



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA SUR
ÁREA INTERDISCIPLINARIA DE CIENCIAS DEL MAR
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA MARINA

**DISTRIBUCIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE VARAMIENTOS DE
CETÁCEOS EN BAJA CALIFORNIA SUR (BCS), MÉXICO Y SU RELACIÓN
CON ALGUNOS FACTORES OCEANOGRÁFICOS Y ANTROPOGÉNICOS**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS

PRESENTA:

LIC. SUSANA CAROLINA TOBAR HURTADO

DIRECTOR:

DR. VOLKER KOCH

LA PAZ, NOVIEMBRE 2011.

ÍNDICE

Lista de Figuras	5
Lista de Tablas	8
Agradecimientos.....	10
Resumen.....	12
Abstract.....	14
1. Introducción y antecedentes	
1.1. <i>Los cetáceos de BCS: distribución, amenazas y conservación.....</i>	16
1.2. <i>Varamientos de cetáceos: definición y causas de muerte.....</i>	21
1.3. <i>Varamientos de cetáceos en BCS: relación con factores oceanográficos y antropogénicos.....</i>	22
2. Justificación.....	25
3. Objetivos.....	26
4. Área de estudio	
4.1. <i>Descripción oceanográfica.....</i>	27
4.2. <i>La pesca artesanal en BCS.....</i>	29
5. Metodología	
5.1. <i>Monitoreo de varamientos.....</i>	31
5.2. <i>Colecta de datos.....</i>	33
5.3. <i>Abundancia, frecuencia y distribución espacio-temporal de varamientos.....</i>	35
5.4. <i>Evaluación de la composición de sexos y estadios</i>	

	<i>De vida de los cetáceos varados.....</i>	36
5.5.	<i>Riqueza y diversidad de especies varadas.....</i>	37
5.6.	<i>Evaluación de interacción antropogénica.....</i>	39
5.7.	<i>Relación entre abundancia de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas.....</i>	41

6. Resultados

6.1.	<i>Abundancia de varamientos.....</i>	43
6.2.	<i>Frecuencia de varamientos.....</i>	45
6.3.	<i>Evaluación de información obtenida a través de los cadáveres de cetáceos varados</i>	
	6.3.1. <i>Riqueza y diversidad de especies.....</i>	51
	6.3.2. <i>Composición de clases de edad, sexos y clasificación de códigos de descomposición de cadáveres</i>	57
	6.3.3. <i>Evidencia de interacciones antropogénicas.....</i>	60
6.4.	<i>Eventos de mortalidad inusual.....</i>	64
6.5.	<i>Distribución espacio-temporal de los varamientos.....</i>	66
6.6.	<i>Variación espacio-temporal de los factores antropogénico/oceanográficos.....</i>	73
6.7.	<i>Relación entre abundancia espacio-temporal de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas imperantes.....</i>	84

7. Discusión

7.1.	<i>Abundancia, frecuencia y distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos en BCS.....</i>	86
7.2.	<i>Caracterización de los varamientos y de las especies de cetáceos encontradas varadas.....</i>	92

8. Conclusiones	105
9. Recomendaciones	108
10. Literatura citada	110
11. Anexos	127

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localización de las áreas en las cuales se realizaron los monitoreos de varamientos de cetáceos en Baja California Sur (2006-2010)..... 18
- Figura 2.** Abundancia estacional de varamientos de cetáceos en Baja California Sur durante los años 2006-2010, incluyendo todas las áreas y años monitoreados..... 28
- Figura 3.** Promedio anual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010... 30
- Figura 4.** Promedio local (en cada una de las áreas monitoreadas) de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey..... 31
- Figura 5.** Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey..... 32
- Figura 6.** Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en las áreas monitoreadas en la región del Pacífico de BCS durante los años 2006-2010..... 34
- Figura 7.** Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en las áreas monitoreadas en la región en la región del Cabo y Golfo de BCS durante los años 2006-2010..... 35
- Figura 8.** Riqueza (S) y diversidad (H') anual y estacional de especies de cetáceos varados en Baja California Sur durante los años 2006-2010..... 39
- Figura 9.** Riqueza (S) y diversidad (H') regional y local de cetáceos varados en Baja California Sur, durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey..... 40

Figura 10. Determinación de sexo en cadáveres de cetáceos varados en Baja California Sur entre los años 2006-2010, clasificados con diferentes códigos de descomposición.....	44
Figura 11. Abundancia de los factores identificados como evidencia de interacciones antropogénicas en los cadáveres de cetáceos varados en Baja California Sur del 2006-2010.....	46
Figura 12. Proporción estacional de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.....	47
Figura 13. Proporción local de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.....	48
Figura 14. Proporción anual de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.....	48
Figura 15. Evento de mortalidad inusual observado en San Juanico durante el mes de Julio del año 2009.....	50
Figura 16. Evento de mortalidad inusual observado en Guerrero Negro durante los meses de marzo y Junio del año 2009.....	50
Figura 17. Varamientos de cetáceos ocurridos en Guerrero Negro, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.....	54
Figura 18. Varamientos de cetáceos ocurridos en Punta Abrejos, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.....	55
Figura 19. Varamientos de cetáceos ocurridos en San Juanico, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.....	56
Figura 20. Varamientos de cetáceos ocurridos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.....	57
Figura 21. Variación estacional en el esfuerzo pesquero de la región del Pacífico (años 2006-2009) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California Sur.....	59

Figura 22. Fluctuaciones locales en el esfuerzo pesquero las áreas con mayor abundancia de varamientos de la región del Pacífico de Baja California Sur durante los años 2006-2008.....	60
Figura 23. Variación estacional en la concentración de clorofila-a en la región del Pacífico (años 2006-20010) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California Sur.....	61
Figura 24. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones locales y regionales de la concentración de clorofila-a entre verano (ejemplo del mes de junio del 2009) e invierno (ejemplo de diciembre del 2009) en Baja California Sur.....	62
Figura 25. Variación estacional en la concentración de clorofila-a en cada una de las áreas monitoreadas de Baja California Sur.....	63
Figura 26. Variación estacional en la temperatura superficial del mar en la región del Pacífico (años 2006-20010) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California.....	64
Figura 27. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones mensuales en Baja California Sur en la velocidad y dirección de las corrientes superficiales marinas durante el año 2007.....	66
Figura 28. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones mensuales en Baja California Sur en la velocidad y dirección de los vientos durante el año 2007.....	67
Figura 29. Variación estacional en la velocidad de las corrientes en las áreas monitoreadas (con datos disponibles) de Baja California Sur.....	68
Figura 30. Variación estacional en la velocidad de los vientos en las áreas monitoreadas (con datos disponibles) de Baja California Sur.....	68

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Listado de cetáceos que se distribuyen en las aguas de Baja California Sur: descripción de su estatus de protección (IUCN, NOM-59) y distribución general (presencia en región de Pacífico o Golfo de California) definida por avistamientos o varamientos.....	4
Tabla 2. Descripción de los sitios de muestreo.....	19
Tabla 3. Determinación de clase de edades basadas en la longitud de las especies de cetáceos encontradas varadas. Los individuos juveniles se encuentran entre el rango de longitudes de las crías y los adultos.....	23
Tabla 4. Abundancia de cetáceos varados durante 2006-2010 en cada una de las 12 áreas de monitoreo para las tres regiones en que se subdividió Baja California Sur.....	29
Tabla 5. ANOVA de una vía, comparando las frecuencias anuales, locales y mensuales de varamientos de cetáceos en Baja California Sur.....	32
Tabla 6. Especies de cetáceos identificadas en los varamientos ocurridos en Baja California Sur (2006-2010). Número total de individuos varados por especie y porcentaje con respecto al total de varamientos ocurridos en cada una de las regiones (Pacífico, Golfo, Cabo) en que se subdividió el área de estudio.....	37
Tabla 7. ANOVA de una vía, comparando la diversidad y riqueza de cetáceos varados durante los años 2006-2010 en Baja California Sur.....	41
Tabla 8. Abundancia de estadios de vida y sexos determinados para cada una de las especies identificadas de cetáceos varados en Baja California Sur entre los años 2006-2010.....	43
Tabla 9. Relación entre abundancia de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas: resultados del análisis de correlación ($\alpha= 0.05$) incluyendo las 4 áreas evaluadas.....	67
Tabla 10. Relación entre abundancia de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas: resultados del análisis de correlación ($\alpha= 0.05$) para cada una de las áreas evaluadas.....	68

Tabla 11. Frecuencia anual de varamientos de cetáceos en diferentes áreas a nivel mundial. Datos obtenidos por medio de monitoreos, reportes y redes de varamientos..... 70

AGRADECIMIENTOS

Al posgrado en Ciencias Marinas y Costeras (CIMACO) de la Universidad Autónoma de Baja California Sur por darme la oportunidad de realizar los estudios de maestría en la institución.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por las becas otorgadas para la realización de mis estudios.

A mi director de tesis Dr. Volker Koch por darme la oportunidad de trabajar en este y otros proyectos, por siempre exigirme más y por apoyarme durante estos años tanto académica como personalmente.

Al Dr. Jorge Urbán y Dr. Héctor Pérez-Cortés por sus valiosos comentarios y sugerencias, y por el tiempo dedicado a la revisión del presente documento.

A Gretchen Lovewell por su ayuda con los análisis oceanográficos y antropogénicos, y por compartir todos sus conocimientos en el área de varamientos y rescate marino.

A Mote Marine Laboratory por permitirme realizar una estancia de investigación en el departamento de varamientos (Strandings Investigations Program) y en el área de rescate y rehabilitación (Turtle and Marine Mammal Hospital). Un agradecimiento especial para John Reynolds, Ruth DeLynn, Emma Jugovich, Randy Wells, Lyne Bird y Jason Allen, y todos los voluntarios, internos y personal de dicha institución.

A la Marine Mammal Society y Cetacean Society International por los apoyos económicos brindados para la divulgación del presente documento en el Congreso Internacional de Mamíferos Marinos (19th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals).

A todas las personas que ayudaron a coleccionar los datos, en especial a la Dra. Agnese Mancini y a la M. en C. Azucena Álvarez González por sus comentarios y apoyo para la elaboración del presente documento.

Al Grupo Tortuguero de las Californias, en especial a Hoyt Peckham por prestarnos las instalaciones físicas del grupo en Puerto Adolfo López Mateos, y a Victor de La Toba y su familia por todo su apoyo en campo.

Al Dr. Juan Gabriel Uribe por facilitar la base de datos de los avisos de arribo de BCS, y al Dr. Luis Fleischer por compartir su conocimiento en el área de varamientos en Baja California Sur.

A Christopher Aidan Spagnoli de College of the Atlantic, por su ayuda en la elaboración de los mapas de distribución. A William McLellan de UNC Wilmington, por su ayuda para la interpretación de evidencia de interacciones antropogénicas. A Milena Mercuri por facilitarme su tesis de maestría que fue una base fundamental para la realización del presente documento. Y a todas las personas e instituciones que de una u otra forma colaboraron en la elaboración del presente documento.

Un agradecimiento especial al Dr. Dante Salgado, Dr. José Urchiaga y a la Dra. Alba Gómez por el apoyo económico brindado para la finalización de mis estudios de maestría y para la difusión internacional del presente proyecto.

RESUMEN

Baja California Sur se encuentra limitada en el oeste por el Océano Pacífico y en el este por el Golfo de California (Mar de Cortés). En sus aguas se distribuyen más del 40% de las especies de cetáceos que se conocen a nivel mundial. A pesar que en el área ocurren muchos varamientos, no existen trabajos sistemáticos que investigan la distribución espacio-temporal a nivel de estado. Estudios previos han demostrado que la ocurrencia de dichos eventos puede estar relacionada con factores oceanográficos y antropogénicos. Por lo que el objetivo principal de este trabajo es determinar la distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos y establecer si existe alguna relación con la disponibilidad de alimento, vientos-corrientes y esfuerzo pesquero. Para ello se monitorearon mensual o bimensualmente 12 playas distribuidas en ambas costas de BCS durante un período de 3 (Golfo de California) a 5 años (Pacífico), con el objetivo de reportar los cadáveres de cetáceos encontrados varados. Se encontraron 426 cadáveres, pertenecientes a 4 especies de misticetos (principalmente *Eschrichtius robustus*) y 11 de odontocetos (principalmente *Delphinus spp.* y *Tursiops truncatus*), siendo este último el orden dominante (85% de los cadáveres). Se determinó que la costa oeste del estado (Pacífico) presenta una de las frecuencias de varamientos más elevadas a nivel mundial, ocurriendo más del 95% de los varamientos en dicha costa. Aunque en las costas del Pacífico se encontró un mayor número de especies varadas (n= 14) que en las costas del Golfo de California (n=6), la diversidad de especies no cambió significativamente entre áreas debido a la abundancia relativa de varamientos. Entre todas las áreas monitoreadas se registró un promedio anual de 85 varamientos de cetáceos. Las frecuencias de varamientos estimadas ($0.32 \text{ cetáceos km}^{-1}\text{año}^{-1}$) no difirieron significativamente entre años. Se identificó principalmente un área con números muy altos de

varamientos: Guerrero Negro (con 4.5 varamientos km^{-1}) localizada en la porción norte de la costa del Pacífico de BCS, encontrándose una estrecha relación con los patrones de vientos y con las corrientes que corren perpendiculares a la costa. También se identificó un mes en donde ocurrieron números altos de varamientos en las costas del Pacífico: Julio (4 varamientos km^{-1}), encontrándose una estrecha relación con vientos con dirección sureste, un incremento en el número de avisos de arribo y mayor concentración de clorofila-a. Se comprobó la evidencia de interacciones antropogénicas (mutilación de apéndices, marcas de redes, cortes de propelas) en casi el 10% de la muestra. Aunque este porcentaje es mayor que el reportado en estudios anteriores, debido a la naturaleza conservadora del análisis efectuado se propone que subestima altamente la cantidad de cetáceos que mueren por causas de interacciones humanas. Los resultados del presente estudio indican que en Baja California Sur la distribución espacio-temporal de varamientos depende de los vientos y corrientes imperantes, la abundancia de cetáceos (relacionada a su vez con disponibilidad de alimento y patrones de residencia y migración de las especies) y la intensidad del esfuerzo pesquero. Los datos de mortalidad presentados en el presente estudio sugieren fuertemente que la captura incidental es responsable de un gran número de ellos. Por lo que se recomienda ampliamente realizar estudios de captura incidental en la zona.

ABSTRACT

A high diversity of cetaceans (32 species) is found in the waters of Baja California Sur, which is bordered on the west by the Pacific Ocean and on the east by the Gulf of California. Although high numbers of strandings occur in the area, little research has been conducted. Previous studies show that stranding occurrence may be associated with some oceanographic and anthropogenic factors. Our main objective is to understand the spatial and temporal distribution of strandings and see if and how they relate to wind stress, superficial ocean currents, chlorophyll-*a* concentration, and fishing effort. Twelve beaches distributed along both shorelines were systematically surveyed once monthly/bimonthly for 3 (Gulf of California) to 5 (Pacific coast) years to document cetacean strandings. From the years 2006-2010, there were 426 strandings, representing 15 species: 4 mysticetes (15%) and 11 odontocetes (85%). A few species comprised the majority of the strandings: *Delphinus spp.* (43.43%), *Tursiops truncatus* (19.38%) and *Eschrichtius robustus* (12.4%). Analysis of the strandings shows that the Pacific coast has one of the highest stranding frequencies worldwide (95% of the events occurred in that coast). The stranded species richness was higher in the Pacific coast (n=14) than in the Gulf of California (n=6), but due to the relative abundance of strandings the stranded species diversity showed no significant differences between coasts. The annual mean of stranding abundance (n=85) did not differ significantly between years. Guerrero Negro (located at the north of the Pacific coast of Baja California Sur) was the area with higher stranding frequencies (4.5 strandings km⁻¹), corresponding to wind stress and ocean currents running perpendicular to the coast. The primary stranding peak was on July (4 strandings km⁻¹), corresponding to southeasterly winds, increased food availability, and peak months of artisanal fishing effort. Evidence of human interaction (missing appendages, propeller cuts and lesions consistent with fishing gear interactions)

were identified in more than 9% of the carcasses. Although this percentage is higher than reports from previous studies, it likely underestimated the actual human interaction numbers due to the conservative evaluation of the carcasses. The results presented in this study indicate that the spatio-temporal distribution of strandings in Baja California Sur depends on oceanographic conditions that facilitate the strandings, cetacean abundance (which is related with food availability and migration and residence patterns) and intensity of the fishing effort. The mortality data strongly suggest the possibility of high levels of bycatch and we recommend that bycatch studies should be conducted for the Pacific coast of Baja California Sur.

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

1.1. Los Cetáceos de Baja California Sur (BCS): distribución, amenazas y conservación

Baja California Sur se encuentra bordeada por el Océano Pacífico en el oeste y por el Golfo de California en el este (Mar de Cortés). En sus aguas se distribuyen alrededor del 40% de las especies de cetáceos que existen a nivel mundial. A la fecha se han registrado 32 especies (tanto de aguas templadas como tropicales) representadas por 3 de las 4 familias de misticetos existentes y 4 de las 10 familias de odontocetos (Tabla 1) (IWC, 2010). La gran diversidad y abundancia de cetáceos en el área se debe principalmente a tres factores: 1) elevadas tasas de productividad primaria y secundaria que proveen recursos alimenticios, 2) una gran variedad de hábitats, y 3) áreas con aguas protegidas y templadas durante el invierno y la primavera que son requeridas por varias especies tanto residentes como migratorias para su reproducción (Urbán *et al.*, 2005).

Se conoce poco sobre la mayor parte de las especies que se distribuyen en las aguas sudcalifornianas (sobre todo en las costas del Pacífico). Esto se debe en gran parte a que el esfuerzo de observación en varias áreas ha sido pobre dada la dificultad (económica y logística) de realizar estudios por medio de monitoreos in vivo (Gerrodette y Palacios, 1996). Por ello los varamientos son una importante fuente de información, ya que la distribución de muchas especies de cetáceos solo

ha sido conocida a través de estos eventos (Aurioles, 1992; Pérez-Cortés *et al.*, 2000; Gendron, 2000; Merel *et al.*, 2002).

Actualmente a nivel mundial, múltiples amenazas están impactando las poblaciones de cetáceos (Prideaux, 2003; Ragen *et al.*, 2005). Durante las últimas décadas 3 factores han tenido un impacto significativo en muchas poblaciones: 1) la degradación del hábitat (Laist, 1997), 2) el aumento del tráfico marítimo (Hildebrand, 2009), y 3) el incremento del esfuerzo pesquero y utilización extensiva de redes agalleras sintéticas (Reeves *et al.*, 2003). Por otro lado se cree que factores como la contaminación (Holsbeek, 1999, O'Shea *et al.*, 1999; Fossi *et al.*, 2009), los rayos UV por la pérdida de la capa de ozono (Martinez-Levasseur *et al.*, 2010), el cambio climático (Würsig *et al.*, 2001; Martinez-Levasseur, 2010), la contaminación acústica (Clark *et al.*, 2009) y el avistamiento de cetáceos con fines turísticos (Bejder y Samuels, 2003), pueden afectar a largo plazo de una forma importante a dicho grupo.

La lista roja de especies amenazadas de la IUCN incluye 4 especies de cetáceos que se distribuyen en BCS en la categoría “en peligro” y 2 especies en la categoría de “vulnerables”. De manera específica, en la norma oficial mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 “Protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestres- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo”, todos los cetáceos que se distribuyen en aguas mexicanas están bajo alguna categoría de riesgo y están sujetas a protección especial (Tabla 1) (Urbán, 2005; Guerrero *et al.*, 2006; Urbán, 2010).

En cuanto al estatus de conservación en México, en el 2002 se publicó en el Diario Oficial de la Federación un acuerdo en el que se estableció que las ballenas se consideran protegidas en todas las aguas territoriales y patrimoniales mexicanas. El código penal federal establece sanciones a quien ilícitamente capture, dañe o prive de la vida a algún mamífero marino, o recolecte o almacene

de cualquier forma sus productos y subproductos. Además, México es signatario de la convención Internacional para el Tráfico de Especies de Flora y Fauna Silvestres (CITES) en donde los cetáceos están incluidos en los apéndices I y II, por lo que el comercio o transporte internacional de los organismos o sus partes se encuentra bajo estricto control (Guerrero *et al.*, 2006; Urbán, 2010).

Tabla 1. Listado de cetáceos que se distribuyen en las aguas de Baja California Sur: descripción de su estatus de protección (IUCN, NOM-59) y distribución general (presencia en región de Pacífico o Golfo de California) definida por avistamientos o varamientos.

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	IUCN	NOM-059	DISTRIBUCIÓN EN BCS
Familia Balaenidae				
<i>Eubalaena japonica</i>	Ballena franca del Pacífico Norte	EN	IDE	P
Familia Eschrichtiidae				
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	LR	SP	G y P
Familia Balaenopteridae				
<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	EN	SP	G y P
<i>Balaenoptera physalus</i>	Ballena de aleta	EN	SP	G
<i>Balaenoptera borealis</i>	Ballena sei	EN	SP	G
<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical	DD	SP	G y P
<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ballena de Minke	LR	SP	G y P
<i>Megaptera novaengliae</i>	Ballena jorobada	VU	SP	G y P
Familia Physeteridae				
<i>Physeter macrocephalus</i>	Cachalote	VU	SP	G(*) y P (*)
Familia Kogiidae				
<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo	DD	SP	G(*)
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	DD	SP	G(*) y P (*)
Familia Ziphiidae				
<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	DD	SP	G y P
<i>Berardius bairdii</i>	Ballena picuda de Baird	LR	SP	G(*) y P
<i>Indopacetus pacificus</i>		DD	SP	G(*)

<i>Mesoplodon peruvianus</i>		DD	SP	G(*)
<i>Mesoplodon densirostris</i>		DD	SP	G(*)
<i>Mesoplodon sp.</i> ^a		DD	SP	G(*) y P(*)

Familia Delphinidae

<i>Steno bredanensis</i>	Delfin de dientes rugosos	DD	SP	G y P
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfin nariz de botella	DD	SP	G y P
<i>Stenella attenuata</i>	Delfin moteado	LR	SP	G(*) y P(*)
<i>Stenella longirostris</i>	Delfin tornillo	DD	SP	G(*) y P(*)
<i>Stenella coeruleoalba</i>	Delfin listado	DD	SP	G(*) y P(*)
<i>Delphinus delphis</i>	Delfin común rostro corto	DD	SP	G(*) y P
<i>Delphinus capensis</i>	Delfin común rostro largo	DD	SP	G y P
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfin de costado blanco	DD	SP	G y P
<i>Grampus griseus</i>	Delfin de Risso	DD	SP	G y P
<i>Lissodelphis borealis</i>	Delfin liso	DD	SP	P(*)
<i>Peponocephala electra</i>	Ballena cabeza de melón	DD	SP	G(*)
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	DD	SP	G y P
<i>Orcinus orca</i>	Ballena asesina	LR	SP	G y P
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ballena piloto	LR	SP	G y P

Tabla modificada de la original realizada por Urban *et al.* (2005) para el Golfo de California y completada para la costa oeste de Baja California Sur (región del Pacífico) con información de Pérez-Cortés *et al.* (2000), Urbán y Pérez-Cortés (2000), Gendron (2000), Urbán (2000). IUCN: EN (en peligro), VU (vulnerables), LR (bajo riesgo), DD (datos deficientes). NOM-59-ECOL-2001: IDE (en peligro de extinción), SP (sujetas a protección especial). G(*) = solamente en algunas áreas del Golfo de California, P(*) = solamente en algunas áreas de la costa del Pacífico de Baja California Sur, G = en toda la costa del Golfo de California que comprende a BCS, P = en toda la costa del Pacífico de Baja California Sur.

^a Especies aun no identificadas, posiblemente nuevas especies

^b Las nuevas especies aún no se encuentran en la lista roja de especies de la IUCN, pero las especies conocidas *Hyperoodon ampullatus* y *H. planifrons*, han sido asignadas a la categoría LR.

1.2. Varamientos de cetáceos: definición y causas de muerte

Aunque no exclusivamente, el término varado define a cualquier cetáceo que se encuentre muerto en una playa cuando no es posible conocer la condición de arribo (si llegó a esta vivo, moribundo o muerto). Se asume que este pudo arribar a ellas ya sea: 1) nadando (vivo o moribundo) debido a que se encontraba enfermo, herido, agotado, desorientado o atrapado, o 2) flotando (muerto) siendo arrastrado por corrientes y viento (Geraci *et al.*, 1999; Geraci y Lounsbury, 2005).

Los varamientos de cetáceos pueden ocurrir de forma individual o grupal. El tipo más frecuente es el varamiento individual. Las causas que los provocan pueden ser: 1) naturales: depredación, infanticidio, abandono de crías, enfermedad o lesión- (Anexo 1) (Geraci y Lounsbury, 2005), o 2) antropogénicas: colisiones con embarcaciones (Chadwick, 2008) y captura incidental (Laist *et al.*, 2001) entre otras. Según Geraci y Lonsbury (2005) existen dos términos para describir el encallamiento de más de dos cetáceos (excluyendo madres y su cría): varamientos masivos y eventos de mortalidad inusual. Si bien ambos términos se refieren al varamiento de varios cetáceos, la diferencia radica en: 1) la condición de arribo de los animales a la playa, y 2) las posibles causas que los provocan. Dado que en los varamientos masivos los cetáceos arriban a las costas vivos, nos enfocaremos a los eventos de mortalidad inusual. Estos se describen como elevadas mortalidades derivadas de causantes inusuales, resultando en una serie de varamientos individuales o varamientos masivos de individuos que arriban a las playas muertos o moribundos. Un factor identificado como principal causante de estas mortalidades inusuales es la pesca incidental en ciertas temporadas (p.e. Morizur *et al.*, 1997). Entre otros factores también se han identificado la inanición (sin determinar su causalidad) (Gulland *et al.*, 2005), enfermedades virales

(Domingo *et al.*, 1995; Duignan *et al.*, 1996) y envenenamiento por biotoxinas (Vidal y Gallo-Reinoso, 1996; Ochoa *et al.*, 1997; Van Dolah, 2003).

1.3. Varamientos de cetáceos en Baja California Sur (BCS): relación con factores oceanográficos y antropogénicos

En BCS existen registros históricos y actuales de una gran cantidad de varamientos de cetáceos, principalmente de la Bahía de La Paz (Rizo, 1990), Bahía Magdalena (Mercuri, 2007) y Guerrero Negro (Gulland *et al.*, 2005). Aunque es una región conocida por la elevada ocurrencia de varamientos, no existe ningún trabajo a nivel estatal (evaluando las costas del Pacífico, región de los Cabos y Golfo de California) que analice cuantitativamente en una escala de tiempo amplia la relación de dichos eventos y los factores oceanográficos y antropogénicos imperantes en cada región. Esto es, por una parte debido a la dificultad de monitorear la gran extensión territorial del estado (ya que a la fecha no existe una red de varamientos establecida, como suele haber en otros países con varamientos frecuentes en sus costas) y por otra, a que la mayor parte de las publicaciones acerca del tema han sido en su mayoría en relación a eventos específicos de varamientos masivos (Sánchez, 1996; Guerrero-Ruiz *et al.*, 2006; Urbán *et al.*, 2007).

Las características oceanográficas de BCS (ver sección 4.1) influyen la distribución, abundancia y frecuencia de los varamientos que ocurren en la zona. Mercuri (2007) encontró que los cambios estacionales en la abundancia de recursos alimenticios en Bahía Magdalena, propician a su vez cambios estacionales en la abundancia y riqueza de cetáceos. En las estaciones cuando la

disponibilidad de presas es mayor, la abundancia y riqueza de cetáceos incrementa. A mayor número de cetáceos presentes en un área, mayor la probabilidad de encontrar más individuos varados, lo cual dependerá a su vez tanto de causantes naturales como antropogénicos. Por otro lado se ha visto que también la batimetría (Rizo, 1990), corrientes y vientos (Wolheim, 2007; Mancini, 2009) pueden tener un efecto importante sobre la distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos. En áreas costeras que presentan canales angostos, aguas poco profundas, bancos de arena, esteros, corrientes fuertes y cambios de marea repentinos, los varamientos son más comunes por lo que incluso se les ha nombrado “trampas balleneras” (Nicol, 1985; Wiley *et al.*, 2001). La Bahía de La Paz se encuentra entre ellas (Gilmore, 1957; Rizo, 1990). Las corrientes y vientos son un factor muy importante ya que de ellas dependerá el transporte pasivo de los cetáceos que han muerto en altamar hacia las playas (Walker *et al.*, 2005).

Otros factores como la temperatura del agua (que acelera la tasa de descomposición), la distancia a la costa, la biodegradación del cadáver, carroñeros y el grado de flotabilidad (algunos cadáveres pueden hundirse al poco tiempo que mueren, mientras otros flotan) también pueden influenciar la abundancia y distribución de los cadáveres de cetáceos en las playas, por lo que no siempre los varamientos son un reflejo de las tasas de mortalidad en alta mar (McLeod *et al.*, 2004).

La residencia y migración de especies también juega un papel importante en la distribución espacio temporal de los varamientos (Mercuri, 2007). En algunos sitios en donde cetáceos de hábitos costeros residen en el área o migran estacionalmente a través de ella, se dice que los varamientos ocurren de forma “predecible” o “consistente”. Por ejemplo en el sur de Estados Unidos durante todo el año se registran varamientos de *Tursiops truncatus* (delfín nariz de botella) que es una especie residente, mientras que en lagunas costeras de Baja California Sur se observan varamientos de *E. robustus* (ballena gris) solo durante la época de de

invierno y primavera cuando migran al área para reproducirse (Mead, 1979; Le Boeuf *et al.*, 2000).

Con la proliferación de las redes agalleras en todo el mundo, desde los años 70's los enmallamientos y la mortalidad por captura incidental emergió como la principal amenaza para muchas poblaciones de cetáceos (Northridge, 1991). La pesca incidental se define como la captura involuntaria de especies distintas a las especies objetivo (NOAA, 1997). Actualmente se sabe que la mayoría de las muertes de cetáceos (a excepción de causas naturales) es resultado de dichas capturas (Northridge y Hofman, 1999), especialmente en países con pesquerías artesanales extensivas (Palacios y Gerrodette, 1996), como se da en México. La captura incidental juega un papel importante en la demografía poblacional de los cetáceos, una mortalidad alta atribuida a estas capturas puede poner en riesgo la persistencia de algunas especies (Read, 1996), como es el caso de la vaquita (*Phocoena sinus*) en el alto Golfo de California (Rojas-Bracho y Taylor, 1999). Aunque se sabe que la captura incidental en BCS juega un papel importante en la distribución, abundancia y frecuencia de los varamientos de tortugas marinas (Mancini, 2009), no se conoce mucho sobre la relación que tiene con los varamientos de cetáceos. Existen solamente un trabajo en BCS que ha evaluado la evidencia de dichas interacciones a nivel local en Bahía Magdalena (Mercuri, 2007).

Por medio del análisis de los varamientos es posible obtener datos para determinar la distribución espacio-temporal y las tendencias de mortalidad de una especie (Epperly *et al.*, 1996; Chaloupka y Musick, 1997).

2. JUSTIFICACIÓN

Estudios anteriores realizados a nivel local, a corto plazo o con otras especies (tortugas, lobos marinos) sugieren que la tasa de varamientos en Baja California Sur es muy alta. Se han propuesto múltiples factores oceanográficos como causantes, pero hasta el momento no se ha identificado la correlación de estos factores con la frecuencia de varamientos a nivel estatal. El monitoreo de varamientos también ha sido una herramienta útil para conocer la interacción entre algunos animales marinos y ciertas actividades humanas. En Baja California Sur la pesca es una actividad importante y se sabe que es causante de elevadas mortalidades de tortugas marinas, pero se conoce poco acerca del impacto potencial que esta pueda tener sobre las poblaciones de cetáceos.

Dada la dificultad de realizar monitoreos *in vivo*, en la mayor parte de Baja California Sur se conoce poco acerca de la distribución y abundancia de la mayoría de las especies de cetáceos. Por ello los varamientos pueden ser también una importante fuente de información acerca de biología, demografía, diversidad y ecología de los cetáceos. En algunos casos toda la información que se conoce de especies de cetáceos, ha sido obtenida por medio de animales varados.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos ocurridos en Baja California Sur durante los años 2006-2010 y establecer si existe una relación con ciertos factores oceanográficos y antropogénicos.

Objetivos particulares

- Establecer si la frecuencia de varamientos difiere entre áreas, regiones, años y estaciones.
- Estimar la riqueza y diversidad de especies varadas y conocer si existen diferencias entre áreas, estaciones, regiones y años.
- Describir la composición de tallas y sexos de las especies varadas.
- Identificar si existe una relación entre frecuencia de varamientos y los cambios estacionales en concentración de clorofila-a, vientos/corrientes superficiales y temperatura superficial del agua.
- Estimar la abundancia estacional de cetáceos varados con evidencia de interacciones humanas (IH) e identificar si existe una relación con estacionalidad de las pesquerías artesanales que utilizan redes de enmalle en el área de estudio.

4. AREA DE ESTUDIO

4.1. Descripción oceanográfica

Baja California Sur está ubicada al sur de la península de Baja California entre los 28°N, 116°W y los 23°N, 110°W. Esta región presenta el litoral más largo en México con aproximadamente 2,200 km de costa (Secretaría de Pesca, 1987).

