista-Romero, J., Brusca, R. C., Cervantes-Duarte, R., Cortés-Altamirano, R., Del-Monte-Luna, P., Esquivel-Herrera, A., Fernández, G., Hendrickx, M. E., Hernández-Vázquez, S., Herrera-Cervantes, H., Kahru, M., Lavín, M., Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D. B. López-Martínez, J., Marinone, S.G., Nevárez-Martínez, M. O., Ortega-García, S., Palacios-Castro, E., Parés-Sierra, E., Ponce-Díaz, G., Ramírez-Rodríguez, M., Salinas-Zavala, C. A., Schwartzlose, R. A. y A. P. Sierra-Beltrán. 2007. The Gulf of California: Review of ecosystem status and sustainability challenges. *Progress in Oceanography* 73: 1–26.
- Lluch- Belda, D., Magallón F.J. and R.A. Schwartzlose. 1986. Large fluctuations in the sardine fishery in the Gulf of California: Possible causes. *CALCOFI Rep.*, 27:136-140.
- Lluch-Belda, D., M.J. Arvizu, S. Hernández-Vázquez, D. Lluch-Cota, A.C.Z. Salinas, T. Baugartener, G. Hammann, V.A. Cota, C.E. Coteró, F.W. García, O. Pedrín, S.M. Lizárraga, M.A. Martínez, R. Morales, M.O. Nevárez M., J.P. Santos M., R. Ochoa B., S.R. Rodríguez, J.R. Torres V. and F. Páez B. 1995. Atlas Pesquero de México. Pesquerías Relevantes. Secretaría de Pesca/Instituto Nacional de la Pesca/Universidad de Colima (Cenedic).

- Lluch-Belda, D., Lluch-Cota, D. and S. Lluch-Cota. 2005. Changes in marine faunal distributions and ENSO events in the California Current. *Fish. Oceanogr.* 14(6): 458–467
- Lusseau, D., Willians, R., Wilson, B., Grellier, K., Hammond, P.S. and P.M. Thompson. 2004. Parallel influence of climate on the behaviour of Pacific killer whales and Atlantic bottlenose dolphins. *Ecology Letters* 7: 1068-1076.
- MacLeod, C.D., Bannon, S.M., Pierce, G.J., Schweder, C.S., Learmonth, J.A., Herman, J.S. & Reid, R.J. 2005. Climate change and the cetacean community of north-west Scotland. *Biological Conservation* 124: 477–483.
- Magurran, A. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press. New Jersey. USA. 167 pp.
- Maluf, L. I. 1983. The physical oceanography. In: Island Biogeography in the Sea of Cortez, Case, T. J. and M. L. Cody (Eds.), University of California Press.
- Markaida U. and O Sosa-Nishizaki. 2003. Food and feeding habits of jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae) from the Gulf of California, Mexico. *J Marine Biology Association UK* 83:507–522.
- Mercuri, M. 2007. Varamientos de mamíferos en isla Magdalena, B.C.S., México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 107 pp.
- Meyner, L. 2004. Food and feeding ecology of the common dolphin, *Delphinus delphis*, in the Bay of Biscay: Intraspecific dietary variation and food transfer modelling. Master thesis, University of Aberdeen, Aberdeen, United Kingdom. 63 pp.

- Moncada, C. R. 2005. Cambio espacio temporal de la estructura comunitaria de los cetáceos de Bahía de Banderas, Nayarit-Jalisco, México 1994-1996. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur., La Paz, B.C.S., México. 50 pp.
- Moncada, C.R., Fleischer, L., Rodríguez, V.M. y V.S. Hernandez. 1997. distribución y abundancia de los cetáceos de Bahía de Banderas Nayarit-Jalisco, México, y su relación con algunos parámetros ambientales. Resúmenes XXII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Nuevo Vallarta. México. 27 de abril-1 de mayo de 1997.
- Morales-Bojórquez, E., Cisneros-Mata, M.A., Nevarez-Martínez, M. O. and A. Hernández-Herrera. 2001. Review of stock assessment and fishery biology of *Dosidicus gigas* in the Gulf of California, Mexico. *Fisheries Research* 54: 83-94.
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Navarro-Olache, L. F., Lavín, M. F., Alvarez-Sánchez, L. G. and A. Zirino. 2004. Internal structure of SST features in the central Gulf of California. *Deep-sea Research II*. 51: 673-687.
- Nigmatullin, Ch.M., Nesis, K.N. and A.I. Arkhipkin. 2001. A review of the biology of the Jumbo squid *Dosidicus gigas* (Cephalopoda: Ommastrephidae). *Fisheries Research* 54 9-19.
- Obeso Nieblas, M. 2003. Variabilidad espacio-temporal de las condiciones oceanográficas de la Bahía de La Paz, B.C.S., México. Tesis doctoral. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 337 pp.