Las aguas de la costa oeste (Pacífico) de Baja California Sur se encuentran en uno de los sistemas marinos más productivos a nivel mundial. Estas forman parte del sistema de la Corriente de California, la cual se desplaza paralela a la costa hacia el sur (Hernández *et al.*, 1991). La confluencia de 2 sistemas de corrientes oceánicas determinan las condiciones fisicoquímicas del área: la Corriente de California de origen subártico con aguas frías de baja salinidad y bajas concentraciones de nutrientes y las aguas sub-superficiales de origen tropical con aguas templadas y ricas en nutrientes. Superficial y cercana a la costa también se encuentra la contra corriente de California. A las tres corrientes en conjunto se les denomina sistema de la Corriente de California (Chávez *et al.*, 2002). Este sistema produce una zona de transición templado-tropical desde Punta Abreojos hasta el sur de Bahía Magdalena; (Hernández *et al.*, 1991), la cual se caracteriza por su elevada productividad biológica y es reconocida como un área de gran relevancia ecológica y pesquera (Luch-Belda, 2000). Por efecto de los vientos y de la batimetría, el sistema de la Corriente de California genera surgencias costeras a lo largo del año, con mayor intensidad de Marzo a Junio, dando como resultado una elevada producción primaria y secundaria. Existen planicies costeras donde se han formado complejos lagunares: Laguna Ojo de Liebre/ Guerrero Negro, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena. Las mareas son

de tipo mixto-semidiurno, con 2 pleamares y 2 bajamares en el día. Existe un gradiente de temperatura que aumenta hacia el sur. Por lo general, la temperatura fluctúa entre invierno y verano entre 14°C a 23°C en el norte del estado y de 20°C a 28°C en la parte sur. La batimetría en la costa oeste se caracteriza por una plataforma continental relativamente estrecha y de mucha pendiente en la parte sur y una plataforma más ancha y de menos pendiente en la parte norte. En general la costa del Pacífico se encuentra bordeada por playas arenosas interrumpidas por zonas rocosas (Arizpe, 1998; Zaytsev *et al.*, 2003).

La costa este de Baja California Sur incluye dos de las cinco regiones en que se divide el Golfo de California: 1) la entrada en comunicación con el Océano Pacífico y 2) el Golfo Sur que incluye toda el área hasta la Isla Tiburón. El Golfo de California (Mar de Cortés) presenta varias características oceanográficas que lo hacen único entre los mares semi-cerrados de latitudes y dimensiones similares. Este mar se encuentra constantemente influenciado por muchos de los factores oceanográficos imperantes en el Océano Pacífico (p.e. la Corriente de California, mareas, oleaje y el fenómeno El niño). Los procesos locales son importantes en escalas de tiempo más pequeñas y estos alteran las características termohalinas de las capas superficiales de agua. Las corrientes generan mareas internas y frentes de temperatura superficial. Durante el verano las corrientes con dirección hacia el continente (hacia fuera de la península con dirección este) se deben a oleaje costero, mientras que en el invierno estas mismas corrientes son provocadas por el viento. Las mareas son de tipo mixto semi-diurno (Lavin y Marione, 2003). Topográficamente, se divide en una serie de cuencas y trincheras que se hacen más profundas al sur y que están separadas por crestas transversales. En contraste con la costa del Pacífico, en general la costa del Golfo de California se encuentra bordeada por playas rocosas interrumpidas por algunas playas arenosas y pequeñas bahías. El Golfo de California tiene tres mecanismos de obtención de nutrientes: 1) surgencias inducidas por el viento, 2) mezcla de mareas, y 3) circulación termohalina. Los eventos de surgencias duran pocos días

y luego que la columna de agua se estabiliza se da el florecimiento de las comunidades fitoplanctónicas. Aunque en verano los vientos del sureste son de similar magnitud a los vientos de invierno, debido a la estratificación que se da en verano las surgencias tienen un efecto débil en la biomasa del fitoplancton, causando que la concentración de clorofila se incremente solamente a valores alrededor de 0.5mgm^{-3} (Álvarez-Borrego, 1983).

4.2. La pesca artesanal en Baja California Sur (BCS)

Ambas costas de BCS se encuentran dentro de la zona pesquera más productiva de México. La flota artesanal que opera en el área es multi-específica y en su mayoría se encuentra organizada en cooperativas pesqueras. A lo largo del año las cooperativas capturan distintas especies objetivo. Las artes de pesca más utilizadas son redes de enmalle (fijas en el fondo y de deriva) y palangres (Carta Nacional Pesquera, 2004). Para el 2010 la flota pesquera se conformaba por 3,338 embarcaciones, de estas 61 embarcaciones pertenecen a la pesca de altura (incluye a pesquerías industriales de camarón, atún, sardina, anchoveta y escama) y 3,277 embarcaciones a la pesca riveña (embarcaciones con eslora menor o igual a 10m y cuya actividad principal es la pesca comercial) (SAGARPA, 2010). Pero se sabe que también operan muchas embarcaciones sin permisos (Guzón-Zatarain, 2006; Mancini, 2009).

Existen varias pesquerías en el área que generan una potencial amenaza para las poblaciones de cetáceos, siendo una de las principales la pesquería de elasmobranchios, la cual tiene una gran importancia económica, tanto en el Golfo de California como en la costa oeste de BCS (Holts *et al.*, 1998). Pero a la fecha, a

excepción del modelo que estima la captura incidental de pequeños cetáceos en el noreste mexicano realizado por Guzón-Zatarain (2006), no se han conducido evaluaciones sobre la magnitud de la captura incidental de cetáceos en la región.

3. METODOLOGÍA

5.1. Monitoreo de varamientos

En Baja California Sur no existe una red de varamientos, por lo mismo no se llevan registros sistemáticos de estos eventos. Por ello, para analizar los varamientos de cetáceos ocurridos en más de 2,200km de costa, se dividió al estado en tres regiones y dentro de estas regiones se eligieron 12 áreas costeras que presentaran una cobertura representativa de las costas del estado de Baja California Sur: 1) Costa oeste-Pacífico (Guerrero Negro, Punta Abreojos, Laguna San Ignacio, San Juanico, Bahía Magdalena, Todos Santos), 2) Cabo-punta de la península de Baja California (Los Cabos, Cabo Pulmo), 3) Costa este-Golfo de California (Bahía La Ventana, La Paz, Loreto, Mulegé) (Fig. 1).

El monitoreo de varamientos consistió en realizar recorridos en ciertas playas (una playa por cada una de las 12 áreas elegidas). Dichas playas fueron elegidas por su accesibilidad y/o por reportes previos que indicaban que ocurrían varamientos frecuentemente. En total se monitorearon 230 km de costa (Tabla 2). Los recorridos se realizaron en bajamar a la altura de la marea más alta, recorriendo cada una de las playas por completo y buscando cadáveres de cetáceos que quedaran varados en la línea de marea. También se revisaron áreas cercanas a la marea (p.e. orilla de las dunas frente a las playas, zonas rocosas). Para realizar los recorridos se utilizó una cuatrimoto y en los casos de las islas se llegó a ellas por medio de una embarcación (“panga”) en donde se trasportaba la cuatrimoto. No se realizaron recorridos caminando. Los recorridos fueron realizados en su mayoría por dos personas (un conductor y un observador).

Aunque diferentes personas realizaron los recorridos, todos los participantes fueron biólogos marinos o veterinarios.

Las áreas monitoreadas y el tiempo transcurrido entre monitoreos variaron en los 5 años de estudio. Originalmente se pretendió realizar monitoreos bimensuales en las 12 playas, pero debido a ciertas condiciones climatológicas imperantes, dificultad logística y diferencias observadas entre áreas y regiones en las abundancias de varamientos, algunos monitoreos se hicieron mensualmente, otros de forma bimensual y en algunas ocasiones no se realizaron monitoreos durante varios meses (p.e. en el año 2008 los monitoreos se realizaron solamente de Febrero a Agosto). Del año 2006 al 2008 los monitoreos se efectuaron tanto en las playas de las costas del Golfo (incluyendo a la región denominada como Cabo), como en las del Pacífico. Debido a las bajas abundancias de varamientos mencionadas, a partir del año 2009 los monitoreos solamente se realizaron solamente en la región del Pacífico (a excepción del área de Todos Santos). El presente estudio incluye los datos utilizados por Wollheim (2007) que comprenden los varamientos de mamíferos marinos en BCS entre Febrero del 2006 y Abril del 2007. Todos datos colectados hasta el año 2008 fueron tomados por Mancini (2009) dentro de su proyecto de varamientos de tortugas marinas.

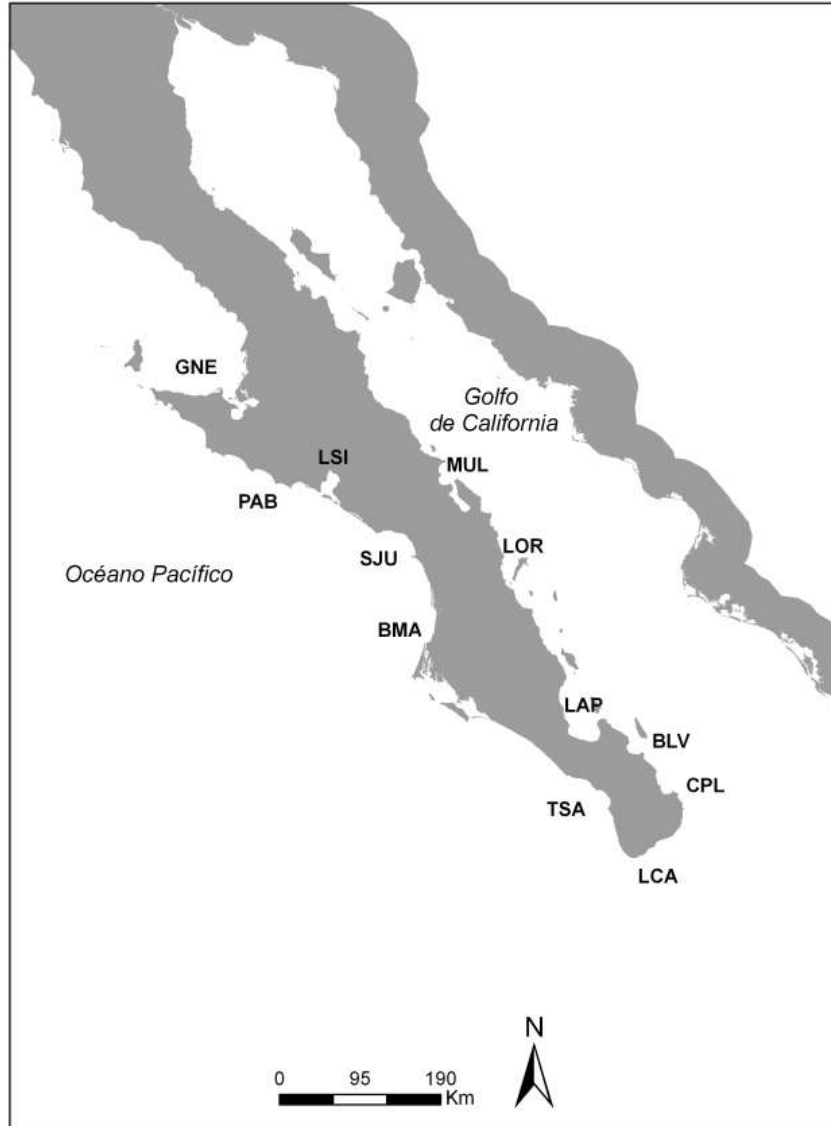


Figura 1. Localización de las áreas en las cuales se realizaron los monitoreos de varamientos de cetáceos en Baja California Sur (2006-2010).

Tabla 2. Descripción de los sitios de muestreo.

Área (CODIGO)	Nombre de la playa	Distancia recorrida km	Coordenadas
Guerrero Negro (GNE)	Isla Arena	30	27.82N/-114.57E
Punta Abreojos (PAB)	Playa Norte/Playa Sur	17.50/18.50	26.8N/-113.97E
Laguna San Ignacio (LSI)	San Ignacio	13	26.6N/-113.97E
San Juanico (SJU)	Playa Norte/ Playa Sur	6.50/13.7	26.12N/-112.47E
Bahía Magdalena (BMA)	Islote Santo Domingo	20.80	25.5N/-112.2E
Todos Santos (TSA)	Agua Blanca	34	23.52N/-110.42E
Los Cabos (LCA)	El Suspiro	13	22.77N/-109.97E
Cabo Pulmo (CPL)	Los Frailes	4	23.67N/-109.62E
Bahía La Ventana (BLV)	La ventana	15	24.32N/-110.17E
Bahía La Paz (LAP)	El Mogote	25.64	24.27N/-110.47E
Loreto (LOR)	-----	10	25.42N/-110.24E
Mulegé (MUL)	Arroyo Hondo	7.5	26.92N/-111.77E

*Fuente: Mancini (2009) y Wollheim (2007).

5.2. Colecta de datos

Dada la limitada disponibilidad de recursos para cubrir 230km de costa, la colecta de los datos se realizó solamente a nivel “básico” según Geraci y Lonsbury (2005). Debido a la baja frecuencia de monitoreo, la mayor parte de los cadáveres encontrados no estaban frescos, lo que los hacía inservibles para realizar necropsias, por ello en la presente investigación no se evaluaron las necropsias de ningún cadáver (las cuales si se comenzaron a realizar como parte del protocolo de colecta de datos en campo desde el 2010).

En campo, cada cadáver encontrado en los recorridos se identificó a nivel especie, de acuerdo a las claves de identificación de cetáceos propuestas por Carwardine (1996) y Geraci y Lonsbury (2005). Las identificaciones se hicieron por medio de conteos del número de dientes y por similitudes morfológicas. Cuando el estado del cadáver lo permitió se identificó el sexo por medio de un examen externo. Los cadáveres de cetáceos en los que no se pudo definir el sexo (hembra o macho) se caracterizaron como indiferenciados. Se midió la longitud del cuerpo desde la punta del rostro hasta el pedúnculo caudal con una cinta métrica y una precisión de 1 cm. Se determinó si los cadáveres presentaban evidencia de interacción humana (mutilaciones, heridas, impresiones, laceraciones, abrasiones, traumas, golpes contundentes o cicatrices). El cadáver se clasificó en códigos establecidos por Geraci y Lonsbury (2005) clasificados de acuerdo al grado de descomposición y estado del cadáver (Anexo 2). Para cada cadáver se tomaron las posiciones geográficas (utilizando un GPS de la marca Garmin modelo 72) y fotografías. Para evitar el doble registro de un mismo cetáceo, cada cadáver se marcó con pintura roja y se le ató un cincho en la aleta caudal para evitar que en muestreos posteriores se volviera a contar. Aunque no fueron utilizadas para el presente estudio, también se tomaron muestras de dientes, piel y grasa (en los organismos frescos).

Es importante mencionar que los datos fueron tomados por diferentes colectores durante los 5 años de muestreo. Por lo que para evitar el sesgo de observación, los criterios de: 1) determinación de especie, 2) códigos de descomposición de los cadáveres y 3) evidencia de interacción con actividades humanas, fueron re-evaluados por medio de las fotografías tomadas y en los casos necesarios corregidos con la ayuda del departamento de investigación de varamientos de Mote Marine Laboratory (Miembro de la US Stranding Network) en Sarasota, Florida.

5.3. Abundancia, frecuencia y distribución espacio-temporal de varamientos

Se calculó la abundancia de misticetos y odontocetos varados mensualmente en cada área durante los 5 años de estudio (excepción región Golfo y Cabo en las cuales se monitoreó solo durante 3 años). Para calcular la abundancia estacional se sumaron las abundancias mensuales correspondientes a cada estación. Las estaciones del año se dividieron de acuerdo al estudio de Mercuri (2007) por motivos comparativos, siendo: primavera (Marzo-Mayo), verano (Junio-Agosto), otoño (Septiembre-Noviembre) e invierno (Diciembre-Febrero).

La frecuencia de varamientos (**FV**) se calculó 1) por área (promediando los varamientos ocurridos durante los 5 años de estudio en cada área), 2) por mes en cada área (promediando los varamientos ocurridos en cada uno de los meses del año durante los 5 años de estudio en cada área), y 3) por año (promediando los varamientos ocurridos en las 12 áreas para cada año). La **FV** fue calculada

como el número de varamientos ocurridos (abundancia) por kilómetro de playa (**FV = n varamientos / Km**).

Se utilizaron pruebas ANOVA y análisis post-hoc de Tukey por medio de los programas R-project y Past (Palaeontological Statistics versión 1.13) para determinar si existían diferencias en las frecuencias de varamientos entre áreas, años y meses.

También se realizó una comparación estacional de la distribución de varamientos ocurridos en las áreas con mayor frecuencia de ocurrencia de dichos eventos. Para esto, se comparó gráficamente en mapas realizados con el programa ArcGis versión 9.3, las abundancias entre subórdenes (misticetos/odontocetos) y entre cetáceos con y sin evidencia de interacciones humanas (ver sección 5.7).

5.4. Evaluación de la composición de sexos y clases de edad de los cetáceos varados

Por medio de las tallas reportadas para las diferentes especies de cetáceos encontradas varadas en el área de estudio (tabla 3) se determinó la clase de edad: cría, juvenil o adulto de cada uno de los cadáveres que fueron medidos e identificados a nivel de especie. También se evaluó la relación entre el sexo de los cadáveres y estado de descomposición de los mismos. Para ello se realizó una comparación el número y estado de descomposición de cadáveres en los cuales se identificó el sexo.

Tabla 3. Determinación de clase de edades basadas en la longitud de las especies de cetáceos encontradas varadas. Los individuos juveniles se encuentran entre el rango de longitudes de las crías y los adultos.

Nombre científico	Nombre común	Longitud (m) - clase de edad	
		Cría	Adulto
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	0.8-1.4	2.45-3.8
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común rostro corto	0.8-1.0	1.7-2.7
<i>Delphinus capensis</i>	Delfín común rostro largo	0.8-1.0	1.9-2.5
<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	Delfín de costados blancos	0.8-1.2	1.7-2.5
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín moteado	0.8-1.0	1.7-2.57
<i>Peponocephala electra</i>	Ballena cabeza de melón	1.0	2.3-2.75
<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ballena piloto	1.4 -1.9	3.6-6.5
<i>Orcinus orca</i>	Orca	2.2-2.6	5.5-9.8
<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	1.6-1.9	4.3-6
<i>Kogia sima</i>	Cachalote enano	1.0	2.1-2.7
<i>Berardius bairdii</i>	Ballena picuda de Baird	4.5	10-12.8
<i>Eschrichtius robustus</i>	Ballena gris	4.5-5	11-15
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	4-4.6	11.5-17
<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical	3.4-4	9-15.6
<i>Balaenoptera physallus</i>	Ballena de aleta	6-6.5	18-24

*Fuente: Geraci y Lonsbury, 2005; Carwardine, 2002; Reeves, 2002.

5.5. Riqueza y diversidad de especies varadas

La riqueza y diversidad de especies varadas se calcularon por año, por estación, por área y región. La riqueza de especies (S) se determinó como el número de especies varadas. Para medir la diversidad de especies varadas se utilizó el índice Shannon Wiener (H') (Magurran, 1988).

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

En donde p_i = la abundancia relativa de cada especie. Calculada como n_i / N , donde n_i = la cantidad de individuos varados de una especie dada, y N = total de individuos varados (por mes, año o área) que fueron identificados a nivel especie (se eliminaron los organismos clasificados como “no identificados”).

La diversidad de especies se representó gráficamente en las áreas con mayor frecuencia de varamientos en cada una de las costas (GNE, PAB, SJU, BMA y LAP) por medio de un mapa realizado con el programa ArcGis 9.3.

5.6. Evaluación de interacción antropogénica

Dado que la información obtenida de los cadáveres concerniente a interacciones humanas (IH) puede ser fácilmente malinterpretada, esta se analizó de manera conservadora siguiendo el protocolo utilizado por la US Stranding Network (Pugliares *et al.*, 2007): asumiendo que todas las observaciones eran de origen no determinado (ND) por lo que se debía probar lo contrario. Como no se

realizaron exámenes internos (necropsias), no se pudo comprobar en ninguno de los cetáceos varados la ausencia de evidencia de interacciones humanas (IH -). Por lo tanto, los cadáveres se clasificaron en 2 categorías: 1) IH+= cuando en un cadáver si se observo evidencia externa de interacciones humanas, y 2) ND = cuando en un cadáver no se observo evidencia externa de IH, o cuando en un cadáver **no se pudo determinar** si las marcas, mutilaciones, golpes o cicatrices que presentaba eran evidencia de interacciones humanas (incluyendo a los animales con avanzado estado de descomposición, marcas de origen desconocido, daño por cañoneros y depredadores). Las interacciones humanas positivas (IH+) se clasificaron a su vez en 3 categorías: 1) interacción con pesquerías (si se encontraba evidencia contundente de laceraciones, abrasiones, impresiones o cicatrices que indicaran enmallamiento en red, sedal o cabo), 2) mutilaciones (cortes limpios de apéndices o craneos), y 3) colisiones con embarcaciones (evidencia física externa de cortes de propelas, no importando si estas fueron realizadas post-mortem, traumas o golpes contundentes que indicaran choque con alguna embarcación) (Touhey y Barco, 2006).

El análisis de los datos se realizó de dos formas diferentes: 1) comparando el total de individuos categorizados como IH+ con respecto al total de individuos varados, y 2) comparando el total de IH+ con respecto al total de cadáveres en los cuales era posible identificar por medio de un examen externo evidencia de interacciones humanas. Esto es, cadáveres que no se encontraban en estado de descomposición ni habían sido comidos por carroñeros (solo código 2-cadaveres frescos, ver anexo 2).

Dado que no se realizaron necropsias hasta el año 2010 no se pudo comprobar si la interacción humana contribuyo al varamiento o a la causa de muerte de los cetáceos varados (a excepción de un caso, el cual puede ejemplificar lo sucedido en los cadáveres con evidencia de mutilación de apéndices).

Para conocer si existían diferencias en las abundancias estacionales y locales de varamientos con evidencia de IH se aplicaron pruebas de bondad de ajuste (χ^2). La distribución y abundancia estacional de los varamientos que presentaron evidencia de IH se representó gráficamente en los mapas descritos en la sección 5.3.

5.7. Relación entre abundancia espaciotemporal de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas

Se realizó un análisis de correlación con el programa Palaeontological Statistics (PAST) versión 1.13. Se utilizó el coeficiente de Pearson para conocer la posible relación entre abundancia de varamientos y algunos factores oceanográficos/antropogénicos en cada una de los años y áreas de estudio. Los parámetros seleccionados para tales correlaciones fueron:

- Avisos de arribo, como medida del esfuerzo pesquero: se obtuvieron por medio de avisos de SAGARPA (bases de datos cortesía del Dr. Juan Gabriel Uribe, CRIP La Paz).
- Concentración de clorofila-a (mg/m^3), como medida de la disponibilidad de alimento: obtenida de imágenes satelitales (promedios mensuales) cortesía de NASA GSFC (Data set: chlorophyll-a, Aquamodis, NPP, 0.05degrees, Global, Science Quality).

- Temperatura superficial del agua (C°): obtenida de imágenes satelitales (promedios mensuales) cortesía de Remote Sensing Systems Inc. JAXA, NASA, OSDPD, CoastWatch (Data set: SST, Blended, 0.1 degrees, Global, Experimental).
- Velocidad y dirección (por vectores) de los vientos (m/s^{-1}): obtenida de imágenes satelitales (promedios mensuales) cortesía de NOAA NCDC (Data set: Windstress, NCDC Blended, 0.25 degree, Global, Zonal*).
- Velocidad y dirección (por vectores) de las corrientes (m/s^{-1}): obtenida de imágenes satelitales (promedios mensuales) cortesía de Aviso (Data set: Currents, geostrophic, Aviso, 0.25 degrees, Global, Zonal*).

Todos los datos satelitales se obtuvieron del sitio CoastWatch de la NOAA (<http://coastwatch.pfeg.noaa.gov>).

Para todas las variables se obtuvieron los promedios mensuales por año y por sitio para la región geográfica adyacente a cada una de las áreas de estudio disponibles, representando el área costera. Aunque se realizaron análisis de cada una de las variables por región, el análisis de correlación solamente se realizó en 4 áreas que presentaron abundancias de varamientos significativas.

6. RESULTADOS

6.1. Abundancia de varamientos

Durante los años 2006-2010 se encontraron 426 cetáceos varados en las 12 áreas monitoreadas en BCS (Anexo 3). Del total, 85% corresponden a odontocetos y 15% a misticetos. La mayor parte de los varamientos (95.30%) ocurrieron en la costa oeste del estado (región del Pacífico). En la costa este (región del Golfo de California) y región de los Cabos solamente ocurrieron 4.22% y 0.47% del total de varamientos registrados respectivamente (Tabla 4).

Verano fue la estación donde ocurrieron más del 65% de los varamientos de odontocetos, mientras los misticetos vararon principalmente en primavera (67%).

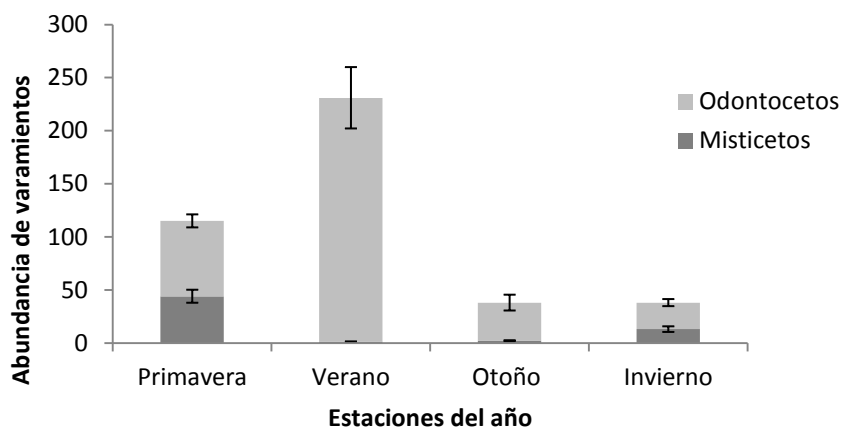


Figura 2. Abundancia estacional de varamientos de cetáceos en Baja California Sur durante los años 2006-2010, incluyendo todas las áreas y años monitoreados.

Tabla 4. Abundancia de cetáceos varados durante 2006-2010 en cada una de las 12 áreas de monitoreo para las tres regiones en que se subdividió Baja California Sur.

	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
Varamientos (n)	78	80	51	128	92	426
Misticetos	21	7	11	13	14	66
Odontocetos	57	73	40	115	78	363
GNE	20	16	17	47	40	140
PAB	20	7	6	23	14	70
LSI	2	2	1	2	0	7
SJU	0	24	6	36	16	82
BMA	28	19	11	20	19	97
TSA	0	5	5	0	0	10
Región Pacífico	70	73	46	128	89	406
LCA	0	1	0			1
CPL	0	0	1			1
Región Cabo	0	1	1			2
BLV	3	1	0			4
LAP	5	5	3			13
LOR	0	0	0			0
MUL	0	0	1			1
Región Golfo	8	6	4			18

*A partir del 2009 los monitoreos solamente se realizaron en la región oeste (costa del Pacífico).

6.2. Frecuencia de varamientos

En la Figura 3 se observa que en los años 2008 y 2009 se registró la menor y mayor frecuencia de varamientos respectivamente, sin embargo el análisis de varianzas (prueba ANOVA) no muestra diferencias significativas entre las frecuencias anuales de varamientos ($P = 0.587$) (Tabla 5a).

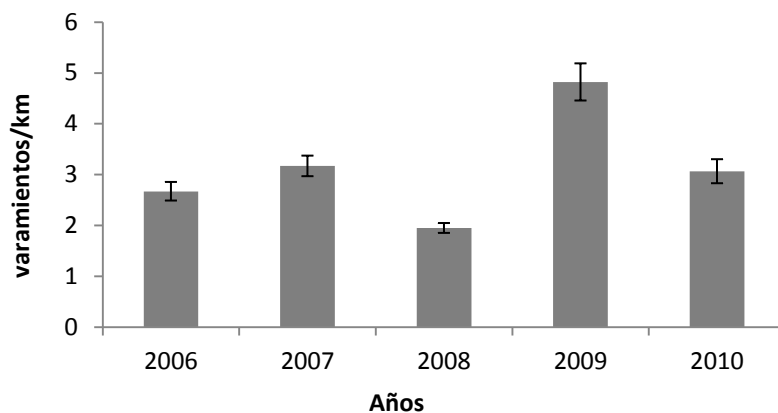


Figura 3. Promedio anual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010.

Las frecuencias de varamientos difirieron significativamente entre áreas ($P = 4.88E^{-5}$, Tabla 5b). Por medio de la prueba de Tukey se encontró la existencia de tres grupos homogéneos. La mayor frecuencia de varamientos se registró en GNE y las menores en LSI, TSA, LCA, CPL y LOR (Fig. 4).

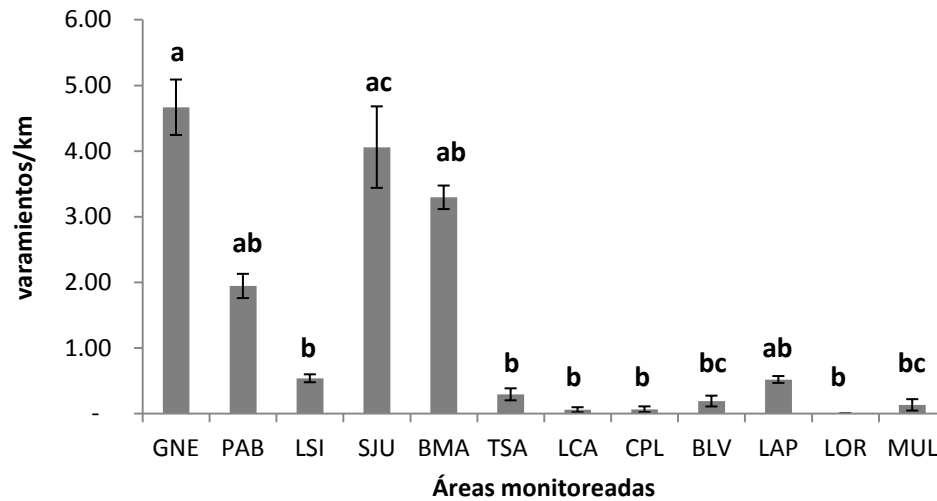


Figura 4. Promedio local (en cada una de las áreas monitoreadas) de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey.

Las frecuencias de varamientos también difirieron significativamente entre meses ($P = 7.81E^{-4}$, Tabla 5c). Por medio de la prueba de Tukey se encontró la existencia de dos grupos homogéneos. La mayor frecuencia de varamientos se registró en Julio y las menores durante los meses de Septiembre a Enero (Fig. 5).

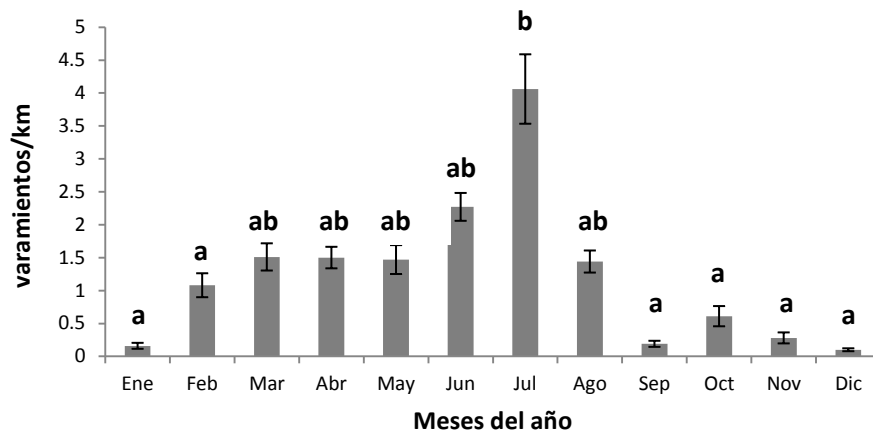


Figura 5. Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en Baja California Sur durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey.

Tabla 5. ANOVA de una vía, comparando las frecuencias anuales, locales y mensuales de varamientos de cetáceos en Baja California Sur.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad
(a)					
Años	0.389313	4	0.0973283	0.7125	0.5870
Error	7.5135	55	0.136609		
(b)					
Áreas	5.58508	11	0.507735	5.446	4.88E-5***
Error	3.35625	36	0.0932291		
(c)					
Mes	2.83112	11	0.257375	3.684	7.81E-4***
Error	3.35356	48	0.0698658		

(a) Las frecuencias anuales no difirieron significativamente entre años. (b) Las frecuencias locales difirieron significativamente entre áreas. Los resultados de las pruebas post-hoc de Tukey se muestran en la figura 5. (c) Las frecuencias locales difirieron significativamente entre áreas. Los resultados de las pruebas post-hoc de Tukey se muestran en la figura 6.

En las Figura 6 se observan la frecuencia mensual de varamientos en cada una de las 6 regiones monitoreadas en la costa del Pacífico de BCS. En GNE a finales de invierno comienzan a incrementarse las frecuencias de varamientos hasta llegar a un pico Abril, luego a finales de primavera las frecuencias disminuyen de nuevo durante un mes. Cuando comienza el verano estas se incrementan de nuevo y se observa un segundo pico en Junio y Julio. En PAB y SJU, las mayores frecuencias de varamientos se observaron en los meses verano. En BMA las mayores frecuencias de varamientos se observan a finales de primavera (Mayo) y mediados de verano (Julio). En LSI durante todos los meses de primavera se observan las mayores frecuencias de varamientos. En TSA las mayores frecuencias se registraron a finales de primavera y principios de verano (Junio).

A diferencia de la región del Pacífico, en la región de los Cabos y Golfo de California (Fig. 7) no se observó una estacionalidad marcada en los varamientos. Además que las frecuencias fueron en general bajas, en cada área monitoreada los varamientos difirieron entre meses y no se encontró un patrón general.

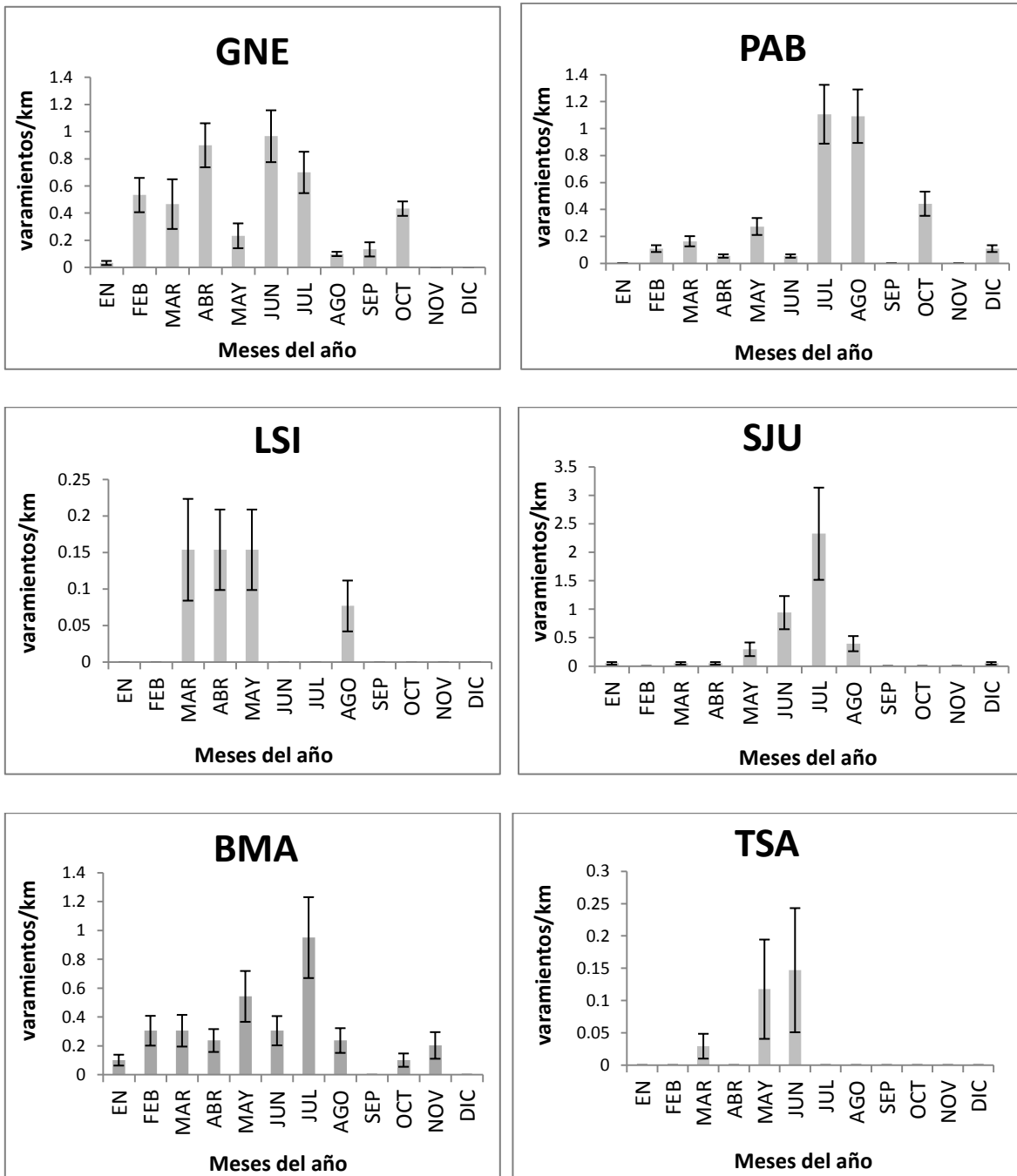


Figura 6. Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en las áreas monitoreadas en la región del Pacífico de BCS durante los años 2006-2010.

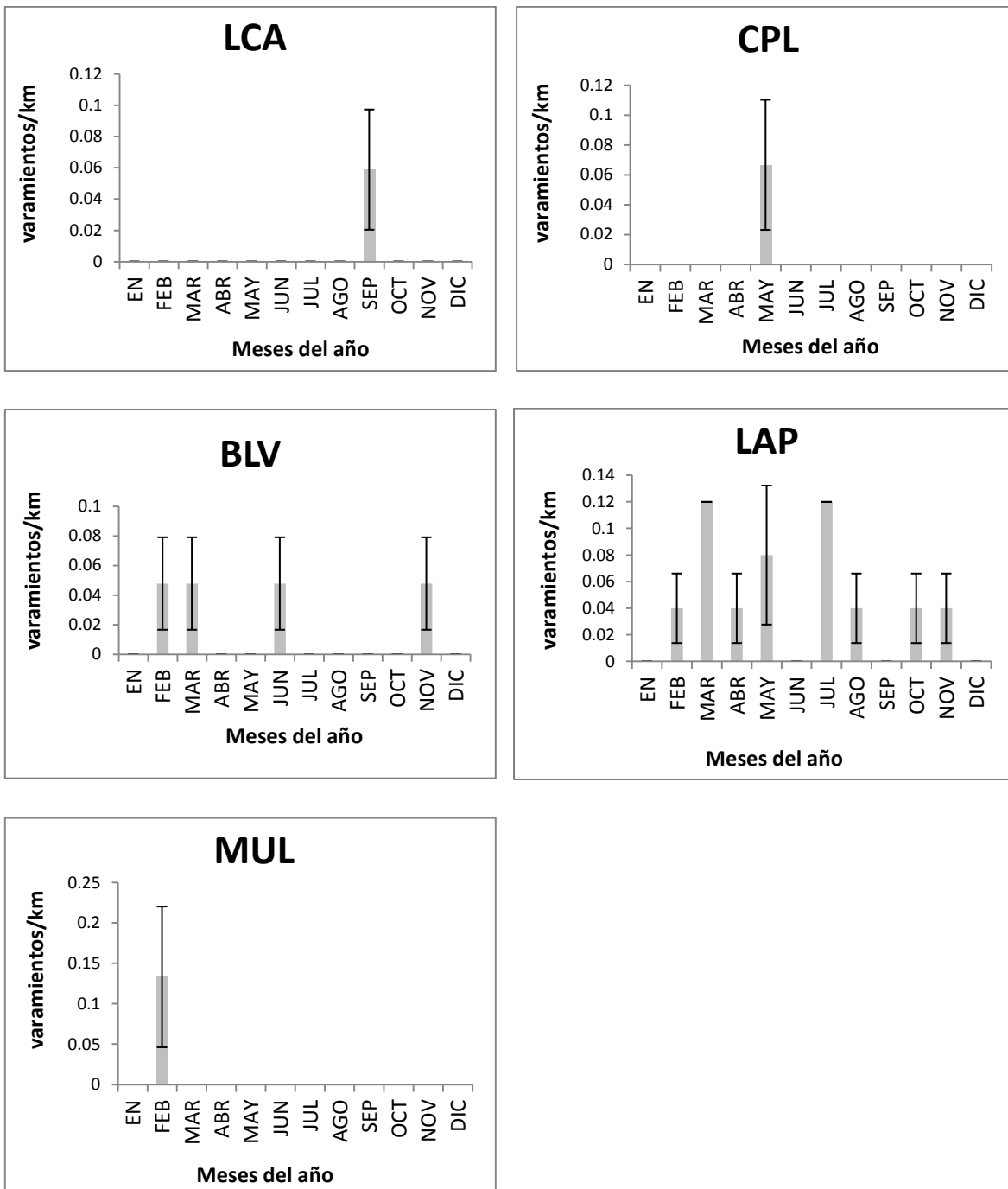


Figura 7. Promedio mensual de varamientos de cetáceos (por km de playa) con intervalos de confianza, en las áreas monitoreadas en la región en la región del Cabo y Golfo de BCS durante los años 2006-2010.

6.3. Evaluación de información obtenida a través de los cadáveres de cetáceos varados

6.3.1. Riqueza y diversidad de especies

Se identificó un total de 15 especies de cetáceos varados pertenecientes a 5 familias: 2 de mysticetos (Balaenopteridae y Eschrichtiidae) y 3 de odontocetos (Kogiidae, Ziphiidae y Delphinidae) (Tabla 6). En el anexo 4 se describe la abundancia estacional y local de cada especie varada. Se registró un mayor número de varamientos de especies de la familia Delphinidae (68.53% del total de varamientos), siendo *Delphinus spp.* y *T. truncatus* las especies más abundantes. Entre los mysticetos, más del 80% de los varamientos fueron de *E. robustus*. GNE fue el área dominante de varamiento de esta especie. Aproximadamente 16% de los cadáveres no pudieron identificarse a nivel especie por su estado de descomposición (n= 68).

En la región del Pacífico vararon 14 de las 15 especies de cetáceos identificadas. Solamente una especie que se encontró en la región del Golfo (en Bahía de La Paz), no fue encontrada en la región del Pacífico: *Berardius bairdii*. En la región del Golfo de California se identificaron 5 especies varadas (*T. truncatus*, *Delphinus spp.*, *B. bairdii*, *K. sima* y *E. robustus*), estas en su mayoría en el área de la Bahía de La Paz. En la región Cabo solamente se registraron dos varamientos pero estos fueron de especies diferentes: *T. truncatus* (en CPL) y *K. sima* (en LCA).

Con respecto al género *Delphinus*, se decidió no hacer la diferenciación entre especies para el análisis: delfín común rostro largo y corto (*D. capensis* y *D. delphis*) y se describieron todos los especímenes varados como *Delphinus spp.*

Esto, por/para: 1) el estado avanzado de descomposición hizo difícil la tarea de identificación entre ambas especies, 2) evitar el sesgo de observación entre diferentes colectores, 3) la identificación de dichas especies puede ser confusa ya que el número de dientes se traslapa (el conteo de dientes es una herramienta para la identificación de especies) y 4) no fue posible hacer mediciones de cráneos para identificar ambas especies.

Tabla 6. Especies de cetáceos identificadas en los varamientos ocurridos en Baja California Sur (2006-2010). Número total de individuos varados por especie y porcentaje con respecto al total de varamientos ocurridos en cada una de las regiones (Pacífico, Golfo, Cabo) en que se subdividió el área de estudio.

Espece	Región Pacífico	Región Golfo y Cabo*
Familia Balaenopteridae		
<i>B. physallus</i>	1 (0.2%)	
<i>B. edeni</i>	1 (0.2%)	
<i>M. novaengliae</i>	2 (0.5%)	
Familia Eschrichtiidae		
<i>E. robustus</i>	52(12.2%)	1(0.2%)
Familia Kogiidae		
<i>K. sima</i>	2 (0.5%)	2 (0.5%)*
Familia Ziphiidae		
<i>B. bairdii</i>		1 (0.2%)

Familia Delphinidae		
<i>Delphinus spp.</i>	179 (42.02%)	6(1.41%)
<i>T. truncatus</i>	78 (18.31%)	5(1.17%)*
<i>L. obliquidens</i>	19 (4.3%)	
<i>S. attenuata</i>	2 (0.5%)	
<i>G. macrorhynchus</i>	2 (0.5%)	
<i>P. electra</i>	1 (0.2%)	
<i>O. orca</i>	1 (0.2%)	
<i>P. crassidens</i>	1 (0.2%)	

* En la región Cabo solamente vararon dos cetáceos, uno de la especie *Tursiops truncatus* y otro de la especie *Kogia sima*.

La diversidad ($P = 0.1069$) y riqueza ($P = 0.4454$) de especies de cetáceos varados no cambiaron significativamente entre años monitoreados (Tabla 7a). La diversidad ($P = 0.0541$) y riqueza ($P = 0.4454$) de especies de cetáceos varados tampoco cambiaron significativamente entre estaciones monitoreadas (Tabla 7b) (Figura 8).

En contraste, la riqueza ($P = 0.0264$) y la diversidad ($P = 0.0004$) de especies varadas si cambiaron significativamente entre las diferentes regiones (Tabla 7c). Por medio de la prueba de Tukey se encontró la existencia de dos grupos homogéneos tanto para riqueza como para diversidad regional. Mientras que la riqueza de especies es mayor en la región Pacífico que en la región Golfo, no se observaron cambios significativos en la diversidad de especies varadas entre las dos regiones. La región Cabo tiene una menor diversidad que las otras dos regiones mencionadas, pero la riqueza no puede diferenciarse significativamente. La riqueza ($P = 0.0042$) y diversidad ($P = 0.044$) de especies varadas también cambió significativamente entre las diferentes áreas monitoreadas (Tabla 7d). Por medio de la prueba de Tukey se encontró la existencia de tres grupos homogéneos tanto para riqueza como para diversidad local. Se encontró una mayor diversidad y riqueza de especies en GNE, PAB y BMA. En las áreas de LSI, TSA, LCA, CPL, MUL y LOR se encontró los menores valores para ambas variables (Figura 9).

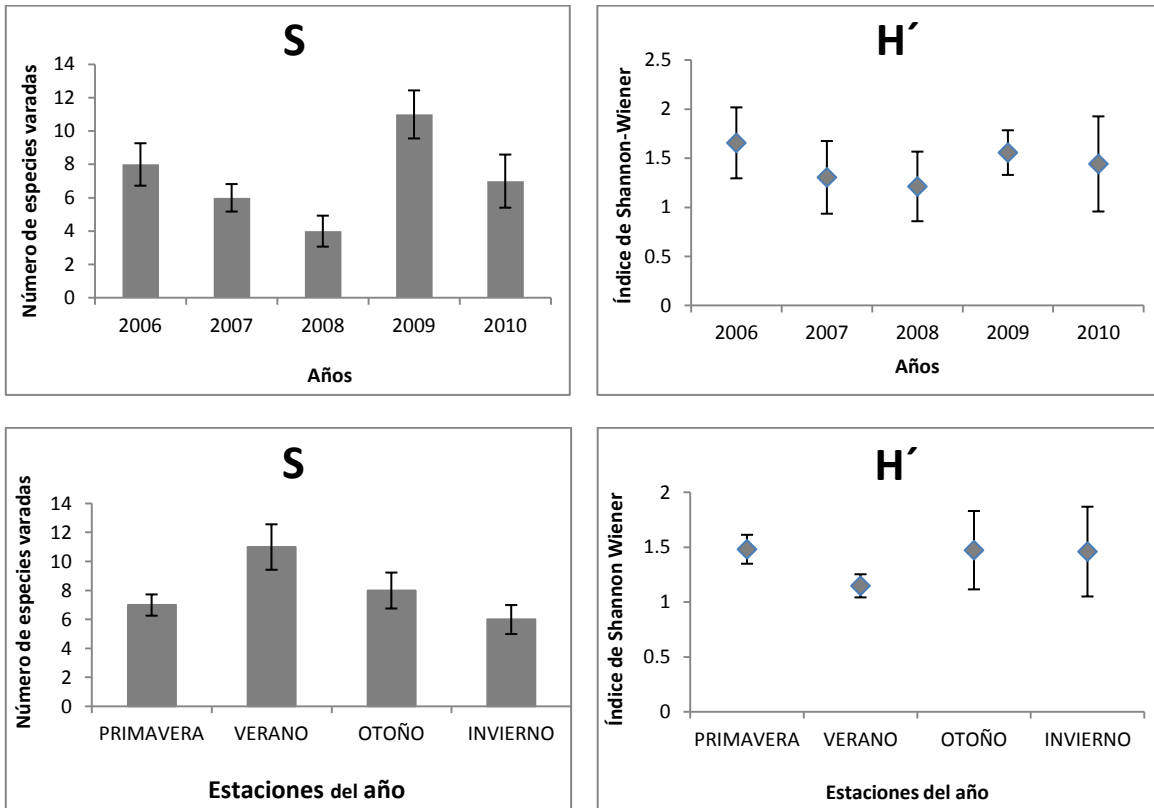


Figura 8. Riqueza (S) y diversidad (H') anual y estacional de especies de cetáceos varados en Baja California Sur durante los años 2006-2010.

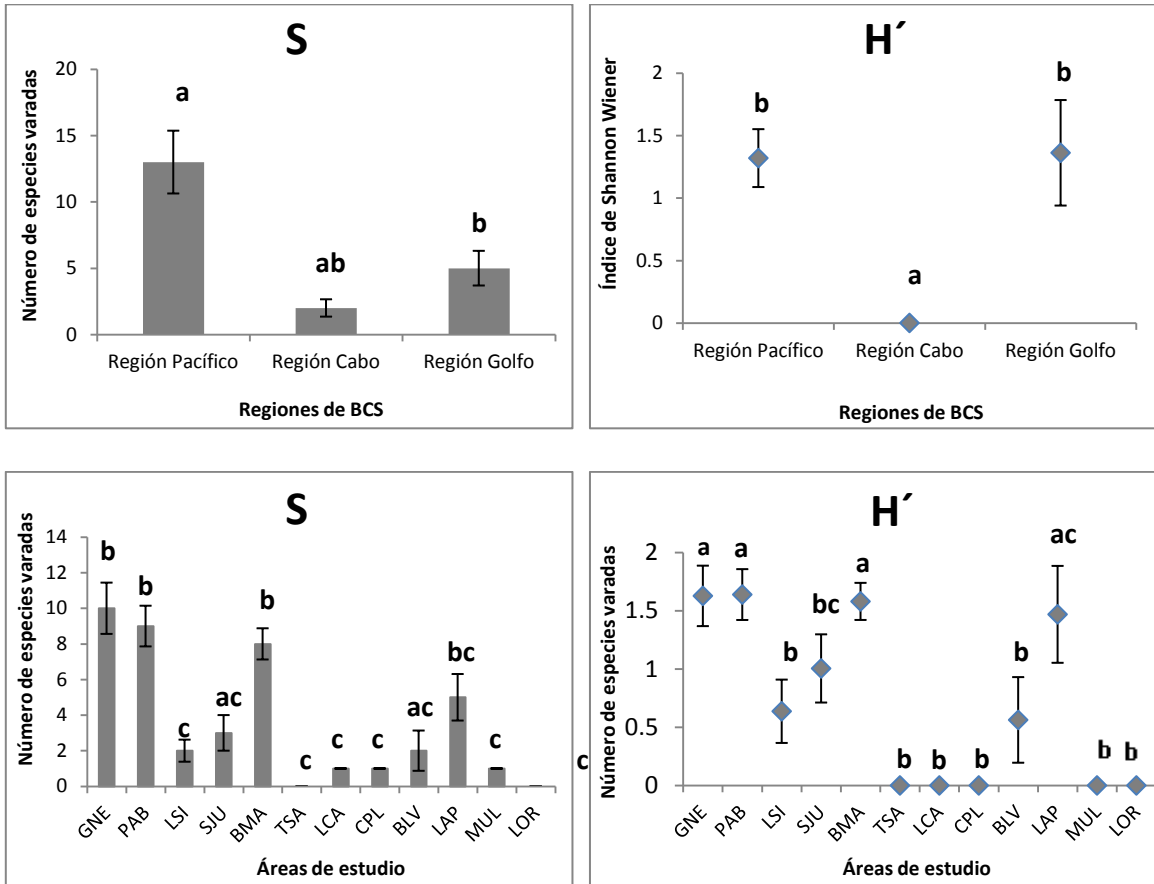


Figura 9. Riqueza (S) y diversidad (H') regional y local de cetáceos varados en Baja California Sur, durante los años 2006-2010. Las letras en la gráfica denotan grupos homogéneos definidos por pruebas ANOVA y comparaciones post-hoc de Tukey.

Tabla 7. ANOVA de una vía, comparando la diversidad y riqueza de cetáceos varados durante los años 2006-2010 en Baja California Sur.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
(a)diversidad					
Año	19.106	4	4.7765	2.12	0.1069
Error	58.5714	26	2.25275		
(a)riqueza					
Año	0.855869	4	0.213967	0.961	0.4454
Error	5.78879	26	0.222646		
(b)diversidad					
Estación	17	3	5.66667	3.148	0.0541
Error	28.8	16	1.8		
(b)riqueza					
Estación	0.855869	4	0.213967	0.961	0.4454
Error	5.78879	26	0.222646		
(c)riqueza					
Región	48.1939	2	24.097	5.925	0.0264***
Error	32.5333	8	4.06667		
(c) diversidad					
Región	3.36502	2	1.68251	24.1	0.0004***
Error	0.558429	8	0.0698037		
(d) riqueza					
Área	43.7428	4	10.9357	4.502	0.0042***
Error	99.5833	41	2.42886		
(d) diversidad					
Área	3.36502	2	1.68251	24.1	0.0444***
Error	0.558429	8	0.0698037		

(a) la diversidad y riqueza anual. (b) la diversidad y riqueza estacional. (c) la diversidad y riqueza regional. (d) la diversidad y riqueza local

6.3.2. Composición de clases de edad, sexos y clasificación de códigos de descomposición de los cadáveres

Tomando en cuenta todas las especies de misticetos y odontocetos varadas, el mayor porcentaje de estas fueron cetáceos adultos (59.15%). Se encontró un porcentaje bajo de crías (5.40%) y juveniles (12.68%) varados. En el 22.77% de la muestra no pudo identificarse la clase de edad debido a que no se tomaron medidas de longitud del cadáver en campo, o no fue posible identificar la especie.

Específicamente, en cuanto a los misticetos en la especie varada más frecuentemente, *E. robustus*, se encontró poca diferencia entre la abundancia de crías (29.54%), juveniles (31.81%) y adultos (38.63%) varados. En los odontocetos varados más frecuentemente (*Delphinus sp.*, *T. truncatus* y *L. obliquidens*) la abundancia de crías (3.50%) e individuos juveniles (11.92%) fue baja (Tabla 8).

Del total de cetáceos varados 5.49% fueron hembras, 20.82% machos y 73.69% cadáveres indiferenciados (Tabla 8). En la mayor parte de cadáveres frescos no pudo ser identificado el sexo (en parte por acción de los carroñeros, ya que se observó ausencia de órganos genitales y vísceras en muchos casos). El sexo se identificó principalmente en cadáveres clasificados con los códigos de descomposición 3 y 4. Aunque era de esperarse que en los cadáveres clasificados dentro del código 5 de descomposición no pudiera ser identificado el sexo, en 17 de estos se pudo observar restos de miembros reproductores masculinos momificados (Fig.10).

En cuanto al estado de descomposición de los cadáveres, los cuerpos de la mayor parte de cetáceos varados se encontraron como esqueletos con partes momificadas (37.29%) o en un alto grado de descomposición (35.24%) por lo que fueron clasificados dentro de los códigos de descomposición 5 y 4 respectivamente. El 18.53% de la muestra fueron cadáveres que se encontraban

en un moderado estado de descomposición (código 3) y solamente 2.29% estaban frescos (código 2).

Tabla 8. Abundancia de estadios de vida y sexos determinados para cada una de las especies identificadas de cetáceos varados en Baja California Sur entre los años 2006-2010.

	Crías	Juveniles	Adultos	Indiferenciados
<i>Delphinus spp.</i>	2(I)	18(1H,1M,16I)	157(3H,43M,111I)	4
<i>T. truncatus</i>	6(I)	12(2M,10I)	58(2H,14M,42I)	6
<i>L. obliquidens</i>	2(1M,1I)	4(1M,3I)	9(3M,6I)	3
<i>S. attenuata</i>	0	0	2(1H,1M)	0
<i>P. electra</i>	0	0	1(I)	0
<i>G. macrorhynchus</i>	0	0	2(I)	0
<i>O.orca</i>	0	0	1(H)	0
<i>P. crassidens</i>	0	1(I)	0	0
<i>K. sima</i>	0	0	5(I)	0
<i>B. bairdii</i>	0	1(I)	0	0
<i>E. robustus</i>	13(4H,4M,9I)	14(1H,13I)	17(3H,3M,7I)	0
<i>B. physallus</i>	0	0	1(M)	0
<i>B. edeni</i>	0	1(I)	0	0
<i>M. novaeangliae</i>	0	2(I)	0	0

*Entre paréntesis se encuentra la abundancia de cada sexo identificado para cada clase de edad por especie: H=hembra, M=macho e I=sexo no identificado.

*La categoría indiferenciado para clases de edad, incluye a los cadáveres a los cuales no existen datos de su longitud y sexo por causas del estado de descomposición de los mismos.

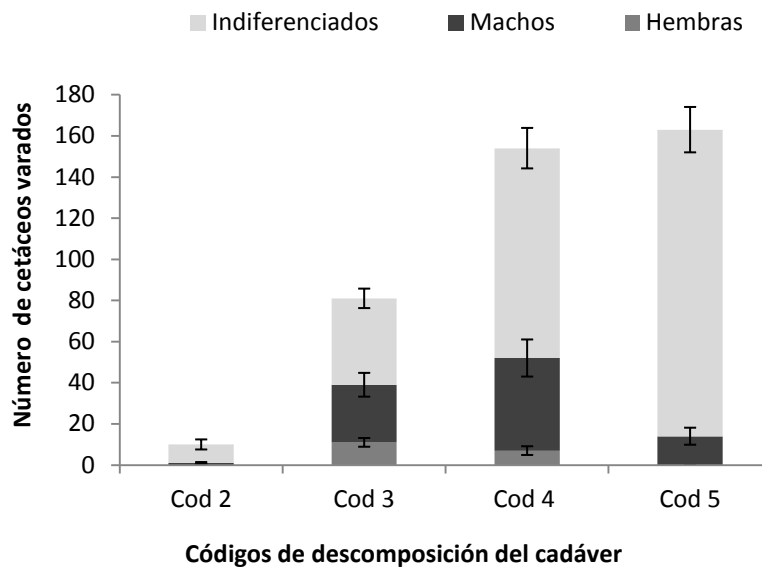


Figura 10. Determinación de sexo en cadáveres de cetáceos varados en Baja California Sur entre los años 2006-2010, clasificados con diferentes códigos de descomposición.

6.3.3. Evidencia de interacciones antropogénicas

Aunque en campo se determinó que 90 cadáveres (21.13% del total de cetáceos varados) de cetáceos varados presentaban evidencia de interacción antropogénica, se pudo incluir (por medio de re-evaluaciones fotográficas) solamente a 40 de estos cadáveres dentro de la categoría IH+ (con evidencia de interacciones antropogénicas) (Anexo 4). Estos representan el 9.38% del total de individuos varados. Por medio de la revaloración fotográfica, un poco más del 90% del total de cetáceos varados se clasificaron dentro de la categoría ND (no fue posible la determinación de evidencia de interacción humana).

Del total de cadáveres a los cuales se comprobó que pertenecían a la categoría de IH+, el 88% presentaron mutilaciones, 7% evidencia directa de interacción con pesquerías y 5% colisiones con embarcaciones (Fig. 11). Las mutilaciones y evidencias de interacción con pesquerías se observaron solamente en odontocetos, siendo las especies más afectadas las del género *Delphinus*. La evidencia de colisión con embarcaciones se observó en dos cadáveres de *E. robustus*, aunque no se sabe si estos cortes y traumas fueron producidos post-mortem (Anexo 5).

30% de los cadáveres clasificados como IH+ fueron machos, 7.5% hembras y 62.5% no pudieron diferenciarse. El 87.5% de los cadáveres clasificados como IH+ fueron adultos. Solamente se encontraron 2 crías con evidencia de interacción antropogénica (colisión con embarcaciones), ambas de la especie *E. robustus*.

Al evaluar la evidencia de interacciones antropogénicas solamente en los cadáveres frescos (código 2) de cetáceos varados, el 40% de estos presentó evidencia de interacción antropogénica. Y de estos, el 50% presentaba evidencia directa de interacción con pesquerías.

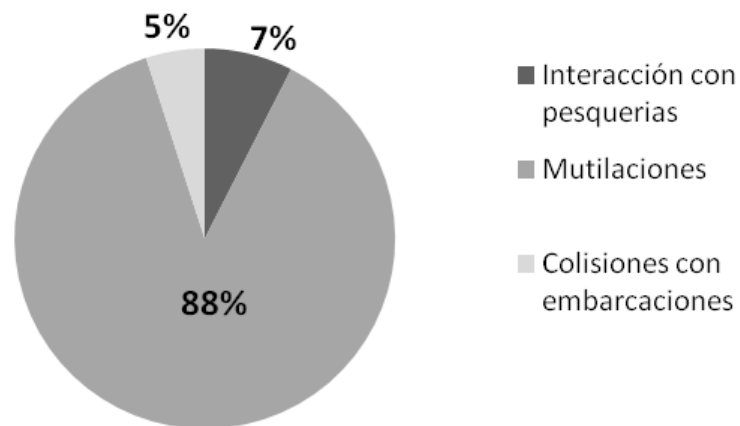


Figura 11. Abundancia de los factores identificados como evidencia de interacciones antropogénicas en los cadáveres de cetáceos varados en Baja California Sur del 2006-2010.

La relación del número de varamientos con evidencia de interacciones antropogénicas con respecto a la cantidad de varamientos ocurridos, difirió estacionalmente ($X^2 = 63.07$, $\alpha = 0.05$, $p = 1.30E^{-13}$). En proporción con la abundancia estacional de varamientos, verano e invierno fueron las estaciones en donde se encontró un mayor número de varamientos con evidencia de interacciones antropogénicas. Aunque en verano se categorizó como IH+ a un mayor número de cadáveres, la abundancia de varamientos en dicha estación también fue muy alta, a diferencia en invierno la abundancia de varamientos fue baja con respecto al número de cadáveres categorizados como IH+ (Fig. 12).

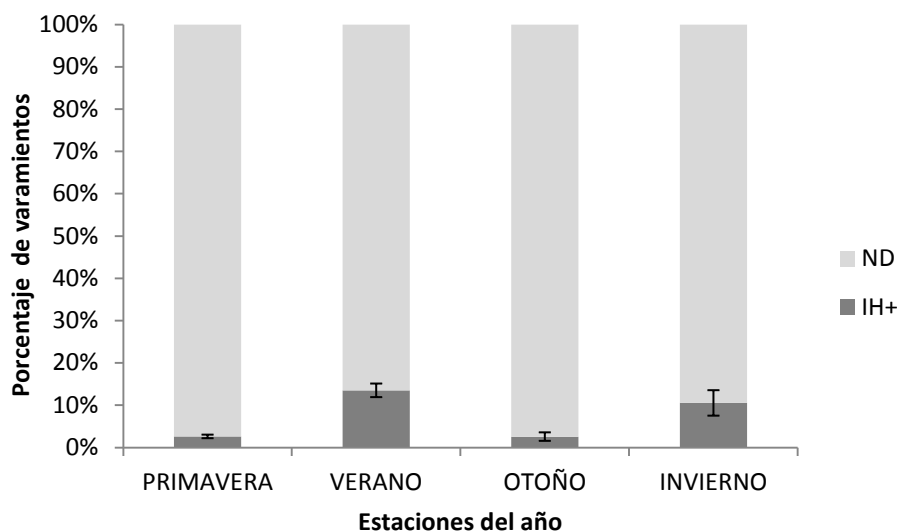


Figura 12. Proporción estacional de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.

La relación del número de varamientos con evidencia de interacciones antropogénicas con respecto a la cantidad de varamientos ocurridos, también difirió local ($X^2 = 63.07$, $\alpha = 0.05$, $p = 1.30E^{-13}$) y anualmente ($X^2 = 18.25$, $\alpha = 0.05$, $p = 0.0011$). Aunque el mayor número de cadáveres con IH+ se encontró en GNE y PAB, dado que: 1) en MUL solamente se encontró 1 cadáver varado y este presentaba evidencia de interacción humana, y 2) en GNE y PAB la abundancia de varamientos fue alta, MUL fue el área en donde se encontró un mayor número de cadáveres con IH+ con relación a la abundancia local de varamientos (Fig. 13). Durante los años 2008 y 2010 se encontró el mayor número de cadáveres con IH+ (Fig. 14).

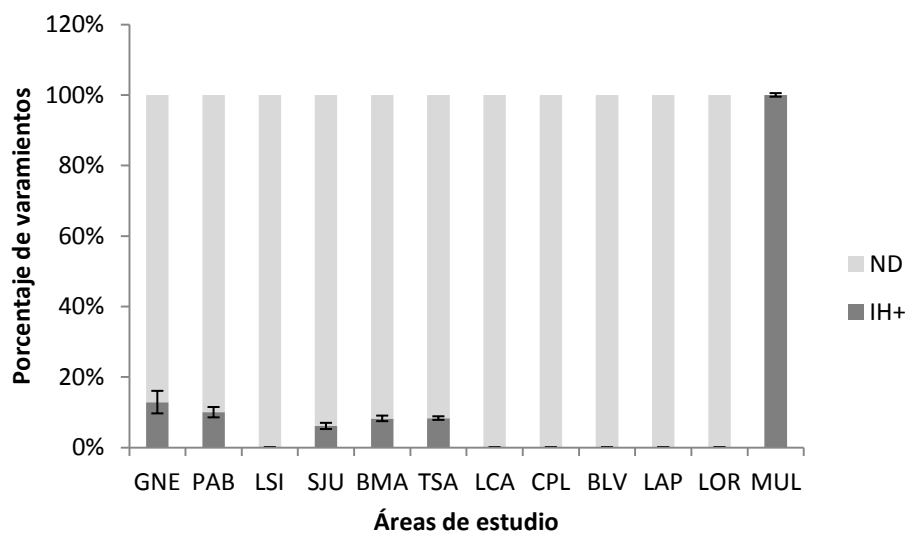


Figura 13. Proporción local de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.

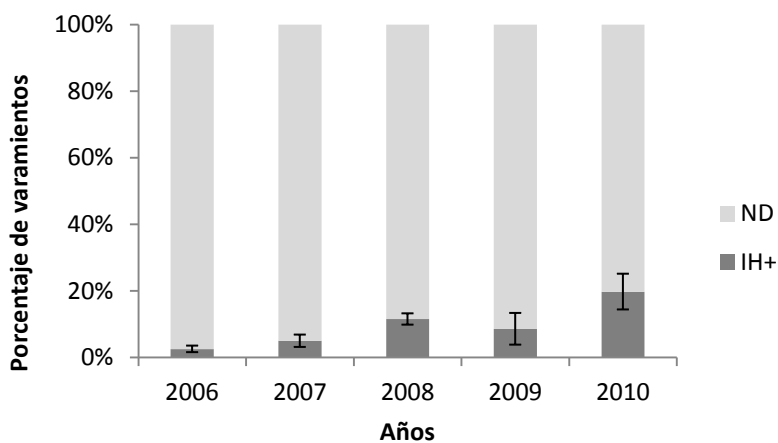


Figura 14. Proporción anual de varamientos con (IH+) y sin evidencia (ND) de interacciones antropogénicas ocurridos en Baja California Sur del 2006-2010.