- Palacios, D. M. 2003. Oceanographic Conditions Around the Galápagos Archipelago and Their Influence on Cetacean Community Structure. Corvallis, Oregon, Oregon State University: 178
- Parra, G. J. 2006. Resource partitioning in sympatric delphinids: Space use and habitat preferences of Australian snubfin and Indo-Pacific humpback dolphins. *Journal of Animal Ecology* 75:862-874.
- Polacheck, T. 1987. Relative abundance, distribution and inter-specific relationship of cetacean schools in the eastern tropical Pacific. *Marine Mammal Science* 3 (1): 54–77.
- Pusineri, C., Magnin, V., Meynier, L., Spitz, J., Hassani, S. and V. Ridoux. 2007. Food and feeding ecology of the common dolphin (*Delphinus delphis*) in the oceanic northeast Atlantic and comparison with diet in neritic areas. *Marine Mammal Science* 23(1): 30-47
- Reeves, R.R., Stewart, B., Clapham, P.J. and J.A. Powell. 2002. Guide to marine mammals of the world. Knof. USA. 527 pp.
- Reilly, S.B. 1990. Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. *Marine Ecology Progress Series* 66:1-11
- Reilly, S.B. and P.C. Fiedler. 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific. I: Research vessel surveys, 1986-1990. *Fishery Bulletin* 92, 434–450.
- Rojo-Arreola, L. C. 2002. Tasas de reproducción e intervalos de nacimientos del tursion, *Tursiops truncatus*, (Montagu, 1821) en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 56 pp.
- Ross, G. J. B. 1984. The smaller cetaceans of the south east coast of southern Africa. F. W. Gess ed., Cape Provincial Museums, Grahamstown, South

Africa. *Annals of the Cape Provincial Museums (Natural History)*. 15:317–352.

Salinas, Z. M. 2005. Ecología de los tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. Tesis doctoral. CICIMAR-IPN. La Paz, B.C.S., México. 102 pp.

Salinas Z. M. y M. Bourillón. 1988. Taxonomía, diversidad y distribución de los cetáceos de la bahía de Banderas, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 211 pp.

Salvadeo, C., Flores-Ramírez, S., Gómez-Gallardo, A. Jaume-Schinkel, S., Urban, J. y D. Lluch-Belda. 2007. The Bryde's whale (*Balaenoptera edeni*) in La Paz Bay, México and its relationship with climatic changes and prey availability. 1st CLIOTOP International Symposium. La Paz, México, 3-7 Dec 2007.

Sanino, G. P., Van Waerebeek, K. y J. Yañez. 2003. Revisión de la distribución del género *Delphinus* y registros documentados de *Delphinus capensis*, en Chile. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural*, Chile, 52: 97-102.

Santamaria del Angel, E., Alvarez-Borrego, S. and F. E. Muller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Geophysical Research*. 99(C4):7411-7421

Santos, M. B., Pierce, A., Lopez, A., Martinez, J. A., Fernandez, M. T., Ieno, E., Mente, E., Porteiro, P., Carrera, P. and M. Meixide. 2004. Variability in the diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) in Galician waters 1991–2003 and relationships with prey abundance. In ICES 2004 Annual Science Conference. Gijon, Spain 12–14 pp.

SEMARNAP. 2000. Programa de manejo, Parque Nacional Bahía de Loreto. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. 185 pp.