6.4. Eventos de mortalidad inusual

En San Juanico durante el mes de Julio del año 2009 se observó el mayor número de cadáveres encontrados durante un recorrido (n=28). Del total de cadáveres 11 fueron reportados con evidencia de interacciones antropogénicas (40% de la muestra) (Fig. 15).

En Guerrero Negro durante Marzo del 2009 se observaron 23 cetáceos varados, mientras que en los demás años monitoreados durante dicho mes no se observó ningún varamiento. Del total de varamientos en Marzo del 2009, 11 fueron ballenas grises y de estas 8 eran adultos. Se identificó el sexo de 5 machos y cuatro hembras (Fig. 16).

También en Guerrero Negro durante Junio del mismo año se registraron 19 varamientos, número por encima de los valores de abundancia observados durante los demás años monitoreados. Del total de animales varados en dicho mes se observó evidencia de interacciones antropogénicas en 6 cadáveres, (32% de la muestra) (Fig. 16).

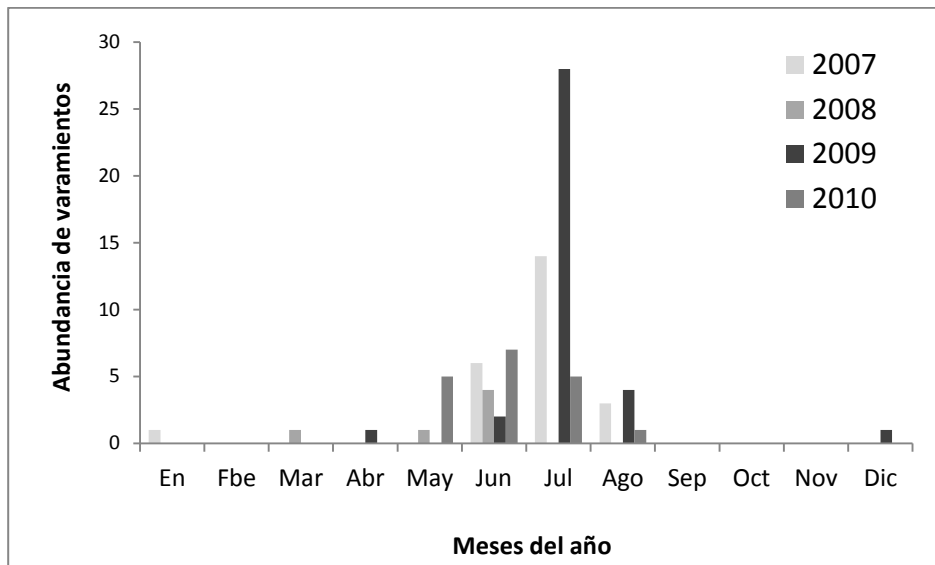


Figura 15. Evento de mortalidad inusual observado en San Juanico durante el mes de Julio del año 2009.

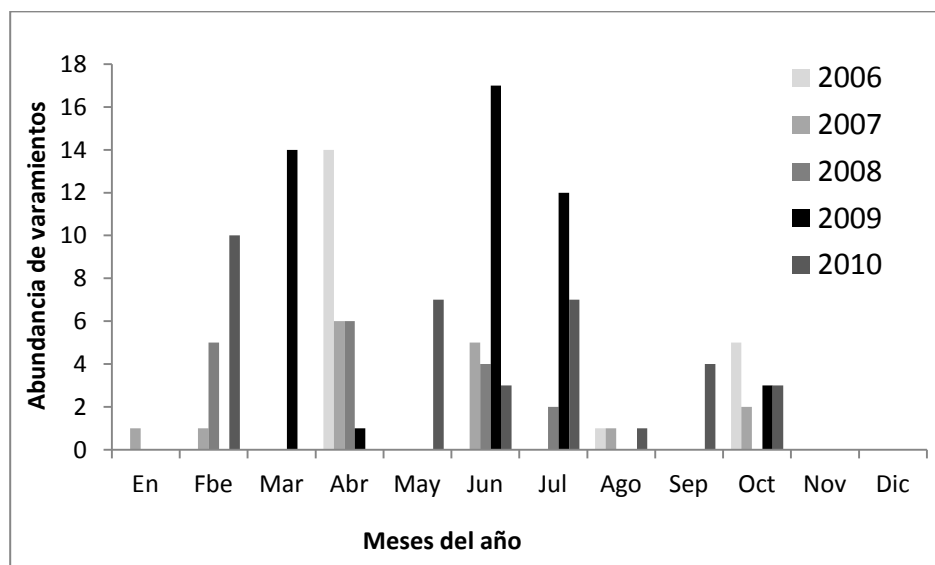


Figura 16. Evento de mortalidad inusual observado en Guerrero Negro durante los meses de marzo y Junio del año 2009.

6.5. Distribución espacio-temporal de los varamientos

La distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos (con y sin evidencia de interacciones antropogénicas) difirió entre las 4 áreas de BCS que presentaron mayor abundancia de estos eventos: GNE, PAB, SJU y BMA.

Guerrero Negro

Invierno se caracterizó por una predominancia de varamientos de misticetos. Se observaron los únicos 2 cadáveres de misticetos con IH+. Solamente se registraron 3 varamientos de odontocetos (Fig. 17A). GNE fue el área que durante primavera presentó una mayor abundancia de varamientos, siendo la mayoría misticetos. La abundancia de odontocetos aumentó en comparación con la observada en invierno. No se observó ningún cadáver varado que presentara evidencia de interacciones antropogénicas (IH+) (Fig. 17B). En verano se registró la mayor abundancia de varamientos en el área. Es importante mencionar que GNE no fue el área que presentó un mayor número de varamientos en verano, sin embargo si se registró el mayor número de varamientos con IH+ de todo el estudio (todos ellos de odontocetos). Solamente se observó un misticeto varado en esta estación (Fig. 17C). Para otoño el número de varamientos disminuyó considerablemente, siendo esta la estación en la cual ocurrió el menor número de estos eventos en el área. Solamente se encontró un cetáceo varado con IH+. Se registraron dos varamientos de misticetos (Fig. 17D).

Punta Abreojos

En invierno se observó la menor abundancia de cetáceos varados en el área. Se encontró la misma cantidad de mysticetos que de odontocetos. No se encontró ningún cadáver con evidencia de interacciones antropogénicas (Fig. 18A). Durante primavera comparando el área con GNE, la abundancia de varamientos fue baja y solamente se encontraron cadáveres de odontocetos. Al igual que en invierno tampoco se observó ningún cadáver con evidencia de interacciones antropogénicas (IH+) (Fig. 18B). En verano se registró el mayor número de varamientos en el área. Esta fue la única estación en la cual se encontraron varamientos con IH+. No se encontró ningún mysticeto (Fig. 18C). Para otoños el número de cetáceos varados comenzó a disminuir. No se encontró ningún mysticeto varado, ni varamientos con IH+ (Fig. 18D).

San Juanico

No se encontró ningún mysticeto varado durante todo el estudio. En invierno la abundancia de varamientos fue baja y no se observó ningún cadáver con IH+ (Fig. 19A). Al igual que PAB durante primavera no se observó ningún cadáver varado que presentara evidencia de interacciones antropogénicas y el número de varamientos fue bajo (Fig. 19B). Verano fue la única estación en la cual se encontraron varamientos con IH+ en el área. SJU fue el área que presentó un mayor número de varamientos en verano, sin embargo esta no fue el área en donde se observó un mayor número de cadáveres con IH+ en dicha estación (siendo esta GNE) (Fig. 19C). En otoño no se registró ningún varamiento en el área (Fig. 19D).

Bahía Magdalena

Durante invierno se encontró un mayor número de odontocetos que de mysticetos varados. No se observó ningún varamiento con IH+ (Fig. 20A). En primavera aunque la abundancia de mysticetos varados aumento de la observada en invierno, en dicha estación también predominaron los varamientos de odontocetos. El área fue el único sitio en el cual se encontró odontocetos varados en primavera con IH+ (Fig. 20B). De las cuatro áreas mapeadas, BMA presentó el menor número de varamientos en verano. Los varamientos con IH+ se incrementaron en verano. No se observó ningún mysticeto varado (Fig. 20C). Para otoño al igual que las demás áreas estudiadas, el número de varamientos disminuyó drásticamente. No se observó ningún mysticeto varado, ni cadáveres con IH+ (Fig. 20D).

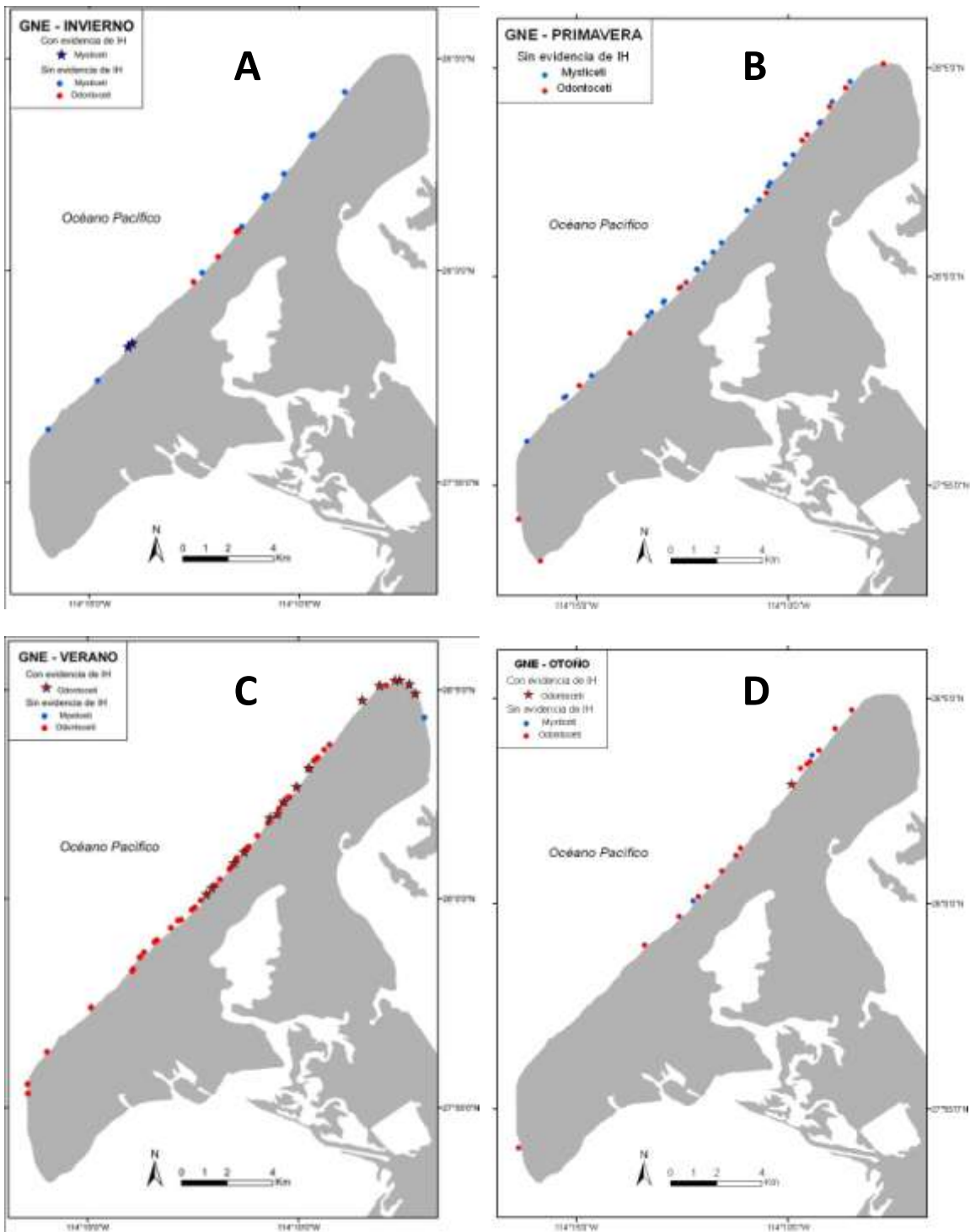


Figura 17. Varamientos de cetáceos ocurridos en Guerrero Negro, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.

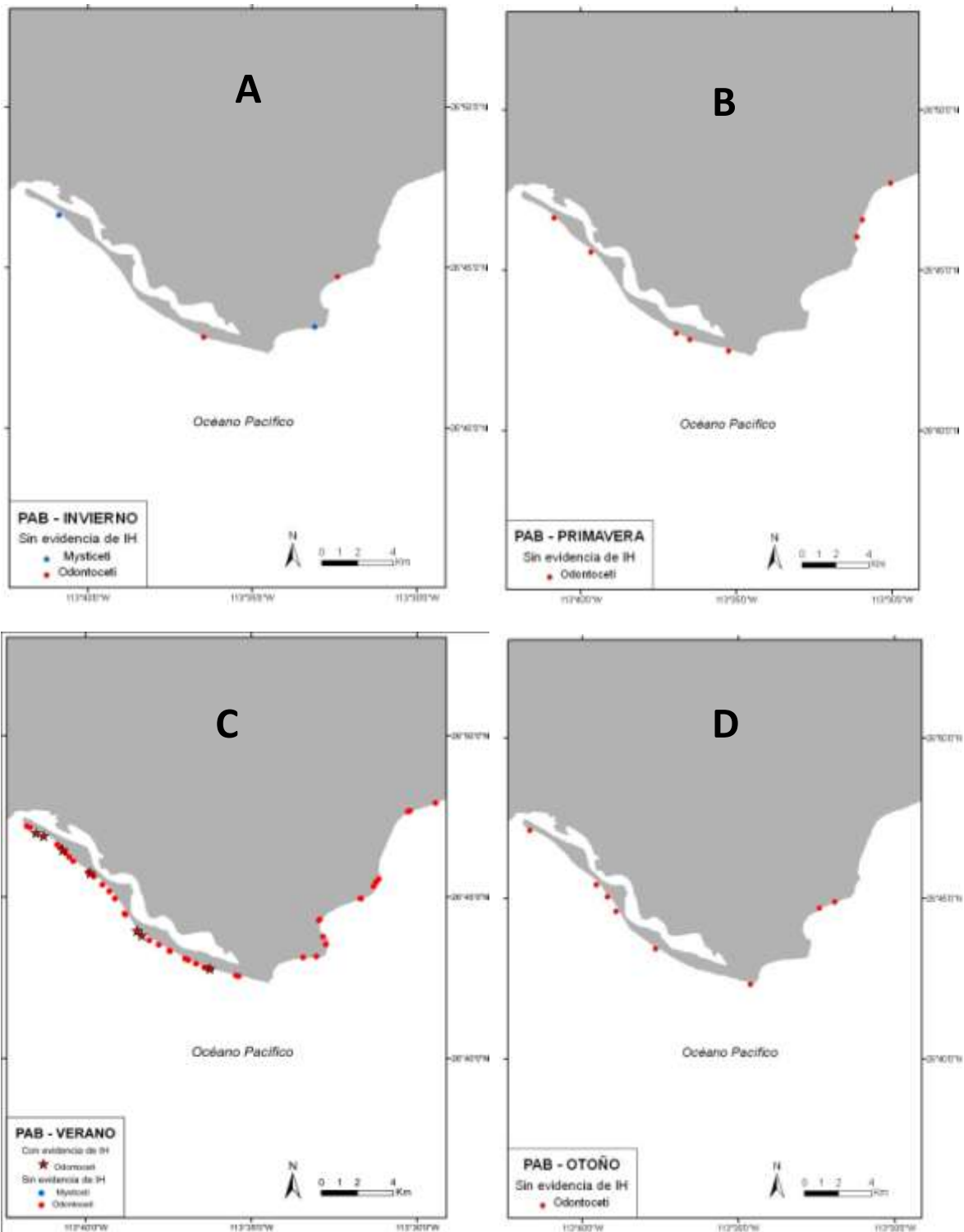


Figura 18. Varamientos de cetáceos ocurridos en Punta Abreojos, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.

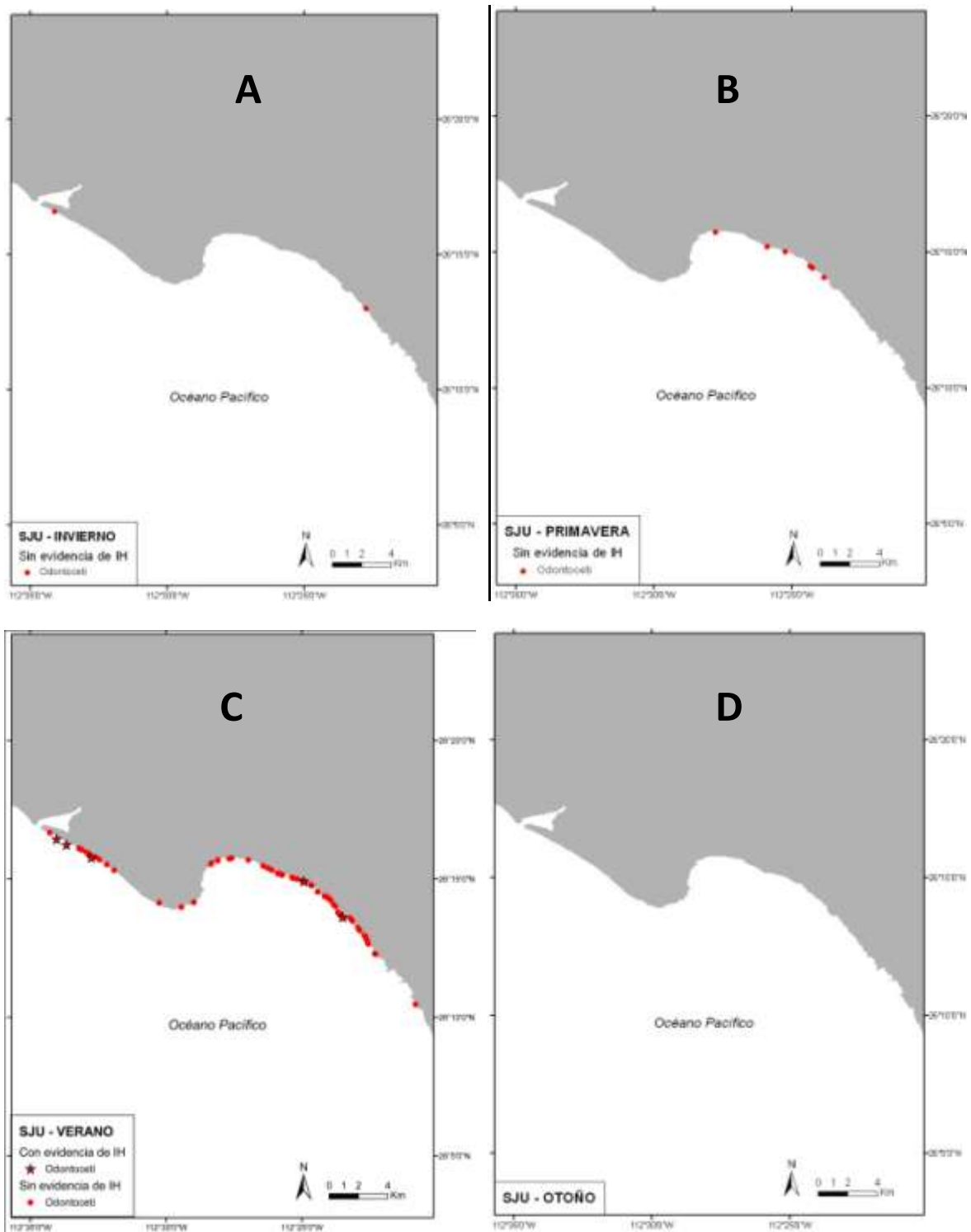


Figura 19. Varamientos de cetáceos ocurridos en San Juanico, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.

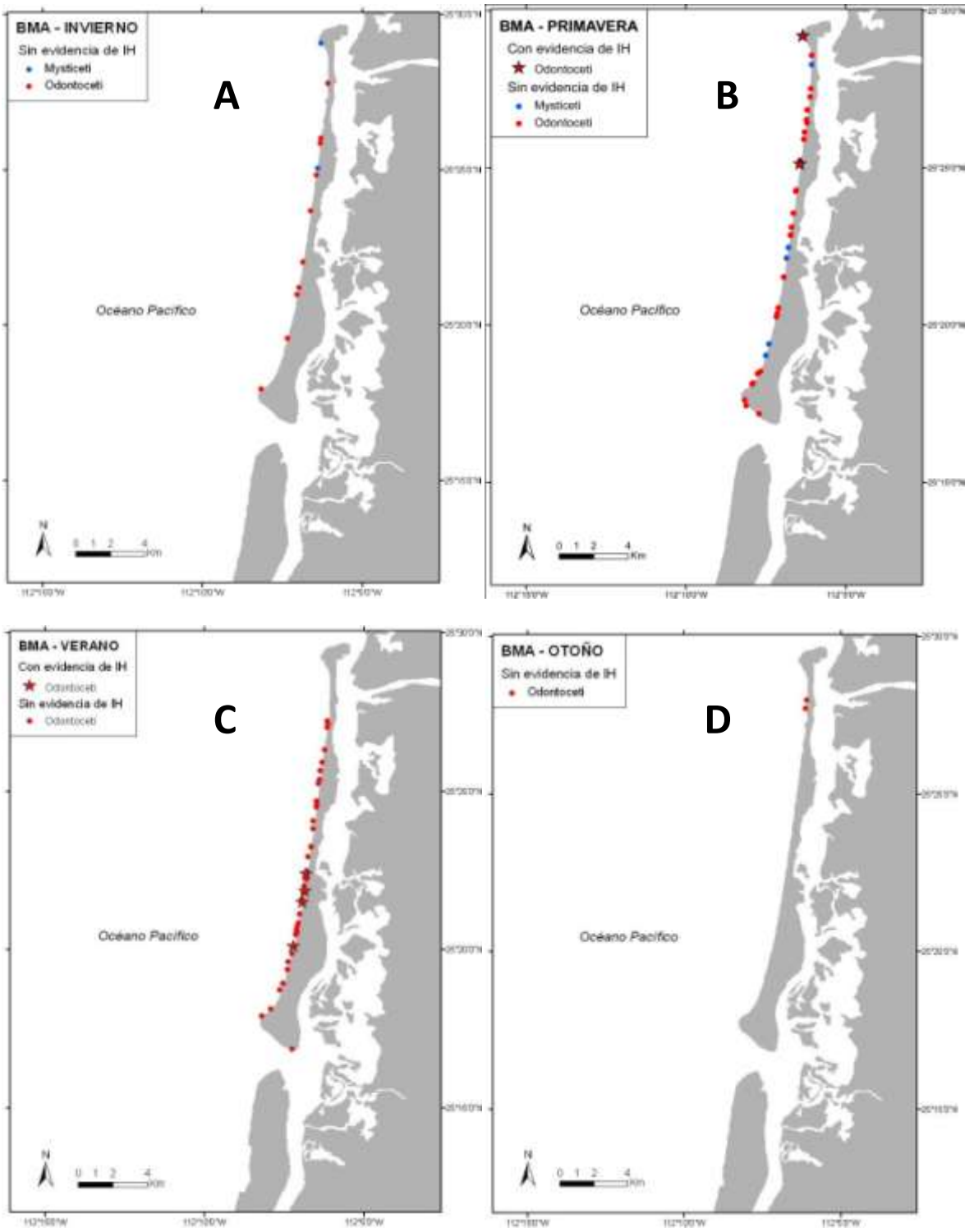


Figura 20. Varamientos de cetáceos ocurridos en Bahía Magdalena, Baja California Sur, durante las 4 estaciones durante los años 2006-2010.

6.6. Variación espacio-temporal de los factores antropogénico/oceanográficos

Esfuerzo pesquero

Siendo la única variable antropogénica estudiada, esta se evaluó por medio de avisos de arribo disponibles para ciertas áreas (no existen datos para el área de LSI, TSA, CPL, MUL) y años (no hay datos disponibles para el año 2010).

En la figura 21 se muestran las variaciones estacionales y anuales en los avisos de arribo disponibles para la región del Pacífico y Golfo (incluyendo la región Cabo). El número de avisos de arribo para todas las estaciones y en todos los años es mayor en la región del Pacífico que en la del Golfo (incluyendo el área de los Cabos).

Para la región del Pacífico en todos los años se observa la misma tendencia: verano es la estación con mayor actividad pesquera e invierno la de menor actividad. En general los avisos de arribo para esta región no aumentaron año con año. El 2009 fue el único año en el que los avisos de arribo en primavera fueron mayores que los observados en dicha estación en los demás años estudiados.

Para la región del Golfo en todos los años se observa la misma tendencia: primavera es la estación con mayor actividad pesquera e invierno la de menor actividad. En el año 2006 se observaron menos avisos (durante todas las estaciones) que en los años 2007 y 2008.

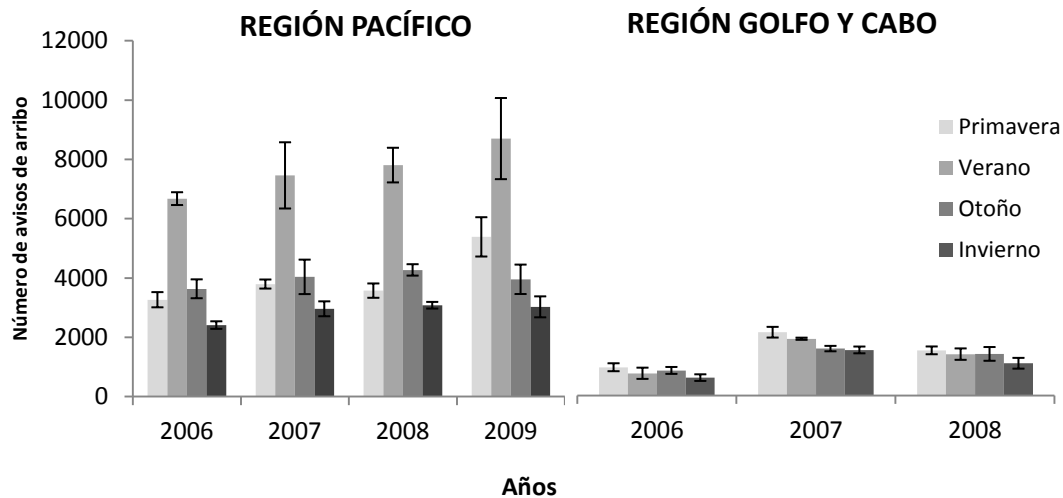


Figura 21. Variación estacional en el esfuerzo pesquero de la región del Pacífico (años 2006-2009) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California Sur.

Ya que en la región del Golfo solamente se encontró 1 cadáver con evidencia de IH+, solamente se mostrarán las variaciones a nivel local en los avisos de arribo de las áreas del Pacífico en que se observó una mayor abundancia de varamientos (Fig. 22). En GNE en los años 2006 y 2008 el número de avisos de arribo fue mayor durante los meses de verano y otoño. En el 2007 se registró un mayor número de avisos de arribo en verano que en las demás estaciones. Y en el 2009 en invierno se registró un número menor de avisos de arribo que en las demás estaciones del año. En PAB en los años 2006 y 2007 verano fue la estación con mayor número de avisos de arribo. Para los años 2008 y 2009 los avisos de arribo disminuyeron considerablemente y el número de avisos de arribo entre primavera y verano no cambió. Al contrario en SJU el

número de avisos de arribo aumento en los años 2008 y 2009, siendo verano la estación con un mayor número de avisos en dichos años. Para los demás años no hubo cambios entre estaciones en el número de avisos de arribo. En BMA el número de avisos de arribo creció año con año sobre todo en los meses de verano, siendo esta la estación que presentó un mayor número de avisos de arribo en todo el estudio.

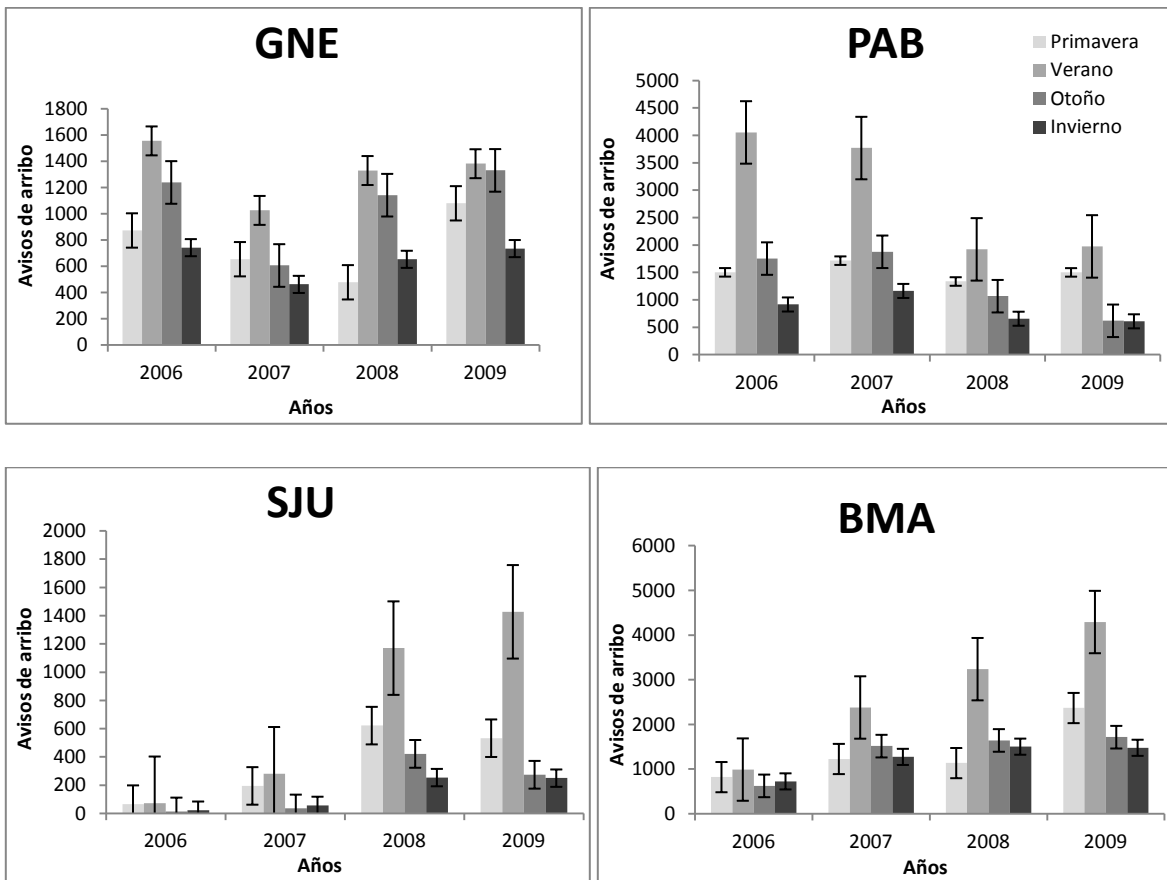


Figura 22. Fluctuaciones locales en el esfuerzo pesquero las áreas con mayor abundancia de varamientos de la región del Pacífico de Baja California Sur durante los años 2006-2008.

Disponibilidad de alimento

En la figura 23 se muestran las variaciones estacionales y anuales en las concentraciones de clorofila-a (medida de la disponibilidad de alimento) para la región del Pacífico y Golfo (incluyendo la región Cabo. Para la región del Pacífico durante los años 2006-2009 la concentración de clorofila-a en primavera-verano fue mayor a la observada en el año 2010. A excepción del 2006, en donde la concentración de alimento fue mayor en primavera, y del 2009, en donde la concentración fue mayor en verano, en los demás años no hubo diferencias entre ambas estaciones. Al contrario de la región del Pacífico, en las regiones Cabo y Golfo la mayor concentración de clorofila-a se observa en los meses de invierno. El cambio más apreciable entre años es que en el 2007 la disponibilidad de alimento en verano fue mayor que en los demás años

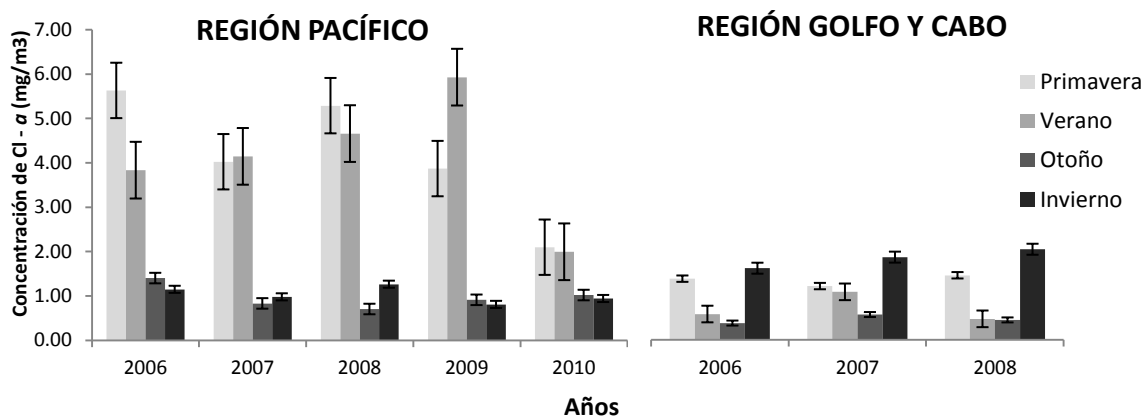


Figura 23. Variación estacional en la concentración de clorofila-a en la región del Pacífico (años 2006-2010) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California Sur.

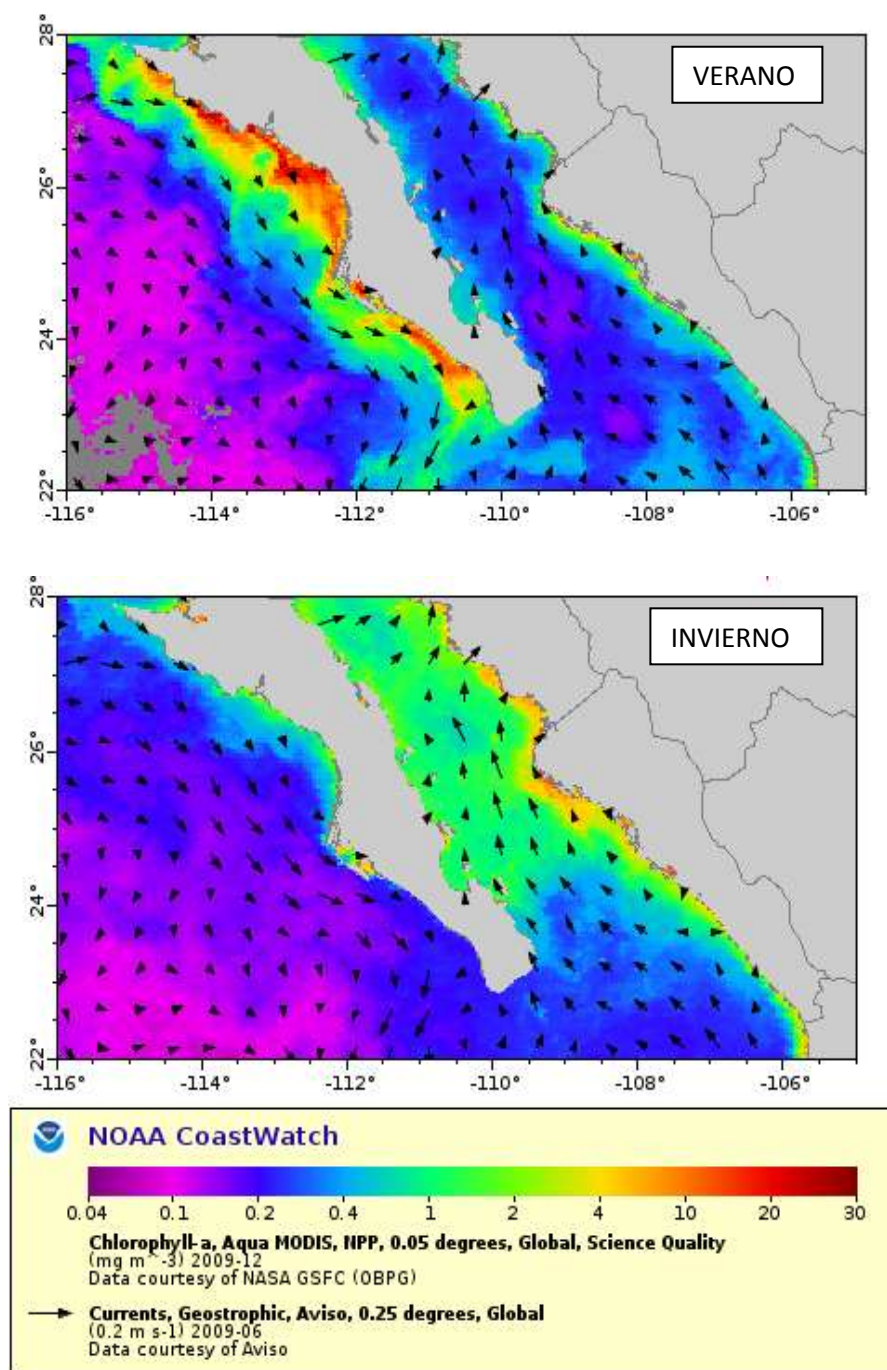


Figura 24. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones locales y regionales de la concentración de clorofila-a entre verano (ejemplo del mes de junio del 2009) e invierno (ejemplo de diciembre del 2009) en Baja California Sur.

En general se puede decir que durante los meses de primavera y verano la disponibilidad de alimento es mayor en la región del Pacífico y durante los meses de invierno es mayor en la región del Golfo (Fig. 24).

De manera específica en la figura 25 se muestran las fluctuaciones estacionales en la concentración de clorofila-a en cada una de las áreas monitoreadas. GNE fue la única área que no presentó concentraciones elevadas de clorofila durante primavera y verano.

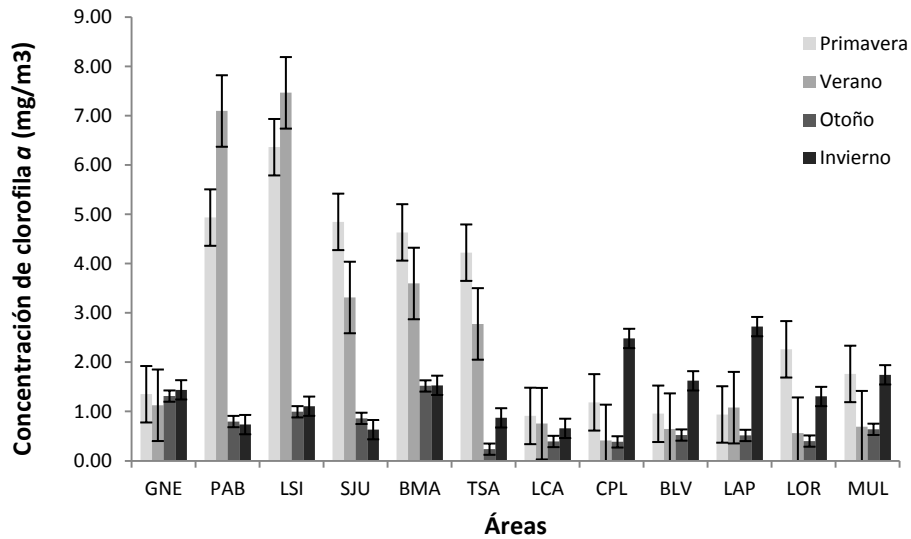


Figura 25. Variación estacional en la concentración de clorofila-a en cada una de las áreas monitoreadas de Baja California Sur.

Temperatura superficial del mar

En la figura 26 se muestran las variaciones estacionales y anuales en la temperatura superficial del mar para la región del Pacífico y Golfo (incluyendo la región Cabo). Para todas las estaciones del año las temperaturas en la región del Golfo son más elevadas que las de la región Pacífico. Durante verano-otoño se presentan las temperaturas más elevadas para ambas regiones y durante primavera-invierno las más bajas. En la región del Pacífico en todos los años las temperaturas registradas en primavera no cambiaron; las temperaturas en verano y otoño fueron mayores durante los años 2006 y 2008, y en el 2010 se presentaron las temperaturas más bajas en dichas estaciones; en invierno solamente durante el 2006 la temperatura fue más alta. En la región Golfo las temperaturas fueron más altas en el año 2006 para todas las estaciones.

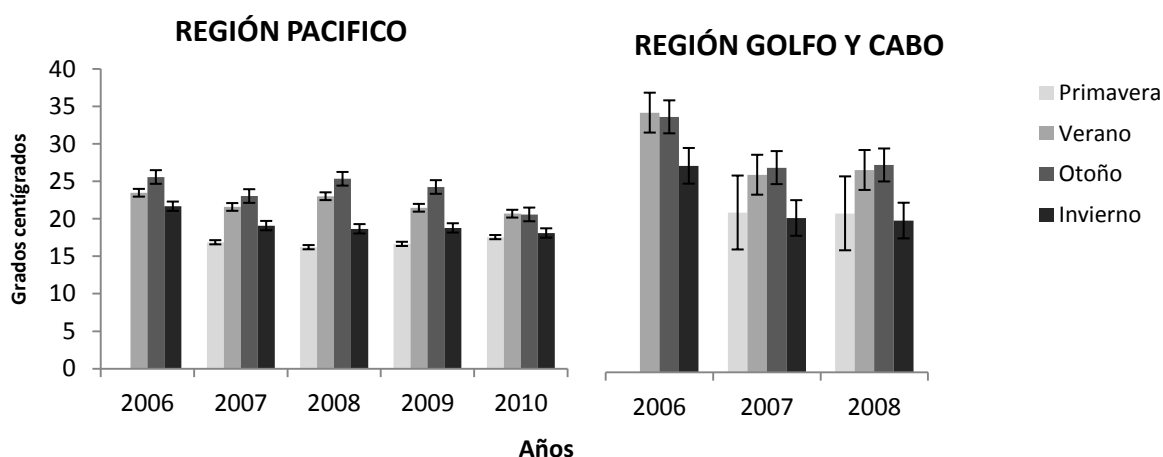


Figura 26. Variación estacional en la temperatura superficial del mar en la región del Pacífico (años 2006-2010) y región del Golfo (años 2006-2008) de Baja California.

Corrientes marinas superficiales y vientos (Windstress)

En la figura 27 muestra el comportamiento anual de las corrientes marinas superficiales en las aguas de BCS, utilizando como ejemplo el año 2007. Los meses y áreas en los cuales los varamientos presentaron una mayor frecuencia (sección 6.1) coinciden con corrientes veloces con dirección hacia dentro de la costa de BCS, y los meses y áreas en los cuales los varamientos presentaron una menor frecuencia coinciden con corrientes lentas con dirección paralela o perpendicular hacia fuera de la costa de BCS. En general las corrientes del Golfo y Cabo (a excepción de LAP) presentan a lo largo del año dirección hacia fuera de la costa, mientras que en la región del Pacífico las corrientes presentan una fluctuación espacio-temporal de dirección (hacia dentro/fuera de la costa).

En la figura 28 se muestra el comportamiento anual de los vientos en BCS, utilizando también como ejemplo el año 2007. El comportamiento de los vientos muestra el mismo patrón que las corrientes, vientos con dirección hacia la costa en los meses en que la frecuencia de varamientos fue mayor y vientos con dirección paralela o hacia fuera de la costa en los meses en que la frecuencia de varamientos fue menor.

En las figuras 29 y 30 se muestran las variaciones locales en la velocidad de las corrientes y los vientos para las áreas con disponibilidad de datos.

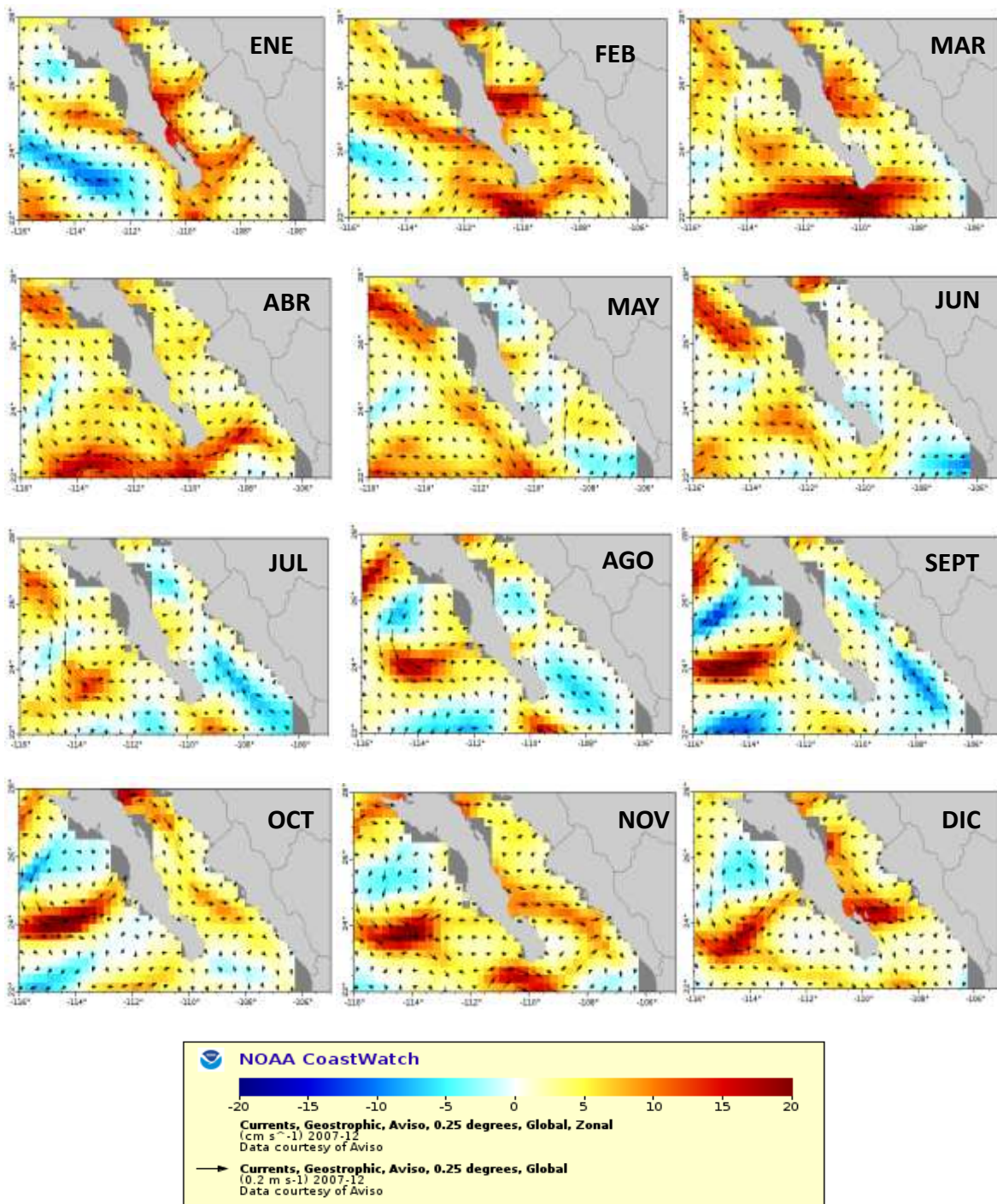


Figura 27. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones mensuales en Baja California Sur en la velocidad y dirección de las corrientes superficiales marinas durante el año 2007.

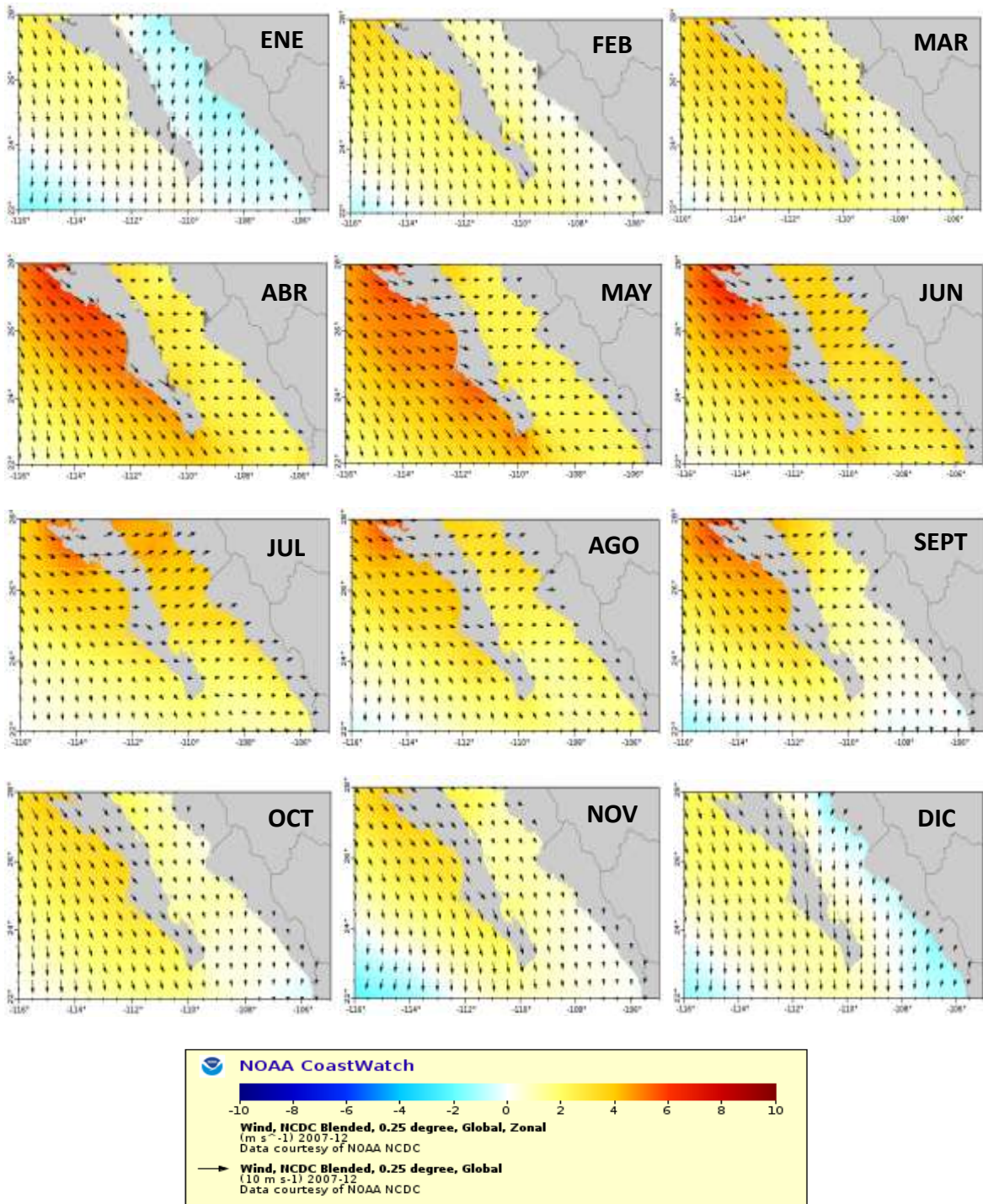


Figura 28. Imágenes satelitales de sitio Coastwatch de la NOAA en la que se ejemplifica las fluctuaciones mensuales en Baja California Sur en la velocidad y dirección de los vientos durante el año 2007.

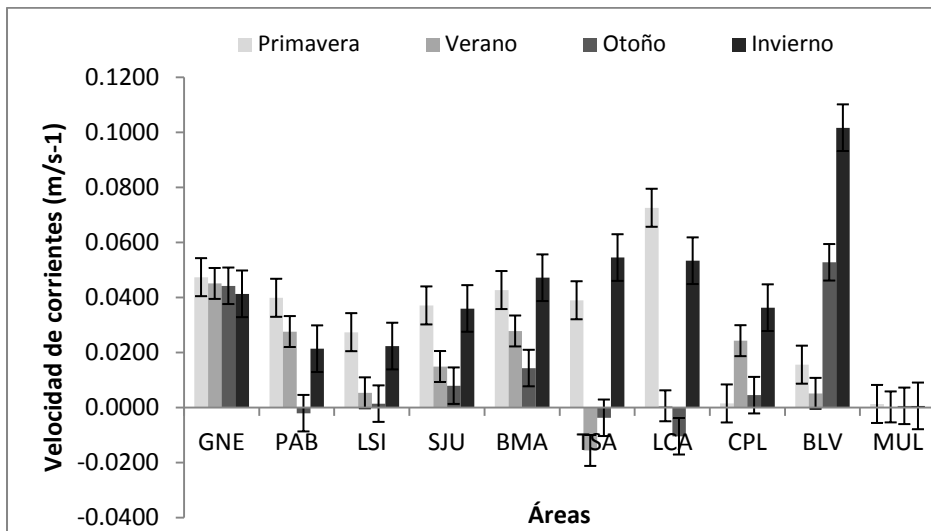


Figura 29. Variación estacional en la velocidad de las corrientes en las áreas monitoreadas (con datos disponibles) de Baja California Sur.

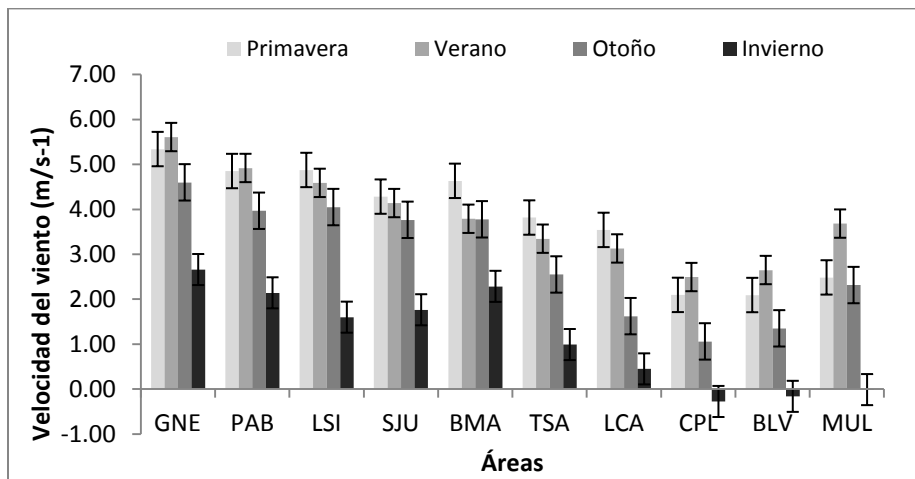


Figura 30. Variación estacional en la velocidad de los vientos en las áreas monitoreadas (con datos disponibles) de Baja California Sur.

6.7. Relación entre abundancia espacio-temporal de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas imperantes

El análisis de correlación solamente se realizó para GNE, PAB, SJU y BMA, siendo estas las áreas en donde ocurrió un número significativo de varamientos. Cuando se evaluó la correlación en el tiempo (por año, en cada uno de los 5 años estudiados), todas las variables estudiadas se encontraron correlacionadas positivamente con la abundancia de varamientos, pero solamente las correlaciones con el esfuerzo pesquero, disponibilidad de alimento y vientos superficiales fueron significativas (Tabla 9).

Tabla 9. Relación entre abundancia de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas: resultados del análisis de correlación ($\alpha=0.05$) incluyendo las 4 áreas evaluadas.

	Avisos de arribo	Concentración de Cl-a	Temperatura superficial	Corrientes marinas	Vientos
r	0.4656	0.369	0.272	0.078	0.283
Tipo de correlación	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva	Positiva
p	0.00085	0.0097	0.8543	0.5972	0.0499

Cuando se evaluó la correlación en espacio (por área, en cada una de las 4 áreas evaluadas), no todas las variables se encontraron correlacionadas positivamente. En GNE las correlaciones con velocidad de vientos y corrientes fueron significativas, siendo las correlaciones positiva y negativa respectivamente.

En PAB, SJU y BMA solamente las correlaciones con los avisos de arribo fueron significativas, siendo todas correlaciones positivas (Tabla 10).

Tabla 10. Relación entre abundancia de varamientos y variables antropogénica/oceanográficas: resultados del análisis de correlación ($\alpha=0.05$) para cada una de las áreas evaluadas.

	Avisos de arribo	Concentración de Cl-a	Temperatura superficial	Corrientes marinas	Vientos
r (GNE)	0.058	-0.252	-0.199	-0.643	0.597
Tipo de correlación	Positiva	Negativa	Negativa	Negativa	Positiva
p	0.857	0.427	0.533	0.023	0.040
r (PAB)	0.759	0.350	0.275	-0.054	0.326
Tipo de correlación	Positiva	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
p	0.0041	0.264	0.386	0.867	0.300
r (SJU)	0.947	0.247	0.275	-0.307	0.188
Tipo de correlación	Positiva	Positiva	Positiva	Negativa	Positiva
p	2.92E⁻⁶	0.438	0.385	0.330	0.557
r (BMA)	0.658	0.334	-0.132	-0.252	0.149
Tipo de correlación	Positiva	Positiva	Negativa	Negativa	Positiva
p	0.019	0.288	0.681	0.428	0.641

7. DISCUSIÓN

7.1. Abundancia, frecuencia y distribución espaciotemporal de los varamientos de cetáceos en Baja California Sur (BCS)

El presente estudio ha sido el primero en evaluar en Baja California Sur la relación entre varamientos de cetáceos y factores oceanográficos/antropogénicos: 1) a nivel regional (a nivel local existe el trabajo de Mercuri (2007) en Bahía Magdalena y el de Rizo (1990) en Bahía de La Paz), y 2) en una escala temporal amplia. Existe un trabajo a nivel regional realizado por Wollheim (2007) donde se analizaron los varamientos ocurridos entre Febrero del 2006 y Abril del 2007, pero no se realizaron análisis de correlación de ningún tipo con dichos datos. Para el presente trabajo, se incluyó la base de datos de Wollheim (2007), para obtener una visión a mayor escala temporal.

La frecuencia anual de varamientos de cetáceos en BCS es alta, comparada con las de otros estudios realizados en diferentes partes del mundo (Tabla 11). Cabe resaltar, que en la región no existe una red de varamientos que documente sistemáticamente todos los eventos ocurridos. Por lo tanto las abundancias reportadas en el presente estudio (obtenidas solamente por medio de monitoreos mensuales o bimensuales) subestiman el total de cetáceos que varan anualmente en BCS. A pesar de esto BCS presenta una de las frecuencias anuales de varamientos más alta a nivel mundial.

Tabla 11. Frecuencia anual de varamientos de cetáceos en diferentes áreas a nivel mundial. Datos obtenidos por medio de monitoreos, reportes y redes de varamientos.

ÁREA	km de costa evaluados	Promedio anual de varamientos	Frecuencia anual de varamientos (var/km)	Origen de los datos	Fuente
Ecuador	640	10.33	0.01	Monitoreos/ reportes	Chiluiza, 1998
Galápagos	625	1.08	0.002	Monitoreos/ reportes	Palacios <i>et al.</i> 2004
Costa Rica	1,466	1.06	7.23E ⁻⁴	Reportes	Rodriguez y Cubero, 2001
Puerto Rico y las Islas Vírgenes	715	5.67	0.008	Reportes	Mingucci <i>et al.</i> 1999
Baja California Sur, México	258.7	85.2	0.32	Monitoreos	El presente trabajo
De Maine a Virginia, USA	500.6	202.6	0.40	Red de varamientos	Red de varamientos
De Carolina del Norte a Texas, USA	1,749.3	736.6	0.42	Red de varamientos	Red de varamientos
California, USA	525	124.8	0.23	Red de varamientos	Red de varamientos
Pacífico Noroeste de USA	293.1	23.8	0.08	Red de varamientos	Red de varamientos
Alaska	3,487.5	92.4	0.03	Red de varamientos	Red de varamientos
Inglaterra y Gales	11,102	65.2	0.006	Red de varamientos	Benet <i>et al.</i> 2000
Bretaña, Francia	3,000	156	0.052	Red de varamientos	Liret <i>et al.</i> 2003
Italia	7,600	185.61	0.02	Red de varamientos	Podesta y Cozzi, 2006

Grecia	1,700	65	0.04	Monitoreos/ reportes	Frantzis <i>et al.</i> 2003
España y Portugal	5,744	462.33	0.08	Red de varamientos	Covelo y Martínez, 2001
Hong Kong	733	10.66	0.01	Reportes	Parsons y Jeferson, 2000
Nueva Caledonia, Pacífico Sur	2,254	0.46	2.04E ⁻⁴	Reportes	Borsa, 2006
Australia	7,394	7.79	0.001	Red de varamientos	Evans <i>et al.</i> 2005

Más del 95% de los varamientos registrados en el presente estudio se distribuyeron en solamente 120km de costa monitoreada del Pacífico. En general la abundancia estacional y local de varamientos varía con base en factores oceanográficos y antropogénicos (Mc Leod *et al.*, 2004; Evans *et al.* 2005; Walker *et al.*, 2005; Hart *et al.*, 2006; Mercuri, 2007; Peckham *et al.*, 2008; Mancini, 2009). Los resultados de este estudio sugieren que la elevada frecuencia de varamientos en las costas del Pacífico de BCS es resultado de múltiples factores: 1) gran abundancia de cetáceos, 2) condiciones oceanográficas que facilitan los varamientos, 3) la posibilidad de altas tasas de captura incidental.

Aunque no existen muchos estudios acerca de los cetáceos que se distribuyen en el Pacífico de BCS, se sabe que este grupo es muy diverso y abundante en el área (Gendron, 2000; Urbán, 2000; Pérez-Cortés *et al.*, 2000, Urbán y Pérez-Cortés, 2000). Las razones para la alta diversidad y abundancia de cetáceos son: a) la gran disponibilidad de alimento (incluso mayor que en la región del Golfo de California) resultado de surgencias costeras que proveen de nutrientes a la zona eufótica y aumentan la productividad primaria y secundaria (Zaystev *et al.*, 2003; Luch-Belda, 2000); b) La respuesta de los mamíferos

marinos cuya distribución está relacionada principalmente con la abundancia de sus principales presas (Gallo-Reynoso, 1991; Sydeman y Allen, 1999; Keiper *et al.*, 2005); c) la gran diversidad de hábitats y la compleja topografía en la región que provee nichos para especies costeras, oceánicas y pelágicas (Arizpe, 1998; Zaytsev *et al.*, 2003); d) la región es una zona de transición entre latitudes templadas y tropicales por lo que se pueden distribuir especies de ambas bioregiones (Hernández *et al.*, 1991) y la existencia de varias lagunas costeras adecuadas para el cuidado de crías de especies residentes y migratorias (Urbán *et al.*, 2003; Cárdenas-Hinojosa, 2004).

La probabilidad de varamiento en las playas cercanas a las zonas costeras depende de factores como el viento y las corrientes que transportan los cadáveres hacia las playas (Gulland *et al.*, 2005). Según Hickey (1987) los vientos en el oeste de Norte América corren con dirección sureña hacia las costas de la península de Baja California. En el caso del Pacífico de BCS, tanto los vientos como las corrientes en los meses y áreas con mayor frecuencia de varamientos, tuvieron dirección perpendicular hacia dentro de la costa, lo que facilitaría el transporte pasivo de los cadáveres que flotaban en el mar hacia las playas de la región (Walker *et al.*, 2005).

En los últimos años se ha asociado la abundancia y distribución de algunas poblaciones y grupos de cetáceos con la actividad pesquera (Fiedler y Reilly, 1994; Novacek *et al.*, 2001; Hernández, 2009). Aunque se sabe que algunos cetáceos pueden modificar su comportamiento y de esta forma evitar zonas de actividad antropogénica (Morteo *et al.*, 2011), otras especies o grupos de cetáceos interactúan constantemente con embarcaciones y artes de pesca, ya que ambos buscan alta abundancia de presas (Fertl y Letherwood, 1997; Bearzi, 2002; Chilvers *et al.*, 2003; Lauriano *et al.*, 2004, 2009; Perrin *et al.*, 1994). En BCS algunas pesquerías constituyen una gran amenaza para los mamíferos marinos (Carvajal *et al.*, 2005). En todas las áreas costeras de la región del Pacífico en donde se registraron elevadas frecuencias de varamientos se concentran importantes pesquerías

industriales y artesanales, caracterizadas por un manejo deficiente y sobreexplotación de los recursos de la región (Nichols, 2003). Las artes de pesca más utilizadas son las redes y palangres, que son conocidas por causar elevadas tasas de captura incidental de cetáceos (y muchas otras especies). No existen estudios de captura incidental de cetáceos para el área, pero se cree que las tasas de esta son altas (Hoyt Peckham, com. per.; Nichols, 2003; Guzón, 2006).

A excepción de Laguna San Ignacio, en la demás áreas monitoreadas de la región del Pacífico se observa un pico de varamientos en verano. En LSI la pesca es más restringida que en otras ya que es un área protegida. Durante la temporada de ballena gris la pesca con redes está prohibida (Mancini, 2009). Mientras que en las demás áreas el esfuerzo pesquero es intenso. Por ejemplo, en Bahía Magdalena se sabe que en durante la temporada de pesca aumentan los varamientos tanto de tortugas (Koch *et al.*, 2006) como de mamíferos marinos (Mercuri, 2007).

Solamente se pudieron clasificar un poco menos del 10% de los cadáveres varados dentro de la categoría de interacciones antropogénicas positivas, pero se sabe que este número subestima altamente el porcentaje real de cetáceos que se ven afectados por causa de actividades antropogénicas, debido a: 1) los varamientos representan una mínima parte de la mortalidad real que ocurre en altamar y aunque pueden considerarse como indicadores de las tendencias, siempre subestiman la mortalidad real (Murphy y Hopkins, 1989; Zavala-Gonzalez *et al.*, 1994; Epperly *et al.*, 1996; Maldini *et al.*, 2005), 2) la naturaleza conservadora de los análisis realizados en el presente estudio, 3) no se realizaron necropsias para identificar causas de muerte, 4) las evidencias de las interacciones antropogénicas pueden perderse debido a la autólisis *post mortem* o daños por carroñeros, en la evaluación que se hizo solamente en animales frescos el 40% de la muestra presentó evidencias de interacciones humanas, y 5) muchas artes de pesca no dejan marcas evidentes (Epperly *et al.*, 1996; Barco y Touhley, 2006).

Debido a la naturaleza del análisis de las interacciones antropogénicas que fue elegido para el presente estudio (el designado por la US Stranding Network) las mutilaciones no pudieron ser tomadas en cuenta como evidencia de interacción con pesquerías (ya que no se tiene evidencia directa que los cortes fueron propiciados por pescadores cuando los delfines quedaban atrapados en las redes), pero se sabe que este es el motivo por el cual se encontraron tantos cadáveres con las aletas mutiladas (Volker Koch, com. per.; Delgado-Estrella et al., 1994; Bravo et al., 2005; Mercuri, 2007; Wolheim, 2007). Al igual que en los trabajos de Mercuri (200) y Zavala-Gonzalez *et al.* (1994) las especies más afectadas fueron *Delphinus spp.* y *Tursiops truncatus*.

A diferencia de la región del Pacífico, en las regiones Cabo y Golfo el esfuerzo pesquero es menor y no presenta una estacionalidad definida. Las corrientes y vientos tienen dirección hacia afuera de la costa de BCS casi todo el año (Lavin *et al.*, 2003) y la disponibilidad de alimento es mucho menor que en el Pacífico durante los meses de verano. En base a los resultados de otros estudios (Bradshaw *et al.*, 2005; Evans *et al.*, 2005; Walker et al., 2005; Leeney *et al.*, 2008), se sugiere que en la región Cabo y Golfo la abundancia de varamientos fue menor que en la región del Pacífico debido a: 1) menor disponibilidad de alimento durante verano, 2) corrientes y vientos con dirección paralela o perpendicular hacia afuera de la península, y 3) menor esfuerzo pesquero. Aunque no fue evaluada en el presente estudio, la topografía también puede jugar un papel importante en la frecuencia de varamientos entre áreas (Nicol, 1985; Wiley *et al.*, 2001). A excepción de Laguna San Ignacio (que es una laguna costera) las demás áreas monitoreadas de las costas del Pacífico fueron playas arenosas abiertas. La costa del Golfo de California es en su mayoría rocosa y se encuentra interrumpida por playas pequeñas (Nichols, 2003). En la Bahía La Paz se encontró la mayor frecuencia de varamientos de la región del Golfo, incluso comparable con algunas zonas de muestreo en las costas del Pacífico. El Mogote (zona de muestreo para el área de Bahía La Paz) es una extensión arenosa amplia que ha sido descrita anteriormente como un sitio con alta

frecuencia de varamientos debido a las aguas someras que se encuentran en esta parte sur de la Bahía de La Paz (Gilmore, 1957; Rizo, 1990; Aurióles, 1992).