- Shane, S.H. 1995. Relationship between pilot whales and Risso's dolphins at Santa Catalina Island, California, USA. *Marine Ecology Progress Series* 123: 5-11.
- Sekiguchi, K., Klages N.T.W. and P.B. Best. 1992. Comparative analysis of the diets of smaller odontocete cetaceans along the coast of southern Africa. *South African Journal of Marine Science* 12:843–861.
- Silber, G.K., Newcomer, M.W., Silber, P.C., Perez-Cortes, H. y Graeme, E. 1994. Cetacean of the northern Gulf of California: distribution, occurrence, and relative abundance. *Marine Mammal Science*, 10(3): 283-298.
- Sims, D.W. 2003. Tractable models for testing theories about natural strategies: foraging Behaviour and habitat selection of free-ranging shark. *Journal of Fish Biology* 63 (Suplement A): 53-73.
- Smith S.D., and H. Whitehead (1999) Distribution of dolphins in Galapagos waters. *Marine Mammal Science* 15: 550–555.
- Soto-Mardones, L., Marinone S.G. y A. Parés-Sierra. 1999. Variabilidad espacio-temporal de la temperatura superficial del mar en el Golfo de California. *Ciencias Marinas* 25 (1) 1-30.
- Tershy, B.R., Breese, D. and 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(3): 299-302.
- Troyo-Vega, B., Gómez-Gallardo, A. y J. Urban. 2006. Distribución y diversidad de cetáceos en el extremo suroccidental del Golfo de California, 2005. Resúmenes I Reunión Internacional sobre el Estudio de de los Mamíferos Acuáticos SOMEMMA-SOLAMAC, 5-6 noviembre 2006 Mérida, México.

- Urbán, R. J. 1983 Taxonomía y distribución y distribución de los géneros *Tursiops*, *Delphinus* y *Stenella* en las aguas adyacentes Sinaloa y Nayarit, México. Tesis de Licenciatura . Facultad de Ciencias, UNAM. México D.F. 86 pp.
- Urbán, R. J. 2004. Overview of cetacean biodiversity and natural History in the Sea of Cortez. Abstract: The Gulf of California conference 2004, Tucson, Arizona. 13-16 de Junio de 2004.
- Urban, R. J., A. Gómez-Gallardo, R. M. Palmeros y C. G. Velásquez. 1997. Los mamíferos marinos de la Bahía de la Paz, B.C.S. En: La Bahía de la Paz, investigación y conservación. Urbán R., J. y M. Ramírez R. UABCS-CICIMAR-SCRIPPS . México. 345 pp.
- Vázquez-Morquecho, E.I. 1997. Distribución espacio-temporal, fidelidad al área y tamaño poblacional del calderón de aletas cortas *Globicephala macrorhynchus* (Gray 1846) en la Bahía de La Paz, B.C.S. México (1989-1995). Tesis de Licenciatura. UABCS. La Paz, B.C.S., México. 66 pp
- Velarde, E., Ezcurra, E., Cisneros-Mata. M. A. and M. F. Lavin. 2004. Seabird ecology, el Niño anomalies, and prediction of sardine fisheries in the Gulf of California. *Ecological Applications*, 14(2): 607–615
- Vidal, O., Finley, T. and S. Leatherwood. 1993. Annotated checklist of the marine mammals of the Gulf of California. Proceeding of San Diego Society of Natural History. 28: 1-16.
- Virginia, L., Ruiz, I., Salinas, Z.M. y T.R. Sanchez. 1993. Variación estacional de la diversidad y distribución de los cetáceos de la Bahía de Banderas, México Y su relación con algunos factores Bióticos y Abióticos (primavera de 1990-invierno 1991). Resúmenes XVIII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México. 4-7 mayo de 1993.

Walker, J., Potter C. and S. Macko. 1999. The diets of modern and historic bottlenose dolphin populations reflected through stable isotopes. *Marine Mammal Science*. 15(2): 335-350.

Waring, G. T. 1995. Fishery and ecological interactions for selected cetaceans, off the northeast U.S.A. Doctoral Dissertation. University of Massachusetts, Amherst, M.A. 260 pp.

Young, D.D. and V.G. Cockcroft. 1994. Diet of common dolphins (*Delphinus delphis*) off the south-east coast of southern Africa: Opportunism or specialization. *Journal of Zoology* 234: 41–53.

Zar, J. H. 1996. Biostatistical analysis. Third edition. Prentice Hall. New Jersey. USA. 622 pp