Los patrones de migración de las especies también tienen un efecto sobre la distribución espacio-temporal de los varamientos (Mercuri, 2007). En las áreas estudiadas en donde hay lagunas costeras (Guerrero Negro, Laguna San Ignacio y Bahía Magdalena) los varamientos de misticetos aumentaron hacia finales de invierno y durante la primavera, lo cual coincide con el arribo y departo de ballenas grises (*E. robustus*) a las lagunas costeras de BCS para la reproducción y el cuidado de sus crías (Urbán, 2000; Urbán *et al.*, 2003; Cárdenas-Hinojosa, 2004).

7.2. Caracterización de los varamientos y de las especies de cetáceos encontradas varadas

Los varamientos registrados en el presente estudio se caracterizaron como de tipo individual. Las causas de muerte de los cetáceos pueden ser naturales: depredación, infanticidio, abandono de crías, enfermedad o lesión (Geraci y Lounsbury, 2005), o antropogénicas: colisiones con embarcaciones (Chadwick, 2008) y captura incidental (Laist *et al.*, 2001) entre otras. Debido a que no se realizaron necropsias, en el presente estudio no se especulará la causa de muerte de los cetáceos varados.

En cuanto a los varamientos individuales, se encontraron organismos de 15 especies de cetáceos durante los 5 años de monitoreo. Las 15 especies de cetáceos identificadas representan el 43.75% del total que se distribuye en las aguas de BCS (IWC, 2010). El alto número de especies identificadas indica que los varamientos de

cetáceos pueden ser una importante fuente de información acerca de la distribución y presencia de las especies en áreas de BCS en donde existen pocos monitoreos *in vivo*. Pero hay que ser cautelosos al interpretar la abundancia de ciertas especies varadas como un reflejo natural de la abundancia en el medio, ya que muchos factores podrían tener efecto sobre ciertas especies por encima de otras.

Las diferencias entre riqueza y diversidad regional radican principalmente en diferencias en la frecuencia de varamientos entre regiones. Aunque en la región del Pacífico se observó una mayor riqueza de especies que en el Golfo, debido a la baja abundancia de varamientos en esta última región, no hay diferencias significativas en la diversidad de especies entre ambas regiones. Por sus características oceanográficas, el Golfo de California ha sido descrito como un área de gran abundancia y riqueza de especies (Urbán *et al.*, 2005).

Las diferencias tanto en la riqueza como en la diversidad entre áreas, no se explican por las diferencias en abundancias de varamientos. San Juanico, presentó el segundo lugar en frecuencias de varamientos después de Guerrero Negro, pero tanto la riqueza como la diversidad de especies varadas en dicha área fueron significativamente menores a las de Punta Abreojos y Bahía Magdalena (áreas que comparadas con San Juanico presentaron menor frecuencia de varamientos). Las concentraciones de clorofila en verano-primavera y otoño-invierno, son mayores en Punta Abreojos y Bahía Magdalena, respectivamente. Se han observado surgencias en toda la costa occidental de Baja California, pero hay ciertos lugares y épocas del año en que es más probable que ocurran (Chávez y Schmitter, 1995). Muchas especies de cetáceos se encuentran en áreas de alta productividad, como lo son las zonas de surgencias, ya que los ecosistemas asociados a estas zonas sostienen cadenas tróficas complejas (Etnoyer *et al.*, 2004).

La principal característica de los varamientos masivos es que: los animales arriban vivos o moribundos a las playas (Geraci y Lonsbury, 2005), y en el presente estudio no fue posible caracterizar ningún varamiento como “masivo”, ya que durante

los monitoreos realizados durante los 5 años de estudio no se observó ningún varamiento masivo *in vivo* (si hubo un varamiento masivo de *Berardius bairdii* en la Bahía de La Paz en Julio del 2010, pero esta playa no fue monitoreada, por ello dicho evento no se tomó en cuenta para el presente estudio).

Aparentemente se presentaron tres eventos de mortalidad inusual durante el estudio, tomando en cuenta las características que describen a estos eventos: a) serie de varamientos individuales o varamientos masivos de individuos que arriban a las playas muertos o moribundos (Geraci y Lonsbury, 2005); b) la captura incidental es una de sus causas (p.e. Morizur *et al.*, 1997; Leeney *et al.*, 2008); y c) se observa un cambio temporal en las abundancias de varamientos (Barco y Touhley, 2006; Geraci y Lonsburi; 2005; Gulland *et al.*, 2005). Los resultados sugieren que dos de los eventos de mortalidad inusual reportados en el presente estudio, son resultado de: 1) un incremento en las capturas incidentales durante el verano del 2009, ya que durante dicho período se observó el mayor esfuerzo pesquero en la región del Pacífico durante los 5 años monitoreados (incrementándose considerablemente la flota pesquera tanto en Guerrero Negro como en San Juanico), y 2) una mayor disponibilidad de alimento, reflejada por la concentración de clorofila-a que pudo tener como consecuencia una mayor abundancia de cetáceos en la zona costera del Pacífico. Dado que los estudios de captura incidental son logística y económicamente difíciles de realizar, la información proveniente de varamientos puede ofrecer un panorama potencial de la incidencia de capturas incidentales (Leeney *et al.*, 2008). En el caso del evento de mortalidad inusual observado en Marzo del 2009, la especie afectada fueron las ballenas grises adultas tanto hembras como machos. Dado que no fue realizada ninguna necropsia y a que no se encontraron evidencias de interacción antropogénica ni emancipación, no se especulará las posibles causas de muerte de dichos mysticetos. Pero es importante señalar que todos los cadáveres fueron encontrados en solamente en 30km recorridos durante un solo monitoreo.

Especies varadas en mayor frecuencia

MISTICETOS

Eschrichtius robustus

Las ballenas grises se encontraron principalmente varadas en Guerrero Negro. En estudios anteriores también se ha encontrado una alta frecuencia de varamientos de ballenas grises en Isla Arena (playa monitoreada de Guerrero Negro) (Sanchez, 1998). Las ballenas grises arriban a BCS para reproducirse y cuidar de sus crías y se concentran particularmente cerca y dentro de lagunas costeras. Se cree que las características ecológicas (aguas templadas y protegidas) de estas áreas de reproducción ofrecen ventajas reproductivas a esta especie (Urbán *et al.*, 2003; Cárdenas-Hinojosa, 2004). Aunque solamente se monitoreo una laguna costera (Laguna San Ignacio), las demás playas del Pacífico en donde se encontraron cadáveres de ballenas grises se encuentran cerca de lagunas costeras. La población del Pacífico Nor-Oriental comienza a migrar en otoño desde sus áreas de alimentación en el Océano Ártico siguiendo la línea costera hacia el sur. Arriba en invierno a la costa occidental de BCS y la región Sur-Occidental del Golfo de California. Entre los meses de Febrero y Marzo después de la reproducción y el cuidado de sus crías, migran de vuelta a sus áreas de alimentación en el norte (Urbán, 2000). Con excepción del año 2010 en donde se encontró un número mayor de ballenas grises varadas en invierno, durante todo el estudio sólo se observó un cadáver durante dicha estación. La mayor parte de cadáveres de ballenas grises se encontraron en primavera cuando se inicia la migración de regreso hacia el norte.

McLoad *et al.* (2004) dice que los varamientos pueden proveer información importante de la estructura demográfica de las poblaciones. Existen dos períodos críticos para la sobrevivencia de las crías: el primero es inmediatamente después del nacimiento y el segundo cuando las crías abandonan las lagunas con sus madres para migrar de nuevo a sus áreas de alimentación en el norte, ya que

potencialmente las crías pueden ser depredadas por tiburones y orcas, o pueden perderse, desorientarse y finalmente separarse de sus madres antes del destete (Swartz y Jones, 1983). Previo al evento de mortalidad inusual de ballenas grises durante 1999-2000 (Gulland *et al.*, 2005) la clase de edad que varaba más frecuentemente en las lagunas costeras de BCS eran las crías. En el presente estudio no se encontró diferencias entre clases de edad de *E. robustus* varadas. Aunque la abundancia anual de varamientos de ballenas grises en ninguno de los años monitoreados en el presente estudio sobrepasó la media anual reportada previo al evento de mortalidad inusual del 99-2000 (41 ballenas varadas por año) (Cárdenas-Hinojosa, 2004; Gulland *et al.*, 2005), es importante señalar que las crías no fueron la clase de edad predominante en los varamientos.

ODONTOCETOS

Delphinus spp.

Delphinus delphis (delfín común rostro largo) y *Delphinus capensis* (delfín común rostro corto) fueron las dos especies varadas más frecuentemente. En los registros de varamientos de Mercuri (2007) y los reportes de avistamientos conocidos para el área (Urbán y Aguayo, 1985; Urbán *et al.*, 2005) también se reportan ambas especies como los cetáceos más abundantes en ambas costas de BCS. Aunque no se diferenciaron ambas especies en el presente estudio, se cree que se encontró un mayor número de delfines de rostro largo (*Delphinus capensis*), resultados que concuerdan con lo encontrado por Mercuri (2007). El delfín común de rostro largo se distribuye cerca de zonas costeras, lo que podría facilitar su varamiento en las áreas monitoreadas, mientras que el delfín común rostro corto tiende a distribuirse en zonas más oceánicas alejadas de las costas (Carwardine, 2005; Reeves *et al.*, 2002). Ambas especies se encuentran en aguas templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo (Carwardine, 2005). Su abundancia y

amplia distribución en el área de estudio explica porqué se encontraron cadáveres durante todas las estaciones del año en los sitios con mayores frecuencias de varamiento. En BCS los grupos son más numerosos en las estaciones de verano (Valles, 1998; Pérez-Cortés *et al.*, 2000), lo cual concuerda con el patrón de varamientos de delfines comunes en el presente estudio. La distribución de esta especie está relacionada con la sus presas principales y la presencia de esta especie coincide en zonas de surgencias (Gallo-Reynoso, 1991).

Tursiops truncatus

Después de *Delphinus spp.* el delfín nariz de botella fue la segunda especie más abundante. Esta especie se encuentra en todos los océanos en latitudes templadas y tropicales (Carwardine, 2005). Ocupa gran variedad de hábitats: es abundante en aguas costeras (sobre todo en lagunas costeras y bahías), aunque también está presente en aguas oceánicas (Pérez-Cortés *et al.*, 2000; Urbán *et al.*, 2005; Reeves *et al.*, 2002; Carwardine, 2005). Urbán y Aguayo (1985) y Mercuri (2007) reportan a los tursiones como la segunda especie más abundante de cetáceos, en avistamientos y varamientos respectivamente. Por lo que al igual que los delfines comunes, el amplio rango de distribución y elevada abundancia explica el porqué se encontraron cadáveres de delfines nariz de botella en casi todas las áreas monitoreadas durante todas las estaciones del año.

Debido a su abundancia relativa, *Delphinus capensis* y *Tursiops truncatus* son las especies de delphinidos más importantes en el área de Bahía de La Paz. Se conoce que ambas especies tienen poblaciones residentes y que se encuentran presentes todo el año (Flores-Ramírez *et al.*, 1996; Urbán *et al.*, 2005). Debido a que no se ha realizado estudios para medir la abundancia relativa de ambas especies en las áreas monitoreadas en las costas del Pacífico, los resultados del presente estudio podrían señalar que ambas especies son las especies de delphinidos más

importantes en ambas costas de BCS. Ya que los varamientos de ambas especies se encontraron ampliamente distribuidos en todas las áreas de estudio con elevadas frecuencias durante todo el año.

Especies varadas en menor frecuencia

MISTICETOS

Megaptera novaeangliae

Los dos cadáveres de ballenas jorobadas se encontraron en la región del Pacífico: uno en GNE en otoño y otro en PAB en invierno. La ballena jorobada es una especie con migraciones muy marcadas y por lo tanto su distribución cambia de acuerdo a la temporada del año. Durante el otoño e invierno esta especie migra desde el Pacífico Norte hacia zonas de apareamiento y cuidado de crías en aguas tropicales y subtropicales. Se ha estimado que al menos 43% de las ballenas jorobadas del Pacífico Mexicano se han enmallado (Foubert, 2006). En BCS se concentran de manera particular en la región de los Cabos y hacia al norte del Golfo de California en Loreto (Urbán, 2000). Sin embargo, no se encontró ningún cadáver en estas zonas de agregación, probablemente debido a la influencia de los vientos y las corrientes imperantes en la región Cabo y Golfo (corriendo perpendicularmente con dirección hacia afuera de la costa de BCS). Las bajas abundancias de varamientos en la región del Pacífico puede ser un reflejo de que las ballenas solo utilizan la región como zona de paso hacia las regiones de agregación al sur, probablemente nadando en aguas más profundas y alejadas de la costas (Urbán, 2000), por lo que la probabilidad de varamiento en las playas monitoreadas disminuye si alguna muriera en altamar durante la migración.

Balenoptera edeni

El cadáver del rorcual tropical se encontró en GNE durante otoño. Se cree que en BCS solamente se distribuye la forma costera, la cual es residente y no realiza migraciones como la forma oceánica (Carwardine, 2002). Se distribuye en toda la costa desde Bahía Ballenas en la costa occidental, hacia el sur hasta la zona de Los Cabos y hacia el norte en el Golfo de California hasta la Bahía de Loreto, donde se encuentran de manera particular. Esta es la ballena más común en el Golfo de California, en la región del Pacífico de BCS no se conoce su abundancia (Urbán, 2000). De nuevo, es posible que en las regiones en donde esta especie es más abundante (LOR y LAP) la dirección de las corrientes y vientos imperantes transportaran los cadáveres hacia fuera de las costas de BCS. No se conoce mucho sobre esta especie, así que no está establecida la mortalidad promedio al año, por lo que no podemos descartar también que quizás la mortalidad de esta especie sea muy baja y eso se vea reflejado en la baja abundancia de varamientos. Al contrario en el área de GNE las corrientes y vientos tienen dirección hacia dentro de la costa de BCS y es posible que debido a la posición geográfica de Isla Arena y las corrientes y vientos dominantes (ver figuras 2 y 19), en esta área haya un mayor número de varamientos.

Balenoptera physalus

Aunque existe una población residente durante todo el año en el Golfo de California (Urbán, 2000), no se encontró ningún cadáver varado en dicha región, solamente uno cerca de Bahía de Los Ángeles, fuera del área de monitoreo. En contraste, en la costa occidental en donde los registros son extremadamente raros (Urbán, 2000) se encontró el cadáver de una ballena de aleta en el área de GNE durante el verano. Su patrón migratorio es similar al de otros rorcuales, este

consiste en movimientos entre sus zonas de alimentación en altas latitudes, hacia las zonas de reproducción en bajas latitudes (Leatherwood *et al.*, 1988).

ODONTOCETOS

Kogia sima

En BCS se distribuyen las dos especies pertenecientes a la familia Kogiidae, pero solamente se encontraron cadáveres de *Kogia sima* (cachalote enano), no se encontró ningún cachalote pigmeo (*Kogia breviceps*). Por medio de reportes de varamientos (Vidal *et al.*, 1993) y observaciones, se sabe que esta especie es común en La Bahía de La Paz (Gendron, 2000). En este estudio se encontraron dos cadáveres en LAP uno a finales de verano y otro a finales de otoño. Los reportes en la región del Pacífico son raros, pero el esfuerzo de observación en esta costa en general ha sido bajo (Gendron, 2000). Durante los 5 años de monitoreo se encontró un cadáver de cachalote enano en la región de Los Cabos en otoño, uno en BMA en primavera y uno en PAB en verano. En el estudio realizado por Mercuri (2007) no se encontró ningún cadáver de cachalotes enanos en BMA. Aunque las abundancias de varamientos encontradas fueron bajas, por medio del presente estudio se confirma la presencia del cachalote enano durante todo el año en la región del Pacífico.

Berardius bairdii

Aunque la familia Ziphiidae es la más diversa después de la familia Delphinidae (IWC, 2010), solamente se encontró un cadáver de *Berardius bairdii* (ballena picuda de Baird) en Bahía de La Paz durante verano. Todos los zífidos tienen tendencia a habitar aguas profundas y consecuentemente, por lo general alejadas de la costa (Urbán y Pérez-Cortés, 2000), lo cual puede ser una razón por la cual la abundancia de los varamientos fue baja. Se conoce de pocos

avistamientos de esta especie en las tres regiones de BCS y para el Golfo de California se tienen registros de algunos varamientos en La Bahía de La Paz (Michel y Fleischer, 1987; Aurióles, 1992; Urbán y Jaramillo, 1992; Urbán *et al.*, 2007). Aunque en el presente estudio no se reportaron varamientos masivos, es importante mencionar que en Julio del 2010 ocurrió un varamiento masivo de ballenas picudas de Baird en el área de Bahía de La Paz. Este no fue tomado en cuenta para el análisis de varamientos efectuado ya que no ocurrió en la playa que fue monitoreada (El Mogote). En dicho evento vararon vivas 4 hembras, dos adultas y dos crías (solamente una cría pudo ser liberada, el resto de animales murieron en la zona de varamiento).

Peponocephala electra

Las ballenas cabeza de melón tienen una amplia distribución tropical. Se cree que es una especie abundante, pero debido a su distribución oceánica (Carwardine, 2005) no se registran muchos varamientos en zonas costeras. Para la región este BCS (Golfo de California) existen un par de avistamientos documentados (Urban *et al.*, 2005) y material óseo (Vidal, 1991) que confirma su presencia. No se conoce de avistamientos ni material óseo proveniente de la región del Pacífico de BCS. En el presente estudio se encontró un cadáver en Punta Abreojos en verano, por lo que este es el primer reporte que se conoce para dicha región.

Globicephala macrorhynchus

Las ballenas piloto son una especie abundante y se distribuyen en aguas templadas, subtropicales y tropicales de todo el mundo (Carwardine, 2005). Se encontraron dos cadáveres de ballenas piloto durante verano y otoño en la región del Pacífico. Un varamiento de esta especie también fue reportado por Mercuri

(2007) para el área de Bahía Magdalena. Aunque se sabe que en el Golfo de California son abundantes, no se encontró ningún varamiento durante los 5 años de monitoreo (Pérez-Cortés *et al.*, 2000). De nuevo esto puede ser un resultado de las corrientes y vientos que imperan en la zona. Aunque estos animales son notoriamente susceptibles de vararse de manera masiva (Urbán, 1989; Urbán, 1993) no se registró ningún varamiento masivo en los 5 años monitoreados.

Pseudorca crassidens

Se encontró solamente un cadáver varado en BMA en el verano. En el estudio realizado por Mercuri (2007) para el área no se reporto ningún varamiento de dicha especie. Las orcas falsas son típicamente de aguas profundas. Hay registros de su presencia en el Golfo de California pero al igual que *P. electra* no se tienen registros de su presencia en la costa occidental (Pérez-Cortés *et al.*, 2000), por lo que de nuevo por medio de este estudio se evidencia su presencia en las costas del Pacífico.

Orcinus orca

Las orcas se encuentran tanto en las costas del Pacífico como del Golfo de California. Se sabe que algunos grupos están presentes durante todo el año y otros habitan temporalmente la zona moviéndose hacia el pacífico Norte (Guerrero-Ruiz *et al.*, 1998). En este estudio no se encontró ningún cadáver varado en la región del Golfo. Se encontró solamente un cadáver en GNE en primavera, lo que corresponde con la mayoría de avistamientos documentados en BCS en meses en los que la temperatura del agua es baja (Pérez-Cortés *et al.*, 2000). Los varamientos individuales de orcas son raros y solamente han sido documentados 6 registros en

las regiones del Pacífico y Golfo de California y un varamiento masivo en esta última región (Guerrero-Ruiz *et al.*, 2006).

Lagenorhynchus obliquidens

Los delfines de costados blancos se distribuyen en aguas templadas del Pacífico Norte (Carwardine, 2005). En Baja California esta especie se encuentra áreas donde el agua es más fría, por lo que se cree que solamente visita el área del sureste del Golfo de California en invierno (Urbán *et al.*, 2005). La mayoría de los registros que se conocen de la especie han sido de la región del Pacífico y se cree que la especie es abundante (Pérez-Cortés *et al.*, 2000). La distribución de esta especie en BCS coincide con las áreas en donde se encontraron cadáveres varados, las cuales fueron de localización nortea. Estos vararon durante todo el año con mayor abundancia en primavera y verano, lo cual indicaría que es una especie residente en las áreas mencionadas.

Stenella attenuata

Se encontraron dos cadáveres del delfín moteado en PAB durante los meses de verano. No existen registros sobre la distribución en el norte de la costa del Pacífico de BCS, solamente se tienen registros del Golfo de California y la región de Los Cabos (Pérez-Cortés *et al.*, 2000). En ambas regiones no se encontró ningún cadáver. Por lo mismo, con este trabajo se identifica también la presencia de dicha especie en áreas más nortea de las anteriormente descritas.

Sin tomar en cuenta los cadáveres en que no pudo identificarse el sexo, se encontró un mayor número de machos que de hembras. En su mayoría fueron adultos. En las sociedades de cetáceos (sobre todo en los odontocetos) los machos forman vínculos sociales como estrategia reproductiva (Mann *et al.*, 2000). Por su naturaleza la curiosidad de los machos hace que estos se acerquen a las redes tanto para alimentarse como para jugar (Jason Allen, Gretchen Lovewell y Randy Wells, com. per.). Lo anterior puede ser una posible explicación al porque de un mayor número de varamientos de machos adultos. También es importante señalar que en la mayor parte de cetáceos no se identificó el sexo dado el estado de descomposición, por lo que otra posible explicación al mayor número de machos encontrados es que muchas veces debido a las condiciones climáticas áridas de BCS el pene se encontró momificado. Por lo anterior los datos de identificación de sexos deben ser utilizados cautelosamente al momento de realizar conclusiones acerca de la demografía poblacional de las especies descritas.

7. CONCLUSIONES

- En lugares como Baja California Sur, en donde hay un pobre esfuerzo de monitoreo de cetáceos *in vivo*, los varamientos son una valiosa fuente de información acerca de la distribución, abundancia y demografía de los cetáceos. Por medio del presente estudio se conoció la presencia de especies (p.e. *Peponocephala electra*, *Stenella attenuata* y *Pseudorca crassidens*) en áreas donde no habían sido reportadas previamente, y se reafirmó la hipótesis que dice que las especies costeras más abundantes de cetáceos en BCS son *Delphinus spp.* y *Tursiops truncatus* (Flores-Ramírez *et al.*, 1996; Urbán *et al.*, 2005).
- La abundancia y distribución espacio-temporal de los varamientos de cetáceos en Baja California Sur depende principalmente de la dirección de vientos y corrientes, intensidad del esfuerzo pesquero, disponibilidad de alimento y patrones de residencia o migración de los cetáceos.
- En las áreas y estaciones en donde las corrientes y vientos tienen dirección perpendicular hacia dentro de las costas del estado, hay una mayor probabilidad de que los cadáveres de cetáceos que mueren en alta mar varen. Al igual que con el varamiento de tortugas marinas (Mancini, 2009) las condiciones oceanográficas crean temporadas favorables y desfavorables para los varamientos de cetáceos.
- Las áreas y estaciones en donde las concentraciones de clorofila-a son elevadas permiten cadenas tróficas complejas que a su vez facilitan la presencia de una mayor abundancia y diversidad de especies de cetáceos. Cuando hay una mayor abundancia de cetáceos, mayores son las

probabilidades de encontrar cadáveres varados, ya sea por muerte natural o por causantes antropogénicas. Comprobándose de esta forma a mayor escala la propuesta de Mercuri (2007) acerca de los varamientos y la evolución del ecosistema. Aunque cabe señalar que localmente diferentes factores intervienen en los varamientos.

- Al igual que los resultados de Mercuri (2007) en este estudio se comprueba que los patrones de residencia y migración de las especies juegan un papel importante en las frecuencias de varamientos. Por medio de los resultados se puede apreciar el patrón de residencia de 3 especies en el Pacífico de BCS (*D. delphis*, *D. capensis*, *T. truncatus*) ya que se encontraron varados cadáveres durante todo el año y en casi y en todas las áreas monitoreadas. Así como también, se aprecia que el período de emigración de algunos misticetos (*E. robustus*, *M. Novaeangliae*) desde BCS hacia sus áreas de alimentación, es un período crítico de supervivencia, ya que la mayor parte de cadáveres de misticetos migratorios se encontraron durante los meses que se conoce estos cetáceos retornan a sus áreas de alimentación.
- La mayor parte de las evidencias de interacción antropogénica se observaron en cadáveres pertenecientes a las tres especies de odontocetos residentes mencionadas anteriormente. A excepción de un cadáver, todos fueron encontrados en áreas de la región del Pacífico que tienen un intenso esfuerzo pesquero. Dado que: 1) para la región del Pacífico solamente se conocen estimaciones poco actualizadas acerca del tamaño poblacional de *D. delphis*, *D. capensis* y *T. truncatus* (Urbán y Aguayo, 1985; Gerrodette y Palacios, 1996); 2) no se ha realizado ningún estudio de captura incidental de cetáceos en la zona, pero los modelos de Guzón-Zatarain (2006) indican que en el Noroeste Mexicano las tasas de captura incidental de pequeños cetáceos son altas; 3) se conoce que la captura incidental en artes de pesca utilizadas por pesquerías artesanales en otras áreas ha

puesto en peligro algunas poblaciones de pequeños cetáceos (Rojas-Bracho y Taylor, 1999; EIA, 1991); 4) la clase de edad más afectada fueron individuos en edad reproductiva, clase de edad reportada como crítica para la supervivencia poblacional (Chaloupka y Musick, 1997), el análisis de las interacciones antropogénicas realizado en el presente estudio sugiere que las pesquerías estacionales en la región del Pacífico son una potencial amenaza para algunas especies de odontocetos, sobre todo para las especies de hábitos más costeros. Los reportes de los varamientos ocurridos solo muestran una tendencia en la mortalidad de ciertas especies de cetáceos en BCS, pero dado a que los datos fueron muy conservadores estos representan tasas mínimas de mortalidad. Por lo que al igual que propuso Mancini (2009) con las mortalidades de tortugas en BCS, es necesario considerar los resultados de interacciones antropogénicas desde esta perspectiva.

- Aunque no fue posible caracterizar ningún evento de mortalidad inusual, es importante señalar dos resultados importantes: 1) la mortalidad de pequeños cetáceos se incrementa durante todos los veranos (estación que coincide con el mayor esfuerzo pesquero en la región del Pacífico), y 2) en los últimos 5 años los porcentajes de crías, juveniles y adultos de ballenas grises varadas no han cambiado. Previo al gran evento de mortalidad inusual del 99-2000 (Gulland *et al.*, 2005) la clase de edad varada en mayor frecuencia eran las crías (Swartz y Jones, 1983). Aunque las abundancias de varamientos no sobrepasaron la media reportada como normal (Cárdenas-Hinojosa, 2004), los resultados del presente estudio sugieren cambios en las tendencias de mortalidad reportadas como normales con anterioridad.

8. RECOMENDACIONES

Por medio del presente trabajo se conoció que la costa del Pacífico de Baja California Sur es una región importante de varamientos de cetáceos. Fue posible estimar un promedio anual y estacional de varamientos a nivel de cada una de las localidades estudiadas. Por la elevada frecuencia de varamientos registrada se recomienda continuar con los monitoreos sistemáticos para así conocer tendencias a un plazo incluso más largo plazo y así poder identificar cambios en las frecuencias de varamientos que sean un indicativo de eventos de mortalidad inusual en el área, como sucedió con *E. robustus* durante 1999-2000 (Gulland *et al.*, 2005).

Se identificaron áreas (Guerrero Negro, Punta Abreojos, San Juanico, Bahía Magdalena) en donde es de suma importancia realizar estudios de captura incidental, así como estimaciones actuales de la abundancia de las especies reportadas como más importantes (delfín común y delfín nariz de botella). Para así conocer el efecto real que las pesquerías están teniendo sobre las poblaciones de cetáceos en la región.

Metodológicamente se recomienda que: 1) los monitoreos se realicen de forma mensual en las siguientes áreas: Bahía Magdalena, San Juanico, Punta Abreojos y Guerrero Negro, 2) la colecta de datos no se realice solamente a nivel básico (que se realicen necropsias de los animales frescos), 3) se colecte todo el material biológico posible (muestras de piel, grasa, dientes, esqueletos completos), 4) se siga el protocolo de colecta utilizado por la US Stranding Network (Pugliares *et al.*, 2007), 5) se analicé la evidencia de interacciones humanas de manera conservadora, 6) documentar con fotos de alta calidad la

evidencia de interacciones humanas, 7) contabilizar el número de dientes de todos los cadáveres encontrados para que sea posible la posterior identificación de las especies de cetáceos varados, y 8) examinar detalladamente todos los cuerpos no importando el estado de descomposición de los cadáveres (para determinación de sexo y evidencias de interacciones con pesquerías).

9. LITERATURA CITADA

- Álvarez-Borrego, S. 1983. Gulf of California. En: Ketchum, B. (ed.) Estuaries and enclosed seas. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam. 427-449.
- Arizpe, O. 1998. El ambiente marino. En: A.A. V.V (Ed). Diagnóstico ambiental de Baja California Sur. La Paz, México. 243-299.
- Aurioles, D. 1992. Notes on a mass stranding of Baird's beaked whales in the Gulf of California, México. California Fish and Game 78:116-123.
- Aurioles, D. 1993. Biodiversidad y estado actual de los mamíferos marinos en México. Rev. Soc. Mex. Hist.Nat. Vol. Esp. (XLIV) 397-412.
- Barco, S. y K. Touhley. 2006. Handbook for recognizing, evaluating and documenting human interaction in stranded cetaceans and pinnipeds. Unpublished report from the Virginia Aquarium Stranding Program and Cape Cod Stranding Network.
- Bearzi, G. 2002. Interactions between cetaceans and fisheries: Mediterranean Sea. En: Notabartolo di Sciara (ed.) Cetaceans in the Mediterranean and Black Seas: state of knowledge and conservation strategies. Monaco: A report to the ACCOBAMS Secretariat. Pp. 78-97.
- Bejder, L. y A. Samuels. 2003. Evaluating the effects of nature-based tourism on cetaceans. In. Gales, N., M. Hidell y R. Kirkwood (eds.) Marine mammals: fisheries, tourism and management issues. CSIRO Publishing. Victoria. Pp. 229-251.

- Bennett, P., P. Jepson y R. Deaville. 2000. Cetacean strandings investigation: England and Wales Database. Final Report by the Institute of Zoology, The Zoological Society of London.
- Borsa, P. 2006. Marine mammal strandings in the New Caledonia region, Southwest Pacific. *C.R. Biologies* 329:277-288.
- Bradshaw, C., K. Evans y M. Hindell. 2006. Mass cetacean strandings – a plea for empiricism. *Conservation biology* 20(2):584-586.
- Bravo, E., G. Heckel, Y. Scharamm y R. Escobar-Fernández. 2005. Occurrence and distribution of marine mammal strandings in Todos Santos Bay, Baja California, México, 1998-2001. *LAJAM* 4(1):15-25.
- Cárdenas-Hinojosa, G. 2004. Análisis histórico de la mortandad de ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la costa occidental de la península de Baja California, México. Tesis profesional. UABCS. 67Pp.
- Carvajal, M., J. Creel, J. Barrera y A. Saenz. 2005. Developing the Gulf of California's Regional System of Marine Protected Areas. Pp. 12.
- Carwardine, M. 1996. Wale und Delphine. Delius Klasing Verlag. Bielefeld. Pp. 255.
- Carwardine, M. 2002. Whales, dolphins and Porpoises. Smithsonian Handbooks. USA. 255Pp.
- Chadwick, D. 2008. Ballenas francas: la especie del Atlántico Norte en el fiel de la balanza. *National Geographic* 23(4): 55-73.
- Chaloupka, M. y J. Musick. 1997. Age, growth and population dynamics. En. Lutz, P. y J. Musick (eds.). *The biology of sea turtles*. CRC Press, Florida. Pp. 233-273.

- Chávez, F., J. Pennington, C. Castro, J. Ryan, P. Michisaki, B. Schilining, P. Walz, K. Buck, A. McFadyen y C. Collins. 2002. Biological and chemical consequences of the 1997-1998 El Niño in central California waters. *Progress in Oceanography* 54:205-232.
- Chávez, S. y J. Schmitter. 1995. Marco geológico y ambiental del área de estudio. Capítulo 1: 1-9. En: Auriolos, D. y E. Balart (eds). *La Langostilla: biología, ecología y aprovechamiento*. Pub. Esp. CIBNOR. Pp. 233.
- Chilvers, B., P. Corkeron y M. Puotinen. 2003. Influence of trawling on the behavior and spatial distribution of Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Moreton Bay, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 81: 1947-1955.
- Chuluiza, D., W. Aguirre, F. Félix y B. Haase. 1998. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. INOCAR, Ecuador 9(1): 209-217.
- Clark, C., W. Ellison, B. Southall, L. Hatch, S. Van Parijs, A. Frankel y D. Ponirakis. 2009. Acoustic masking in marine ecosystems: intuitions, analysis and implication. *Marine Ecol. Progr. Ser.* 395: 201-222.
- Covelo, P. y J. Martínez. 2001. Varamientos de mamíferos marinos en las costas de España y Portugal entre 1996 y 1998. *Galemys* 13 (Número especial): 93-106.
- Delgado-Estrella, A., J. Ortega-Ortíz y A. Sánchez-Ríos. 1994. Varamientos de mamíferos marinos durante primavera y otoño y su relación con la actividad humana en el norte del Golfo de California. *Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Mex. Ser. Zool.* 65 (2):287-295.
- Domingo, M., M. Vilafranca, J. Visa, N. Prats, A. Trudgett y I. Visser. 1995. Evidence for chronic morbillivirus infection in the Mediterranean striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *Veterinary Microbiology* 44:229-239.

- Duingan, P., C. House, D. Odell, R. Wells, L. Hansen, M. Walsh, D. St. Aubin, B. Rima y J. Geraci. 1996. Morbillivirus infection in bottlenose dolphins: evidence for recurrent epizootics in the western Atlantic and Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science* 12: 499-515.
- Environmental Investigation Agency. 1991. The global war against small cetaceans. Second report. Pp. 63.
- Epperly, S., J. Braun, A. Chester, F. Cross, J. Merriner, P. Tester, y J. Churchill. 1996. Beach strandings as indicators of at sea mortality of sea turtles. *Bulletin of Marine Science* 59 (2):289-297.
- Etnoye, P., D. Canny, B. Mate y L. Morgan. 2004. Persistent pelagic habitats in the Baja California to Bering Sea (B2B) ecoregion. *Oceanography* 17 (1):90-101.
- Evans, K., R. Thresher, R. Warneke, C. Bradshaw, M. Pook, D. Thiele y M. Hindell. 2005. Periodic variability in cetacean strandings: links to a large-scale climate events. *Biol. Lett.* 1:147-150.
- Fertl, D. y S. Leatherwood. 1997. Cetacean interactions with trawls: a preliminary review. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 22:219-248.
- Fiedler, P. y Reilly, S. 1994. Interannual variability of dolphin habitats in the eastern tropical Pacific II: effects on abundances estimated from tuna vessel sightings, 1975-1990. *Fisheries Bulletin* 92: 451-463.
- Florez-Ramírez, S., J. Urban, G. Villareal, R. Valles. 1996. Spatial and temporal changes in the cetacean community structure at Bahía de La Paz, B. C. S. Mexico. *Ciencias Marinas* 22(2):151-173.

- Foubert, C. 2006. Impacto de las redes pesqueras en las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) del Pacífico mexicano. Tesis de maestría. UABCS. 75Pp.
- Fossi, M., J. Urban, S. Casini, S. Maltese, G. Spinsanti, C. Panti, S. Porcelloni, S. Panigada, G. Lauriano, C. Niño-Torres, L. Rojas-Bracho, B. Jimenez, J. Muñoz-Arnanz y L. Marsili. 2009. A multi-trial diagnostic tool in fin whale (*Balaenoptera physalus*) skin biopsies of the Pelagos Sanctuary (Mediterranean Sea) and the Gulf of California (Mexico). *Mar. Environ. Res.* doi:10.1016/j.marenvres.2009.10.006.
- Frantzis, A., P. Alexiadou, G. Paxamadis, E. Politi, A. Gannier y M. Corsini-Foka. 2003. Current knowledge of the cetacean fauna of the Greek Seas. *J. Cetacean Res. Manage.* 5(3):219-232.
- Gallo-Reynoso, J. 1991. Group behavior of common dolphins (*Delphinus delphis*) during prey capture. *Anales Instituto de Biología, UNAM, Serie Zoología* 62:253-262.
- Gendron, D. 2000. Familia Balenidae, Kogiidae y Physeteridae. En: Álvarez-Castañeda, S. y J. Patton (eds.). *Mamíferos del Noroeste de México*. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 875Pp.
- Geraci, J., J. Harwood y V. Lonsbury. 1999. Marine mammals die-offs: causes, investigations and issues. P. 367-395. En: *Conservation and management of marine mammals*. Eds: Twiss, J. y R. Reeves. Smithsonian Institution Press. USA.
- Geraci, J. y V. Lonsbury. 2005. *Marine mammals ashore: a field guide for strandings*. Segunda edición. National Aquarium in Baltimore. USA. 370Pp.
- Gerrodette, T. y D. Palacios. 1996. Estimates of cetacean abundance in EEZ waters of the Eastern Tropical Pacific. National Marine Fisheries Service

- Southwest Fisheries Science Center. La Jolla, C.A. Administrative report LJ-96-10, 28Pp.
- Gilmore, R. 1957. Whales aground in Cortéz Sea. Pacific. Dis. Acad. Sci. Sn. Francisco 10(1):22.27.
- Guerrero-Ruiz, M., D. Gendron y J. Urbán. 1998. Distribution, movements and communities of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, México. Report of the International Whaling Commission 48:537-543.
- Guerrero-Ruiz, M., H. Pérez-Cortés, M. Salinas y J. Urbán. 2006. First mass stranding of killer whales (*Orcinus orca*) in the Gulf of California, México. Aquatic Mammals 32(3):265-272.
- Guerrero, M., J. Urbán y L. Rojas. 2006. Las ballenas del Golfo de California. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. 524 pp.
- Gulland, F., H. Pérez.Cortés, J. Urbán, L. Rojas-Bracho, G. Ylitalo, J. Weir, A. Norman, M. Muto, D. Rugh, C. Kreuder y T. Rowles. 2005. Eastern North Pacific gray whale (*Eschrichtius robustus*) unusual mortality event, 1999-2000. NOAA Technical Memorandum NMFS-AFSC-150. US Department of Commerce. 33Pp.
- Guzón-Zatarain, O. 2006. Captura incidental de cetáceos pequeños en pesquerías de red de enmalle en la región noroeste de México. Tesis de maestría. CICESE. 93Pp.
- Hart, K., P. Mooreside y P. Crowder. 2006. Interpreting the spatio-temporal patterns of sea turtle strandings: going with the flow. Biological Conservation 129:283-290.

- Heckel, G., P. Ladrón de Guevara y L. Rojas-Bracho. 2008. Ballenas y delfines. P. 563-601. En: Bahía de Los Ángeles, recursos naturales y comunidad. Danemann, G. y E. Ezcurra (eds.). Instituto Nacional de Ecología. México.
- Hernández, S., D. Lluch B., D.B. Lluch C. y C. Salinas. 1991. Marco ambiental de la Costa Occidental de la Península de Baja California, México. Guzmán del Proó (ed). Memorias del taller México-Australia sobre reclutamiento de recursos bentónicos de B.C. SEPESCA-IPN, México.
- Hernández, I. 2009. Interacción del delfín costero *Tursiops truncatus* con embarcaciones y artes de pesca en el sistema arrecifal veracruzano. Tesis de Maestría. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.
- Hickey, B. (1987). The California current system-hypotheses and facts. Prog. Oceanog. 8:191-279.
- Holsbeek, L., C. Joiris, V. Debacker, I. Ali, P. Roose, J. Nellissen, S. Gobert, J. Bouquegneau y M. Bossicart. 1999. Heavy metals, organochlorines and polycyclic aromatic hidrocarbons in sperm whales stranded in the southern North Sea during the 1994-1995 winter. Marine Pollution Bulletin 38 (4):304-313.
- Holts, D., A. Julian, O. Sosa y N. Bartoo. 1998. Pelagic shark fisheries along the west coast of the United States and Baja California, Mexico. Fisheries Research 39:115-125.
- IWC. 2010. Apendice 3: Clasificación del Orden Cetacea. Journal of Cetacean Research and Management 11(1): xipp.
- Keiper, C., D. Ainley, S. Allen y J. Harvey. 2005. Marine mammal occurrence and ocean climate of central California, 1986 to 1994 and 1997 to 1999. Marine Ecology Progress Series 289:285:306.

- Koch, V., W. Nichols, H. Peckham y V. de la Toba. 2006. Estimates of sea turtle mortality from poaching and bycatch in Bahía Magdalena, Baja California Sur, Mexico. *Biological Conservation* 128: 327-334.
- Laist, D. 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. 99-139. En: Coe, J. y D. Rogers (eds.). *Marine debris: sources, impacts and solutions*. Springer-Verlang, New York.
- Laist, D., A. Knowlton, J. Mead, S. Collet y M. Podesta. 2001. Collisions between ships and whales. *Mar. Mamm. Sci.* 17(1):35-75.
- Lauriano, G., C. Fortuna, G. Moltedo y G. Notarbartolo di Sciara. 2004. Interactions between common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the artisanal fishery in Asinara Island National Park (Sardinia): assessment of catch damage and economic loss. *Journal of Cetacean Research and Management* 6: 165-173.
- Lavín, M. y S. Marinone. 2003. An overview of the physical oceanography of the Gulf of California. *Nonlinear Processes in Geophysical Processes*, 173-204.
- Le Boeuf, B., H. Pérez-Cortés, J. Urbán, B. Mate y F. Ollervides. 2000. High gray whale mortality and low recruitment in 1999: potential causes and implications. *J. Cetacean Res. Man.* 2(2):85-99.
- Leeney, R., R. Amies, A. Broderick, M. Witt, J. Loveridge, J. Doyle, B. Godley. 2008. Spatio-temporal analysis of cetacean strandings and bycatch in a UK fisheries hotspot. *Biodivers. Conserv.* DOI 10.1007/s10531-008-9377-5. pp. 1-16.
- Leatherwood, S., R. Reeves, W. Perrin y W. Evans. 1988. Whales, dolphins and porpoises of the Eastern North Pacific and Adjacent Arctic Waters. A guide to their identification. Dover Publications, Inc. New York. USA.

- Liret, C., C. Dumas, S. Hassani, J. LeClech, P. Le Menec, Y. Le Nozerh y J. Menegaz. 2003. Recordings of cetacean strandings in Brittany 2001. ASCOBANS, 10th Advisory Committee Meeting. Bonn, Germany, 9-11 April 2003.
- Lluch-Belda, D. 2000. Centros de actividad biológica en la costa occidental de Baja California. En: BACs: Centros de actividad biológica del Pacífico mexicano. Lluch-Belda, D., S. Elorduy, S. Lluch-Cota y G. Ponce (eds.). CIBNOR-CICIMAR-CONACYT. 49-64.
- Magurran, M. 1988. Ecological diversity and its measurements. Princeton University Press. USA. Pp. 179.
- Maldini, D., L. Mazzuca y S. Atkinson. 2005. Odontocete Stranding patterns in the main Hawaiian islands (1937-2002): how do they compare with live animal surveys? *Pac. Sci.* 59:55-67.
- Mann, J., R. Connor, P. Tyack y H. Whitehead. 2000. Cetacean Societies: Field studies of Dolphins and Whales. University of Chicago Press. USA y London. 415Pp.
- Mancini, A. 2009. Pesca incidental o captura dirigida- tasas y causas de mortalidad de las tortugas marinas en BCS, México. Tesis de Doctorado. UABCS. 130Pp.
- Martinez-Levasseur, L., D. Gendron, R. Knell, E. O´Toole, M. Singh y K. Acevedo-Whitehouse. 2010. Acute sun damage and photoprotective responses in whales. *Proc. R. Soc.* Doi: 10.1098/rspb.2010.1903.

- McLeod, C., G. Pierce, M. Santos. 2004. Geogrephic and temporal variations in strandings of beaked whales (Ziphiidae) on the coasts of the UK and the Republic of Ireland from 1800-2002. *J. Cetacean Res. Man.* 6:79-86.
- Mead, J. 1979. An analysis of cetacean strandings along the east coast of the United States. P. 54-68. En: *Biology of marine mammals: Insights trough strandings.* Geraci, J. y D. St. Aubin (eds.). National Technical Information Service, Springfield, VA. NTIS PB-293 890.
- Mercuri, M. 2007. Varamientos de mamíferos marinos en Isla Magdalena BCS, México y su relación con factores físicos y biológicos. Tesis de maestría. CICIMAR.107 Pp.
- Merel, D., J. Mead, C. Scott Baker, A. Baker y A. van Helden. 2002. A new species of beaked whale *Mesoplodon perrini* sp (Cetacea: Ziphiidae) discovered through phylogenetic analyses of mitochondrial DNA sequences. *Marine Mammal Science* 18(3):577-608.
- Michel, E. y L. Fleischer.1987. Reporte de un varamiento masivo de siete especímenes de *Berardius bairdii* en La Bahía de La Paz, BCS, México. XII Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos en México, La Paz, BCS.
- Mingucci, A., B. Pinto, M. Velasco, R. Montoya, N. Jiménez, M. Rodríguez, E. Williams y D. Odell. 1999. Cetacean strandings in Puerto Rico and the Virgin Islands. *J. Cetacean Res. Manage* 1(2):191-198.
- Morizur, Y., N. Tregenza, H. Hessen, S. Berrow y S. Pouvreau. 1997. Incidental mammal catches in pelagic trawl fisheries of the Northeast Atlantic. International Council for Exploration of the Sea. CM 1997/Q:05.
- Morteo, E., A. Rocha, P. Arceo y L. Abarca. 2011. Spatial analyses of bottlenose dolphin-fisheries interactions reveal human avoidance off a productive

lagoon in the western Gulf of Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Pag. 1-8.

Murphy, T. y S. Hopkins. 1989. Sea turtle and shrimping interactions: a summary and critique of relevant information. Center for Marine Conservation, Washington, DC. 52Pp.

Nichols, W. (2003). Biology and conservation of sea turtles in Baja California, México. Faculty of the School of Renewable Natural Resources, University of Arizona. Tesis Doctoral. 488Pp.

Nicol, D. 1985. Oceanographic features that may influence cetacean strandings around Tasmania. Whale stranding program, environmental studies research project No. 25, research report No. 1. Centre for environmental studies, University of Tasmania, Hobart. 46 Pp.

Northridge, S. 1991. Drifnet fisheries and their impacts on non-target species: a world-wide review. FAO Fisheries Technical Paper No. 320.

Northridge, S. y R. Hofman. 1999. Marine mammal interactions with fisheries. En: J. Twiss y R. Reeves (eds.). Conservation and management of marine mammals. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 99-119.

Novacek, S., R. Wells y A. Solow. 2001. Short-term effects of boat traffic on bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Sarasota Bay Florida. Marine Mammal Science 30:35-46.

Ochoa, J., A. Sánchez-Paz, E. Nuñez-Vázquez y A. Sierra-beltrán. 1997. Toxic events in the northwest Pacific coastline of Mexico during 1992-1995: origin and impact. Hydrobiología 352:195-200.

O'Shea, T., R. Reeves y A. Long. 1999. Marine mammals and persistent ocean contaminants. Proceedings of the Marine Mammal Commission workshop,

Keystone, Colorado, 12-15 October 1998. Marine Mammal Commission, Bethesda, Maryland.

Palacios, D. y T. Gerrodette. 1996. Potencial impact of artisanal gillnet fisheries an small cetaceans populations in the Eastern Tropical Pacific. Southwest Fisheries Science Center Administrative Report LJ-96-11, La Jolla, California. 15Pp.

Palacios, D., S. Salazar y D. Day. 2004. Cetacean remains and strandings in the Galapagos Islands, 1923-2003. LAJAM 3(2): 127-150.

Parsons, E. y T. Jefferson. 2000. Post-mortem investigations on stranded dolphins and porpoises from Hong Kong waters. Journal of Wildlife Research 36(2):342-356.

Peckham, H., D. Maldonado, V. Koch, A. Mancini, A. Gaos, M. Tinker y J. Nichols. 2008. High mortality of loggerhead turtles due to bycatch, human consumption and strandings at Baja California Sur, México, 2003 to 2007. Endangered Species Research, Theme section: fisheries bycatch, problems and solutions.

Pérez-Cortés, H., B. Villa, A. Delgado-Estrella y J. Patiño. 2000. Familia Delphinidae. En: Álvarez-Castañeda, S. y J. Patton (eds.). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 875Pp.

Perrin, W., G. Donovan y J. Barlow. 1994. Gillnets and cetaceans. International Whaling Commission (Report), Special Issue 15. 2 Pp.

Podesta, M. y B. Cozzi. 2006. Analysis of cetacean strandings along the Italian coastline in the years 1986-2004. Atti Soc. ital.Sci.Nat.Museo civ.Stor.Nat.Milano 128(3):305-313.

- Prideaux, M. 2003. Conservación de cetáceos: La convención de especies migratorias y sus acuerdos relevantes para la conservación de cetáceos. WDCS, Muchich, Alemania. 24Pp.
- Pugliares, K. , A. Bogomolni, K. Tohey, S. Herzig, C. Harry y M. Moore. 2007. Marine mammal necropsy: an introductory guide for Stranding responders and field biologists. NOAA technical Report WHOI-2007-06.
- Ragen, T., J. Reynolds III, W. Perrin, R. Reeves y S. Montgomery. 2005. Marine mammal research: Conservation beyond crisis. Jhon Hopkins University Press. USA. 217Pp.
- Read, A. 1996. Incidental catches of small cetaceans. En: Simmonds, M. y J. Hutchinson (eds.). The conservation of whales and dolphins, science and practice. John Wiley y Sons. UK. 109-128.
- Reeves, R., S. Brent, P. Clapham y J. Powell. 2002. Guide to marine mammals of the world. Nat. Au. So. Chanticleer Press.
- Reeves, R., B. Smith, E. Crespo y G. Notarbartolo di Sciara. 2003. 2002-2010 Conservation action plan for the World's cetaceans. IUCN. UK. 147Pp.
- Rizo, L. 1999. Análisis de algunos aspectos físicos y biológicos de los varamientos de cetáceos en la Bahía de La Paz, BCS, México. Tesis profesional. UNAM. 80Pp.
- Rodríguez-Fonseca, J., Cubero-Pardo, P. y Mignucci-Giannoni A. 1999. Cetacean strandings from the Caribbean and Pacific coasts of Costa Rica. *In* Abstracts of the Thirteenth Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, November 1999, Maui, Hawaii, p. 41.
- Rojas-Bracho, L. y B. Taylor. 1999. Risk factors affecting the vaquita (*Phocoena sinus*). Marine Mammal Science 15 (4):974-989.

- Sanchez, A. 1996. Estructura de edades de un varamiento masivo de delfín tornillo oriental *Stenella longirostris*, Gray 1828 (Cetácea:Delphinidae), en La Bahía de La Paz BCS, México. Tesis professional. UNAM. 54Pp.
- Sanchez, J. 1998. Gray whale mortality at Ojo de Liebre and Guerrero Negro Lagoons, Baja California Sur, Mexico: 1984-1995. *Marine Mammal Science* 14(1):149-155.
- Secretaría de Pesca. 1987. Características generales del sector pesquero en BCS. Mimeo. La Paz, México.
- Swartz, S. y M. Jhones. 1983. Gray whale (*Eschrichtius robustus*) calf production and mortality in the Winter range. *Rep. Int. Whal. Comm.* 33:503-507.
- Sydeman, W. y S. Allen. 1999. Pinniped population dynamics in central California: correlations with sea surface temperatura and upwelling índices. *Marine Mammal Science* 15(2):446-461.
- Urbán, J. 1989. Varamiento y rescate de una manada de calderones de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) en La Bahía de La Paz, BCS. XIV Reunión Internacional para el estudio de los mamíferos marinos. La Paz, BCS, Marzo 28-31, 1989.
- Urbán, J., y A. Aguayo. 1985. Cetáceos observados en la costa occidental de la península de Baja California, México. Septiembre 1981-Enero 1985. En: *Memorias de X Reunión Internacional sobre el estudio de los Mamíferos Marinos.* 93-118.
- Urbán, J. y A. Jaramillo. 1992. Segundo varamiento de *Berardius bairdii* en La Bahía de La Paz, BCS. *Revista de investigación científica, UABCS* 3:85-92.

- Urbán, J. 1993. Varamiento y rescate de una manada de calderones de aletas cortas (*Globicephala macrorhynchus*) en La Bahía de La Paz, BCS. Revista de investigación científica, UABCS 1 (No. Esp. SOMEMMA 1): 59-67.
- Urbán, J. 2000. Familia Balaenopteridae y Familia Eschrichtiidae. En: Álvarez-Castañeda, S. y J. Patton (eds.). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 875Pp.
- Urbán, J., y H. Pérez-Cortés. 2000. Familia Ziphiidae. En: Álvarez-Castañeda, S. y J. Patton (eds.). Mamíferos del Noroeste de México. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 875Pp.
- Urbán, J., L. Rojas-Bracho, H. Pérez-Cortés, A. Gómez-Gallardo, S. Swartz, S. Ludwig y R. Brownell. 2003. A review of gray whales (*Eschrichtius robustus*) on their wintering grounds in Mexican Waters. J. Cetacean Res. Manage. 5(3):281-295.
- Urbán, J., L. Rojas-Bracho, M. Guerrero-Ruiz, A. Jaramillo, L. Findley. 2005. Cetacean diversity and conservation in the Gulf of California. En: Cartron, J., G. Ceballos y R. Felger (eds.). Biodiversity, ecosystems and conservation in the northern Mexico. Oxford University Press. 276-297.
- Urbán, J., G. Cárdenas-Hinojosa, A. Gómez-Gallardo, U. González-Peral, W. del Toro, y R. Brownell. 2007. Mass stranding of Baird's beaked whales at San Jose Island, Gulf of California, México. 2007. LAJAM 6(1): 83-88.
- Urbán, J. 2010. Marine Mammals of the Gulf of California: An overview of diversity and conservation status. Pp. 188-209. En: Brusca (ed.) The Gulf of California. Biodiversity and Conservation. Arizona-Sonora Desert Museum Studies in Natural History. 354pp.

- Valles, R. 1998. Abundancia y distribución de *Delphinus delphis* y *Delphinus capensis* en la costa occidental de la península de Baja California. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. La Paz, BCS, Mexico. 70Pp.
- Van Dolah, F., G. Doucette, F. Gulland, T. Rowles y G. Bossart. 2003. Impacts of algal toxins on marine mammals. 247-269. En: Vos, J., G. Bossart, M. Fournier y T. O'Shea (eds.). Toxicology of marine mammals. Taylor y Francis, London and New York.
- Vidal, O. 1991. Catalog of osteological collections of aquatic mammals from México. NOAA Technical Report NMSF 97. 36Pp.
- Vidal, O., L. Findley y S. Leatherwood. 1993. Annotated checklist of the marine mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History 28:1-11.
- Vidal, O. y J. Gallo-Reinoso. 1996. Die-offs of marine mammals and seabirds in the Gulf of California, México. Marine Mammal Science 12(4): 627-635.
- Walker, R., E. Keith, A. Yankovsky y D. Odell. 2005. Environmental correlates of cetacean mass Stranding sites in Florida. Marine mammal Science 21(2):327-335.
- Wolheim, L. 2007. The spatial and temporal distributions of marine mammal strandings in Baja California Sur, México. Tesis de Maestría. UABCS. 84Pp.
- Würsig, B., R. Reeves y Ortega-Ortíz, J. 2001. Global climate change and marine mammals. En: Evans, P. y J. Raga (eds.). Marine mammals: Biology and conservation. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York. 589-608.
- Wiley, D., G. Early, C. Mayo y M. Moore. 2001. Rescue and release of mass stranded cetaceans from beaches on Cape Cod Massachusetts, USA,

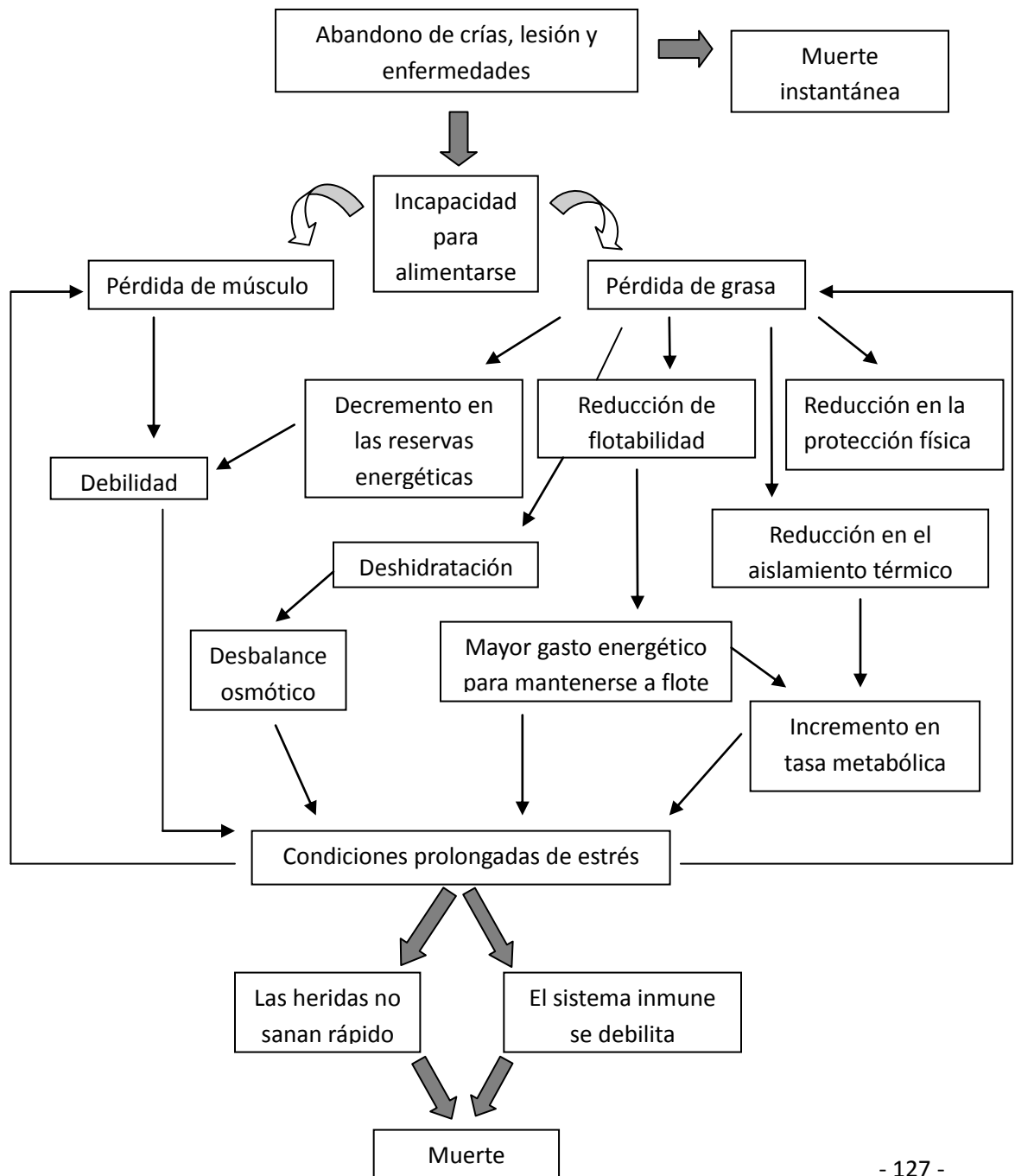
1990-1999: a review of some response actions. *Aquatic Mammals* 27:162-171.

Zavala-Gonzales, A., J. Urbán y C. Esquivel. 1994. A note on artisanal fisheries interactions with small cetaceans in México. Rep. In. *Whal. Comm* (Special Issue 15). 235-237. En: W. Perrin, P. Donovan y J. Barlow (eds.). *Gillnets and cetaceans*. Cambridge. 629Pp.

Zaytsev, O., R. Cervantes, O. Montante, A. Gallegos. 2003. Costal upwelling activity on the Pacific shelf of the Baja California península. *Journal of Oceanography* 59: 489-502.

10. ANEXOS

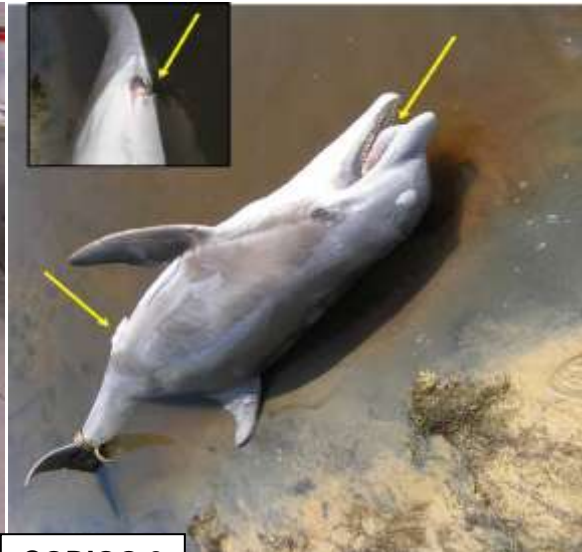
ANEXO 1. Diagrama de secuencia de eventos que pueden conllevar a la muerte por causas naturales en cetáceos.



ANEXO 2. Códigos de clasificación de los cadáveres de cetáceos varados de acuerdo a su grado de descomposición, modificados del protocolo de Geraci y Lonsbury (2005) y guía del programa de varamientos de mamíferos marinos del sureste de USA (Durden *et al.*,2005).



CODIGO 2



CODIGO 3



CODIGO 4



CODIGO 5

CODIGO 1= CETÁCEO VARA VIVO

CODIGO 2 = CADAVER FRESCO

Parece que el animal acaba de morir/ poco daño por carroñeros y bacterias/ olor fresco/ desecación mínima de piel, ojos, mucosas y membranas/ ojos claros/ el cadáver no se encuentra inflado/ lengua y pene no se encuentran fuera de las cavidades.

CODIGO 3, incluye a:

DESCOMPOSICION MODERADA TEMPRANA

El cadáver se encuentra intacto pero el cuerpo comienza a llenarse de gases (hinchamiento moderado)/ olor medio/ membranas mucosas secas/ la piel comienza a agrietarse y arrugarse/ los ojos pueden estar hundidos o ausentes/ lengua y pene se encuentran fuera de las cavidades.

DESCOMPOSICION MODERADA TARDIA

El cadáver aun se encuentra intacto pero el cuerpo esta inflado por los gases/ olor comienza a ser fuerte/ membranas mucosas secas/ la piel agrietada, arrugada y comienza a desprenderse/ los ojos pueden estar hinchados o ausentes/ lengua y pene se encuentran fuera de las cavidades/ autolisis comienza a ser evidente.

CODIGO 4 = DESCOMPOSICION AVANZADA

Cuerpo colapsado/ piel desprendida o ausente/ olor fuerte/ daño por carroñeros evidente/ autolisis avanzada.

CODIGO 5 = RESTOS MOMIFICADOS O ESQUELETOS

Parte de la piel puede estar sobre los huesos/ los demás tejidos están desecados.

ANEXO 3. Listado por año de cada uno de los cetáceos varados encontrados en el presente estudio.

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2006	Febrero	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2006	Febrero	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2006	Febrero	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	197	A
2006	Febrero	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2006	Marzo	LAP	<i>Tursiops truncatus</i>	I	100	C
2006	Marzo	BIV	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2006	Marzo	BMA	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	900	J
2006	Marzo	BMA	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	650	J
2006	Marzo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	250	A
2006	Marzo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	180	A
2006	Marzo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	270	A
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1500	A
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1500	A
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	450	C
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	750	J
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	750	J
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	750	J
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1500	A
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1500	A
2006	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	1500	A
2006	Abril	LSI	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1500	A
2006	Mayo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M	115	J
2006	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	H	200	A
2006	Mayo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I		
2006	Mayo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M	286	A
2006	Mayo	LAP	<i>Tursiops truncatus</i>	I	280	A
2006	Mayo	LAP	<i>Delphinus sp</i>	I	199	A
2006	Mayo	LSI				

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2006	Mayo	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	193	A
2006	Mayo	PAB		I	235	
2006	Mayo	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	315	A
2006	Mayo	PAB		I	210	
2006	Mayo	PAB		I	250	
2006	Junio	BIV	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2006	Julio	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M	286	A
2006	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	206	A
2006	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	224	A
2006	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	223	A
2006	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	177	A
2006	Julio	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	200	A
2006	Julio	LAP	<i>Delphinus sp</i>	I	220	A
2006	Agosto	PAB		M	258	
2006	Agosto	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	274	A
2006	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	210	A
2006	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2006	Agosto	PAB	<i>Peponocephala electra</i>	I	230	A
2006	Agosto	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	310	A
2006	Agosto	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	250	A
2006	Agosto	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	228	A
2006	Octubre	BMA	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	I	430	A
2006	Octubre	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M		I
2006	Octubre	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	130	J
2006	Octubre	LAP		I	220	
2006	Octubre	PAB		M	190	
2006	Octubre	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	109	C
2006	Octubre	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	200	J
2006	Octubre	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	140	C
2006	Octubre	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	228	A
2006	Octubre	PAB		I		
2006	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M	240	A
2006	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	180	A
2006	Octubre	GNE	<i>Megaptera novaeangliae</i>	I	860	J
2006	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	197	A
2006	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	177	A
2006	Noviembre	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	150	J
2006	Noviembre	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	195	A
2006	Noviembre	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	176	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2006	Noviembre	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	282	A
2006	Noviembre	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	191	A
2006	Noviembre	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	130	J
2006	Noviembre	BIV	<i>Tursiops truncatus</i>	I	265	A
2006	Diciembre	PAB	<i>Megaptera novaeangliae</i>	I	980	J
2006	Diciembre	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	194	A
2007	Enero	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2007	Enero	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2007	Enero	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	318	A
2007	Enero	BMA		I	1500	
2007	Febrero	BLV	<i>Tursiops truncatus</i>	I	260	A
2007	Febrero	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2007	Febrero	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M	278	A
2007	Marzo	LAP	<i>Delphinus sp</i>	I	180	A
2007	Abril	BMA	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	900	J
2007	Abril	LSI	<i>Tursiops truncatus</i>	I	270	A
2007	Abril	GNE	<i>Delphinus sp</i>	H	166	J
2007	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1010	J
2007	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1340	A
2007	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1300	A
2007	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	900	J
2007	Abril	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	900	J
2007	Mayo	LAP	<i>Tursiops truncatus</i>	I	271	A
2007	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	185	A
2007	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	207	A
2007	Junio	SJU	<i>Tursiops truncatus</i>	I	360	A
2007	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	237	A
2007	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	140	J
2007	Junio	SJU	<i>Tursiops truncatus</i>	I	190	J
2007	Junio	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	325	A
2007	Junio	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	132	C
2007	Junio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	125	J
2007	Junio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	162	J
2007	Junio	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	264	A
2007	Junio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	149	J
2007	Junio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	236	A
2007	Junio	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2007	Julio	TSA		I	237	
2007	Julio	TSA		I	129	

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2007	Julio	TSA		I	194	
2007	Julio	TSA		I	200	
2007	Julio	TSA		I	188	
2007	Julio	SJU		I	220	
2007	Julio	SJU		I	197	
2007	Julio	SJU		I	170	
2007	Julio	SJU		I	155	
2007	Julio	SJU		I	197	
2007	Julio	SJU		I	223	
2007	Julio	SJU		I	190	
2007	Julio	SJU		I	184	
2007	Julio	SJU		I	218	
2007	Julio	SJU		I	232	
2007	Julio	SJU	<i>Tursiops truncatus</i>	I	219	J
2007	Julio	SJU		I	190	
2007	Julio	SJU		I	190	
2007	Julio	SJU		I	237	
2007	Julio	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	161	J
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	209	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	234	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	183	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	223	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	236	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2007	Julio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	247	A
2007	Julio	LAP	<i>Berardius bairdii</i>	I	894	J
2007	Agosto	BMA		I	112	
2007	Agosto	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	210	J
2007	Agosto	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	152	J
2007	Agosto	BMA		I	230	
2007	Agosto	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	140	J
2007	Agosto	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	218	A
2007	Agosto	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2007	Agosto	LSI	<i>Tursiops truncatus</i>	I	290	A
2007	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2007	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	172	A
2007	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	136	J
2007	Agosto	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	228	J

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2007	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	217	A
2007	Agosto	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	225	A
2007	Agosto	LAP	<i>Kogia sima</i>	I	209	A
2007	Octubre	LCA	<i>Kogia sima</i>	I	214	A
2007	Octubre	PAB	<i>Tursiops truncatus</i>	I	315	A
2007	Octubre	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	348	A
2007	Octubre	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	264	A
2007	Noviembre	LAP	<i>Kogia sima</i>	I	209	A
2008	Enero	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	422	C
2008	Febrero	Golfo	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2008	Febrero	Golfo		I		
2008	Febrero	Pacífico		I	475	
2008	Febrero	Pacífico		I	430	
2008	Febrero	Pacífico		I	428	
2008	Febrero	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	235	A
2008	Febrero	Pacífico		I	460	
2008	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	253	A
2008	Marzo	Pacífico		I	170	
2008	Marzo	Golfo	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1018	J
2008	Abril	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1150	A
2008	Abril	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	704	J
2008	Abril	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	701	J
2008	Abril	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1400	A
2008	Abril	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1260	A
2008	Abril	Pacífico		I	192	
2008	Abril	Pacífico	<i>Kogia sima</i>	I	200	J
2008	Abril	Pacífico		M	200	
2008	Abril	Pacífico		M	236	
2008	Mayo	Pacífico		I	190	
2008	Mayo	Pacífico		I	144	
2008	Mayo	Pacífico		I	185	
2008	Mayo	Pacífico		I	210	
2008	Mayo	Punta	<i>Tursiops truncatus</i>	I	290	A
2008	Mayo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	212	A
2008	Mayo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	300	A
2008	Junio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2008	Junio	Pacífico		I	178	
2008	Junio	Pacífico		I	189	
2008	Junio	Pacífico		I	203	

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2008	Junio	Pacífico		I	205	
2008	Junio	Pacífico		I	158	
2008	Junio	Pacífico		M	201	
2008	Junio	Pacífico		I	211	
2008	Junio	Pacífico		I	205	
2008	Junio	Pacífico		I	217	
2008	Julio	Golfo		I	212	
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2008	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	244	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I		I
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	195	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	200	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	227	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	273	A
2008	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	286	A
2008	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	297	A
2008	Agosto	Pacífico		I	200	
2008	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	304	A
2008	Agosto	Pacífico		I	104	
2009	Marzo	Pacífico		I	1900	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	270	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	168	J
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1300	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	300	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	460	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1300	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1250	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	425	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	380	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Orcinus orca</i>	H	675	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	720	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	1350	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	212	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	H	380	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	675	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1350	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	H	254	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	365	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2009	Marzo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	180	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	250	A
2009	Marzo	Pacífico	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	600	
2009	Marzo	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2009	Abril	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	220	A
2009	Abril	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	160	J
2009	Abril	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2009	Abril	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	124	C
2009	Abril	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	305	A
2009	Abril	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	172	A
2009	Mayo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	219	A
2009	Mayo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	202	A
2009	Mayo	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	210	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	276	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	217	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	203	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	224	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	209	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	234	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	96	C
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	220	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	162	J
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	229	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	211	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	198	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	H	171	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	210	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	198	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	230	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	162	J
2009	Junio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	304	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	190	A
2009	Junio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2009	Julio	Pacífico		I	197	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	210	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	216	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	219	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	223	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	173	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2009	Julio	Pacífico	<i>Stenella attenuata</i>	H	228	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	206	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	186	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	266	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	217	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	214	A
2009	Julio	Pacífico		I	160	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	223	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	218	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	219	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	182	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2009	Julio	Pacífico		I	218	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	192	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	210	A
2009	Julio	Pacífico		H	234	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	220	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	220	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	164	J
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	190	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	228	J
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	298	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	235	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	225	A
2009	Julio	Pacífico		M	217	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	205	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	338	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	212	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	203	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	220	J
2009	Julio	Pacífico	<i>Kogia sima</i>	I	210	A
2009	Julio	Pacífico		I	228	
2009	Julio	Pacífico	<i>Stenella attenuata</i>	M	219	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	190	
2009	Julio	Pacífico		I	215	
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	227	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Globicephala macrorhynchus</i>	I	420	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	170	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	225	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	317	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	264	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	273	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	233	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	220	A
2009	Julio	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	233	J
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	202	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	176	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Pseudorca crassidens</i>	I	323	J
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	180	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	272	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	M	315	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	314	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	243	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	210	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	203	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	M	217	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	185	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	283	A
2009	Agosto	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	220	A
2009	Octubre	Pacífico		I	205	
2009	Octubre	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	283	A
2009	Octubre	Pacífico	<i>Delphinus sp</i>	I	224	A
2009	Octubre	Pacífico	<i>Balaenoptera edeni</i>	I	810	J
2009	Octubre	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I	277	A
2009	Diciembre	Pacífico	<i>Tursiops truncatus</i>	I		I
2010	Febrero	PAB		I	240	
2010	Febrero	PAB	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	365	C
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	415	C
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	405	C
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	1195	A
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	365	C
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	480	C
2010	Febrero	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	280	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	800	J
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	1200	A
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	1180	A
2010	Febrero	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	H	430	C
2010	Febrero	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	138	J
2010	Febrero	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	270	A
2010	Febrero	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	218	A
2010	Febrero	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	223	A
2010	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	185	A
2010	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	208	A
2010	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	232	A
2010	Mayo	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	155.5	J
2010	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	230	A
2010	Mayo	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	130	J
2010	Mayo	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	I	114	C
2010	Mayo	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	179	A
2010	Mayo	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	221	A
2010	Mayo	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	220	A
2010	Mayo	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	187	A
2010	Mayo	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	211	A
2010	Mayo	SJU	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	157	J
2010	Mayo	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M	180	A
2010	Mayo	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M	201	A
2010	Mayo	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M		I
2010	Mayo	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	I	1005	J
2010	Mayo	GNE	<i>Eschrichtius robustus</i>	M	1170	A
2010	Mayo	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M	222	A
2010	Mayo	GNE	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	201	A
2010	Junio	BMA	<i>Tursiops truncatus</i>	M	262	A
2010	Junio	BMA	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	215	A
2010	Junio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	M	228	A
2010	Junio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	227	A
2010	Junio	BMA	<i>Delphinus sp</i>	I	115	J
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	M	207	A
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	H	205	A
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	179	A
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	M	215	A
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	M	209	A
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	M	216	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2010	Junio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	95	C
2010	Julio	BMA		M	210	
2010	Julio	BMA		I	211	
2010	Julio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2010	Julio	SJU		I	217	
2010	Julio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	119	A
2010	Julio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	199	A
2010	Julio	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	220	A
2010	junio	GNE	<i>Balaenoptera physallus</i>	M	2130	
2010	junio	GNE	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	174	
2010	junio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	M	199	
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	152	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	176	A
2010	Julio	PAB	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	265	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	201	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	M	223	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	191	A
2010	Julio	PAB	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	200	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	250	A
2010	Julio	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	198	A
2010	Julio	PAB	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	257	A
2010	Julio	PAB	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	I	97	C
2010	Julio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	137	J
2010	Julio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	204	A
2010	Julio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	237	A
2010	Julio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	206	A
2010	Julio	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	184	A
2010	Julio	GNE	<i>Lagenorhynchus obliquidens</i>	M	107	C
2010	Julio	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	174	J
2010	Agosto	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	300	A
2010	Agosto	SJU	<i>Delphinus sp</i>	I	190	A
2010	Agosto	PAB	<i>Delphinus sp</i>	I	240	A
2010	Septiembre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	230	A

AÑO	MES	ÁREA	ESPECIE	SEXO	LONG.(cm)	Edad
2010	Septiembre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	243	A
2010	Septiembre	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	313	A
2010	Septiembre	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	316	A
2010	Octubre	GNE	<i>Tursiops truncatus</i>	I	208	J
2010	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	197	A
2010	Octubre	GNE	<i>Delphinus sp</i>	I	200	A

Se incluye el mes y área de varamiento (GNE=Guerrero Negro, PAB=Punta Abreojos, LSI=Laguna San Ignacio, SJU=San Juanico, BMA= Bahía Magdalena, TSA=Todos Santos, LCA=Los Cabos, CPL= Cabo Pulmo, BLV= Bahía La Ventana, LAP= Bahía La Paz, LOR=Loreto, MUL= Mulege). También se incluye la especie, sexo (I=indiferenciado, H=hembra, M=macho), longitud (en cm) y clase de edad (I=No identificado, C=cría, J=juvenil, A=adulto) en los casos que pudo ser posible la identificación de dichas variables.

ANEXO 4. Abundancia estacional y local* (para las áreas con mayor número de varamientos en la región del Pacífico y Golfo) por especie, de los cetáceos varados en Baja California Sur durante 2006-2010.

Especie	Abundancia estacional	Abundancia local*
Familia		
Balaenopteridae		
<i>B. physallus</i>	V(1)	A(1)
<i>B. edeni</i>	O(1)	A(1)
<i>M. novaengliae</i>	O(1), I(1)	A(1), B(1)
Familia Eschrichtiidae		
<i>E. robustus</i>	P(40), I(11)	A(44), B(1),D(4), E(1)
Familia Kogiidae		
<i>K. sima</i>	P (1), V(2), O(2)	B(1), D(1), E(2)
Familia Ziphiidae		
<i>B. bairdii</i>	V(1)	E(1)
Familia Delphinidae		
<i>Delphinus spp.</i>	P(30), V(120), O(16), I(10)	A(53),B(27), C(45),D(46),E(4)
<i>T. truncatus</i>	P(7), V(41), O(13), I(7)	A(19),B(17),C(12), D(23), E(3)
<i>L. obliquidens</i>	P(4), V(9), O(1), I(2)	A(5), B(5), D(7)
<i>S. attenuata</i>	V(2)	B(2)

<i>G. macrorhynchus</i>	V(1), O(1)	A(1), D(1)
<i>P. electra</i>	V(1)	B(1)
<i>O. orca</i>	P(1)	A(1)
<i>P. crassidens</i>	V(1)	D(1)

P= primavera, **V**= verano, **O**=otoño, **I**=invierno/ **A** =Guerrero Negro,
B=Punta Abreojos, **C**=San Juanico, **D**=Bahía Magdalena, **E**=Bahía La Paz.

ANEXO 5. Criterios utilizados en la re-evaluación de las fotografías de cada uno de los cadáveres de cetáceos varados en BCS del 2006-2010 para asignar su pertenencia a la categoría IH+.

Se muestran algunos ejemplos de los individuos que fueron cambiados de categoría (de IH+ a ND) debido a una incorrecta evaluación de la evidencia en campo o a la pobre calidad de fotografías que comprueban la evidencia de interacciones humanas positivas. Así como también ejemplos de individuos que aunque la evidencia estaba contaminada por acción de depredadores o estado de descomposición de los cadáveres, la toma de fotografías detalladas con ángulos correctos hicieron válida la evidencia de interacciones antropogénicas.

- 1. RAKE MARCS Y MARCAS NATURALES:** las “marcas de rastrillo” son marcas o cicatrices que quedan impresas en la piel de la mayoría de odontocetos y que son provocadas por dientes de otros odontocetos debido a peleas, actividades reproductivas o actividades de socialización. Debido al tipo de impresión (líneas paralelas consecutivas) pueden confundirse como marcas de redes. La diferencia radica en el espacio que hay entre cada una de las líneas paralelas (que será el mismo entre cada una observándose el patrón de una mordida) y que no rodearan el cuerpo o el apéndice de la forma que las marcas producidas por una red lo haría. Las marcas naturales son arrugas o pliegues de la piel que también pueden ser confundidas como marcas dejadas por la acción de redes.
- 2. CALIDAD FOTOGRAFICA:** el ángulo en que se toma la fotografía o la claridad de esta (ej.: el no limpiar de arena o detritos el cadáver antes de tomar la fotografía) puede hacer la evidencia de interacciones antropogénicas inútil al momento de su re-evaluación.

3. GRADO DE DESCOMPOSICIÓN DEL CADAVER: los cadáveres con alto grado de descomposición no son herramientas confiables para la determinación de IH+. Un avanzado estado de descomposición del cadáver muchas veces hace difícil la interpretación de las fotografías aunque en campo sea más fácil la observación de la evidencia. Si no se observa evidencia contundente en las fotografías la información debe ser descartada.

4. ACCIÓN DE DEPREDADORES Y CARROÑEROS: que mordisquean el cadáver pre o post mortem puede causar confusión o incluso descartar el uso de la evidencia de interacción antropogénica si las mordidas suceden en la misma área, ya que no es posible comprobar que las mutilaciones, cortes o heridas fueron provocadas por acción humana. En algunos casos es posible distinguir en un mismo cadáver la evidencia de interacción humana de la acción por depredadores y carroñeros (cuando las mordidas no suceden en el área de evidencia). Usualmente los carroñeros comen primero las partes blandas del cadáver (viseras) o las áreas en las cuales es fácil arrancar la carne (partes mutiladas posiblemente por acción humana). En cuanto a depredadores se encontraron varios cadáveres con mordidas de tiburón (no es posible decir si ocurrieron post-mortem por lo que no se les clasifico como mordidas por carroñeros).

RAKE MARCS: cadáver de *Tursiops truncatus* catalogado en campo como IH+ (marcas de red), cuando en realidad dichas marcas y cicatrices son “rake marcs” provocadas por dientes de otro delfín, posiblemente de la misma especie ya que son marcas características de los dientes de estos animales. Las heridas restantes pudieron ser originadas por abrasión con la playa al momento del varamiento por acción del oleaje y al estado de descomposición del cadáver.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 3



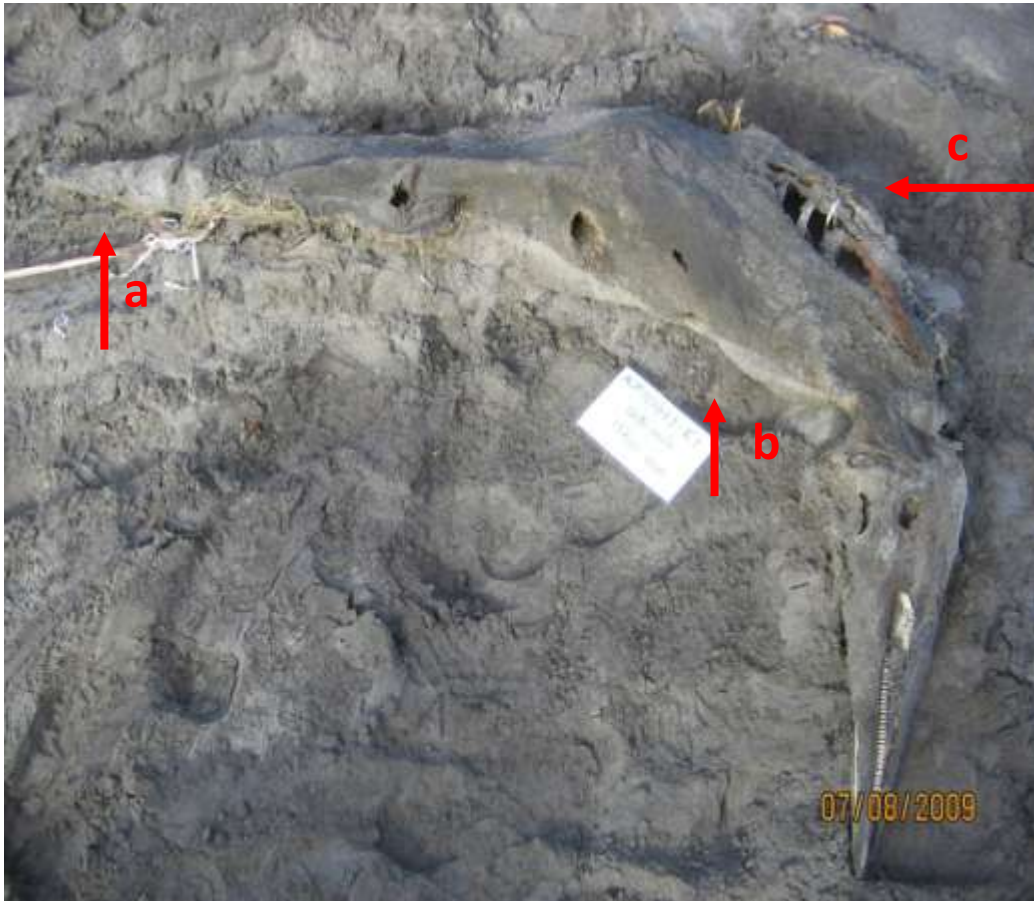
CALIDAD FOTOGRÁFICA Y ACCIÓN DE CARROÑEROS: cadáveres catalogados en campo como IH+ (mutilación aletas caudales) pero el ángulo de ninguna de las fotografías permiten ver un corte limpio (que pudiera ser realizado con algún tipo de cuchillo). A su vez, las mordidas que se observan en el lóbulo izquierdo de la aleta caudal del cadáver A como de la parte ventral y caudal del cadáver B, enmascaran la evidencia y hacen pensar que la ausencia de los apéndices podría deberse a acción de carroñeros. La cantidad de arena que cubre la aleta caudal (A) y el mal enfoque de la fotografía B también entorpecen la evaluación de dichas fotografías.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 4(A) y 3(B)



GRADO DE DESCOMPOSICIÓN DEL CADAVER: aunque en este cadáver se observa ausencia de aleta caudal (a), pectoral derecha (b) y dorsal (c) (por lo que fue catalogado como IH+- mutilaciones) dado el avanzado estado de descomposición no es posible determinar que dicha ausencia se debe a acciones humanas.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 5



ACCIÓN DE DEPREDADORES: en ambos individuos varados se observa evidencia de depredación por parte de tiburones (mordida característica). Aunque el cadáver del delfín de costados blancos (A) se encuentra casi completamente devorado, la aleta caudal quedó intacta y el ángulo de la fotografía muestra claramente que hubo una mutilación efectuada por algún instrumento humano (B), por lo que este individuo pudo ser catalogado dentro de la categoría IH+. De la misma forma el ballenato gris (C) presenta evidentes mordidas de tiburón en la parte ventral de la mandíbula inferior, pero debido a la calidad de ángulos con que fueron tomadas otras fotografías se pudo comprobar que también presentaba cortes limpios acordes con la acción de las pópelas de una embarcación (D).

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2 (A) y 3 (C)





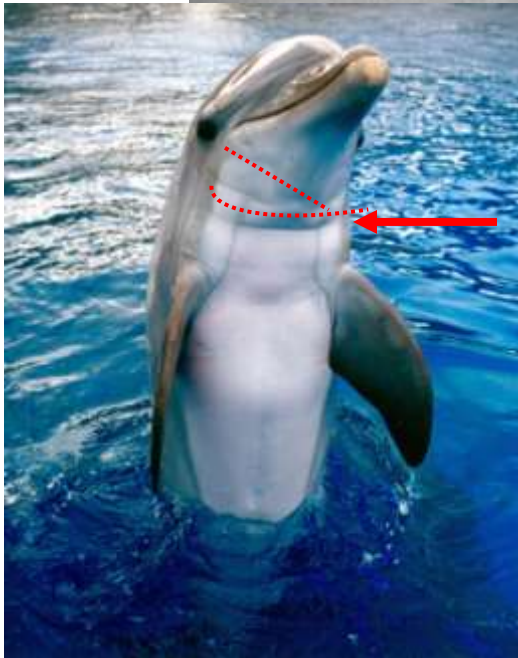
CALIDAD FOTOGRÁFICA: este fue uno de los principales problemas en la re-evaluación de los cadáveres para la determinación de IH+. Estos solo son algunos de los ejemplos de muchos de los casos en que solamente se tomó una fotografía del cadáver en campo, la cual no evidenciaba ningún tipo de interacción humana debido al ángulo en que fueron tomadas y a la cantidad de arena y/o detritos sobre los cuerpos. Todos los casos (A-F) fueron determinados en campo como IH+ (mutilación de aleta caudal), pero no pudieron ser asignados a dicha categoría en su re-evaluación por falta de evidencia.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 5(A), 5(B), 3(C), 5(D), 3(E) y 4(F).



MARCAS NATURALES Y CALIDAD FOTOGRÁFICA: cadáver de *Tursiops truncatus* catalogado en campo como IH+ (marcas de red en el cuello). Desde la perspectiva de la fotografía dichas marcas coinciden con pliegues naturales de la piel en el área del cuello. Dado el posicionamiento de las marcas y la disposición de la impresión (en la fotografía no se observa que rodean el cuello) no pueden ser evidencia de IH+. Las heridas restantes pudieron ser originadas por abrasión con la playa al momento del varamiento por acción del oleaje y al estado de descomposición del cadáver.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 3



ANEXO 6. Ejemplos de la evidencia de interacciones antropogénicas encontradas en los varamientos de cetáceos en BCS del 2006-2010.

MUTILACIONES: cortes limpios de apéndices (principalmente aleta caudal) o cráneo, en los cuales se puede observar claramente la utilización de alguna herramienta con filo (cuchillo, machete, etc.). No hay bordes romos o dentados en los cortes (los cuales serían evidencia de cortes por carroñeros). Evidencia fácilmente observada tanto en cadáveres frescos (cod. 2) como en cadáveres descompuestos (cod. 3 y 4), e incluso en momificados (cod.5).



1

EVIDENCIA DE IH+: mutilación ambos lóbulos de aleta caudal (también presentó marcas de red, mismo animal de ej. 9).

FECHA: Julio 2010

LUGAR: Bahía Magdalena

ESPECIE: *Delphinus sp.*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2



2

EVIDENCIA DE IH+: mutilación aleta caudal completa (desde pedúnculo caudal), media aleta dorsal y ambas pectorales completas.

FECHA: Junio 2008

LUGAR: Guerrero negro

ESPECIE: no identificada

COD. DESCOMPOSICIÓN: 3



3

EVIDENCIA DE IH+: mutilación aleta caudal completa (desde pedúnculo caudal).

FECHA: Junio 2007

LUGAR: Guerrero negro

ESPECIE: *Delphinus sp.*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 3



4

EVIDENCIA DE IH+: mutilación lóbulo derecho aleta caudal.

FECHA: Junio 2010

LUGAR: Guerrero Negro

ESPECIE: *Lagenorhynchus obliquidens*.

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2



5

EVIDENCIA DE IH+: mutilación ambos lóbulos de aleta caudal.

FECHA: Agosto 2006

LUGAR: Punta Abreojos

ESPECIE: *Tursiops truncatus*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 5



6

EVIDENCIA DE IH+: mutilación porción craneal.

FECHA: Agosto 2006

LUGAR: Punta Abreojos

ESPECIE: *Tursiops truncatus*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 5



7

EVIDENCIA DE IH+: mutilación aleta pectoral y lóbulo izquierdo de la aleta caudal.

FECHA: Julio 2010

LUGAR: Punta Abreojos

ESPECIE: *Lagenorhynchus obliquidens*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 4



8

EVIDENCIA DE IH+: mutilación aleta caudal completa (desde pedúnculo caudal).

FECHA: Julio 2010

LUGAR: Guerrero Negro

ESPECIE: *Delphinus sp.*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2

INTERACCIÓN CON PESQUERIAS: evidencia contundente de que el animal varado estuvo atrapado en alguna red o equipo de pesca. Debe haber impresiones, laceraciones o cicatrices que coincidan con las marcas que dejaría el equipo de pesca (redes, cabos, líneas) si un animal quedara atrapado. Este tipo de evidencia solamente se puede observar en cadáveres frescos (cod. 2).



9

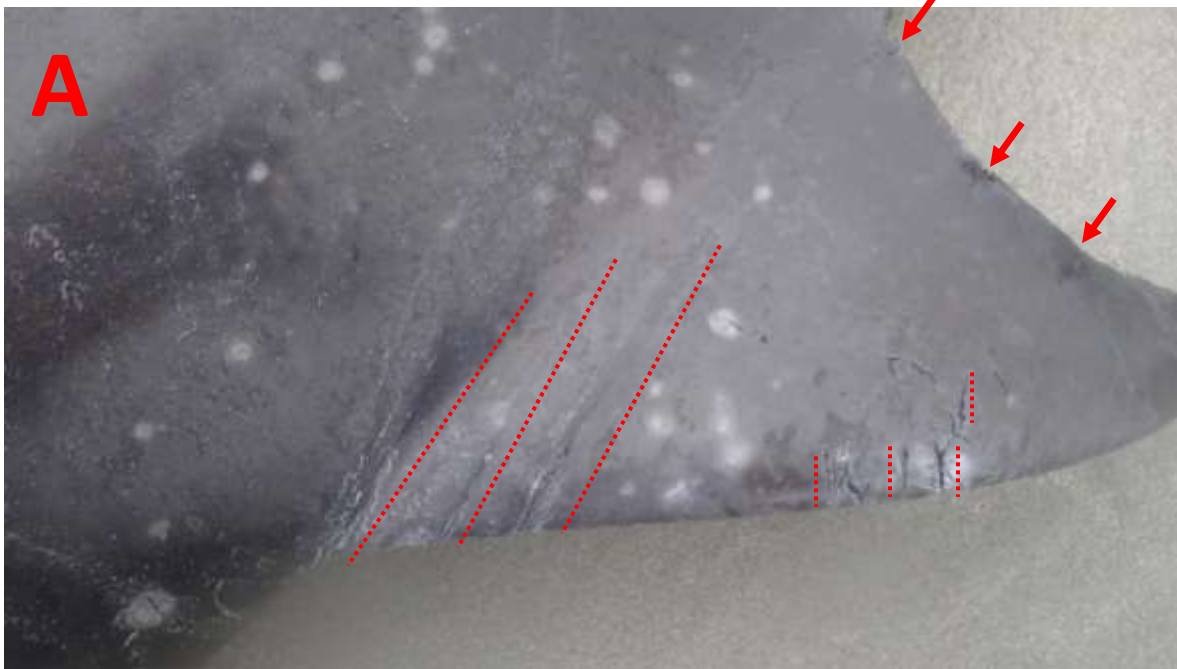
EVIDENCIA DE IH+: marcas de red en aleta dorsal, punta de la misma mutilada. También presentó mutilación de aleta caudal, mismo animal de ej. 1.

FECHA: Julio 2010

LUGAR: Bahía Magdalena

ESPECIE: *Delphinus sp.*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2



10 (A y B)

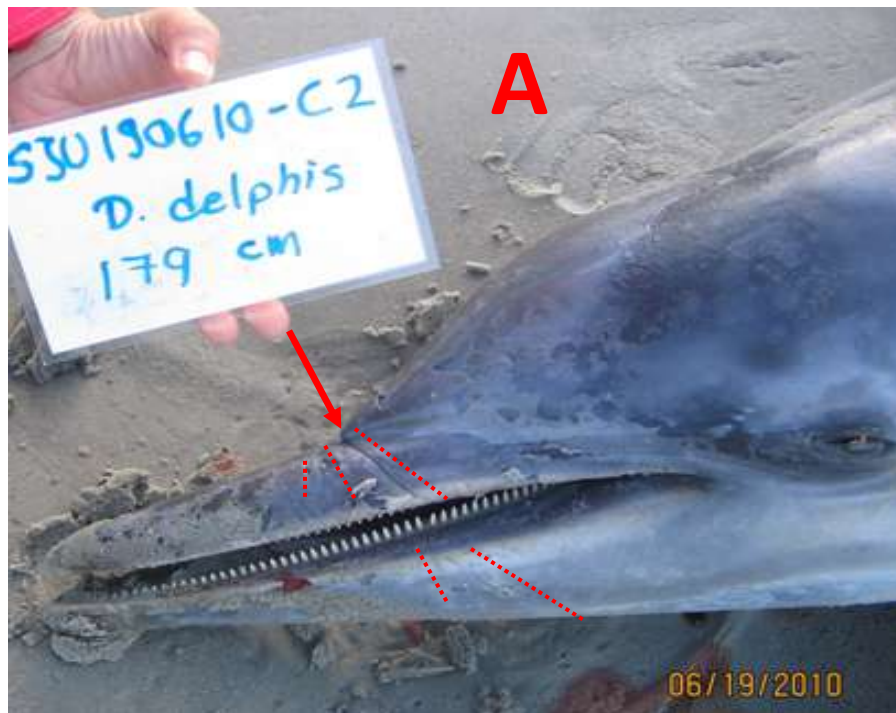
EVIDENCIA DE IH+: marcas de red en aleta dorsal (A) y caudal (B).

FECHA: Julio 2010

LUGAR: Guerrero Negro

ESPECIE: *Tursiops truncatus*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2



11

EVIDENCIA DE IH+: marcas de red en rostro (A) y aleta caudal (B). Parte del lóbulo derecho de esta mutilado, no se mostro como ejemplo de mutilación anteriormente.

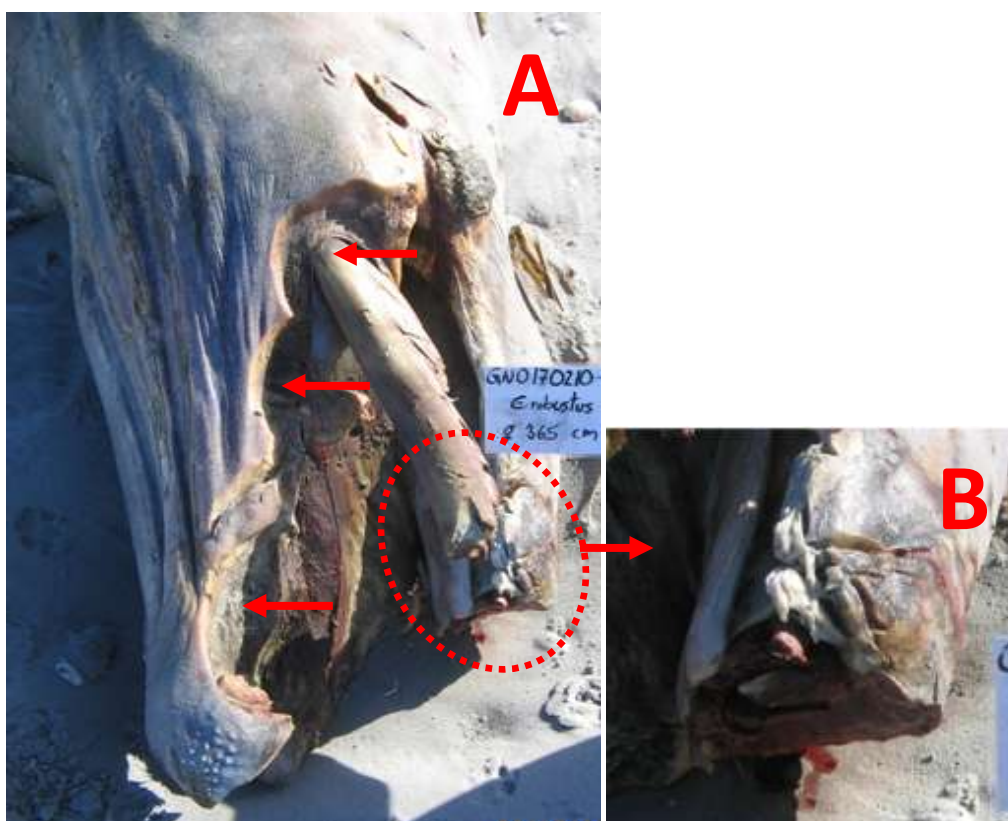
FECHA: Junio 2010

LUGAR: San Juanico

ESPECIE: *Delphinus sp.*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 2

COLISION CON EMBARCACIONES: al igual que las mutilaciones se observan cortes limpios que siguen un patrón correspondiente a las marcas que dejaría una hélice de un bote en movimiento. También pueden observarse traumas o golpes contundentes, correspondientes a colisiones del animal con la embarcación. Para observar evidencia de este tipo de interacciones humanas no debe ser necesario que el cadáver esté fresco (cod. 2 al 4), aunque esto facilitaría la interpretación acerca de si la colisión se dio post-mortem o si el animal estaba vivo cuando ocurrió.



11

EVIDENCIA DE IH+: cortes circulares consecutivos en mandíbula inferior (A) y corte limpio (hasta el hueso) de parte frontal mandíbula superior (B).

FECHA: Febrero 2010

LUGAR: Guerrero Negro

ESPECIE: *Eschrichtius robustus*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 3



12

EVIDENCIA DE IH+: cortes circulares consecutivos en aleta caudal.

FECHA: Febrero 2010

LUGAR: Guerrero Negro

ESPECIE: *Eschrichtius robustus*

COD. DESCOMPOSICIÓN: 4

