

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA MEGAFUNA PELÁGICA
(BALLENAS, DELFINES, TORTUGAS MARINAS, PECES PICO Y
RAYAS) PRESENTE EN EL PACÍFICO DE GUATEMALA**

Informe de Tesis

Presentado por

Celia Vanessa Dávila Pérez

Para optar al título de

Bióloga

Guatemala, julio de 2011

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

**“DIVERSIDAD Y ABUNDANCIA DE LA MEGAFUNA PELÁGICA
(BALLENAS, DELFINES, TORTUGAS MARINAS, PECES PICO Y
RAYAS) PRESENTE EN EL PACÍFICO DE GUATEMALA**

CELIA VANESSA DÁVILA PÉREZ

Bióloga

Guatemala, julio de 2011

**JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACIA**

Oscar Manuel Cóbar Pinto, Ph.D.

Decano

Lic. Pablo Ernesto Oliva Soto, M.A.

Secretario

Licda. Liliana Vides de Urizar

Vocal I

Sergio Alejandro Melgar Valladares, Ph.D.

Vocal II

Lic. Luis Antonio Gálvez Sanchinelli

Vocal III

Br. José Roy Morales Coronado

Vocal IV

Br. Cecilia Liska De León

Vocal V

DEDICATORIA

**“AI SUPREMO,
Creador de la chispa,
la chispa que vibra
dentro de cada ser vivo”**

y

**a toda mi familia
especialmente a
mis padres
“Celia” y “Gustavo”**

AGRADECIMIENTOS

Al Creador por encomendarme tareas tan maravillosas

A mi papá Gustavo por todo su cariño

A mi mamá Celia porque cuando Él murió
Ella fue los dos

A todos los colegas y amigos
con quienes hemos recorrido el camino

Y especialmente a
Manuel Ixquiac, Raquel Sigüenza, Manolo García, Rosalito Barrios,
Lucia Prado, Pilar Velásquez, Airam López, Rachel Rodas, Juan
Quiñones, Jessica López, Irene Franco, Lorena Boix, Pedro Julio
García, Ester Quintana, Rony Moreno, Héctor Castillo, Oscar
Marroquín, Marcos Marroquín, Carlos Tejeda, Pavel García, Sergio
Pérez, y Miguel Iñiguez, por los aportes brindados a este estudio, sin
los cuales hubiera sido imposible llevarlo a cabo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. ANTECEDENTES.....	3
3.1 La zona pelágica.....	3
3.2 La fauna marina y el ambiente abiótico.....	4
3.3 La megafauna pelágica.....	5
3.4 Especies migratorias.....	21
3.5 Importancia ecológica de la megafauna pelágica.....	22
3.6 Marco legal internacional.....	22
3.7 Estudios previos sobre cetáceos.....	24
3.8 Estudios previos sobre tortugas marinas.....	26
3.9 Estudios previos sobre peces istiofóridos o picudos.....	28
3.10 Estudios previos sobre peces batoideos o rayas	29
4. JUSTIFICACIÓN.....	31
5. OBJETIVOS.....	32
5.1 Objetivo general.....	32
5.2 Objetivos específicos.....	32
6. HIPOTESIS.....	33
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
7.1 Universo.....	34
7.2 Población y muestra.....	35
7.3 Materiales y equipo.....	35
7.4 Métodos.....	36
7.4.1 Sitios de muestreo.....	36

7.4.2 Recopilación de datos.....	37
7.3.3 Análisis de resultados.....	41
8. RESULTADOS.....	45
9. DISCUSIÓN.....	64
9.1 Documentación de la presencia y estimación de la abundancia de especies de megafauna pelágica.....	64
9.2 Análisis de la abundancia de especies de megafauna pelágica.....	73
9.3 Estimación de la riqueza (diversidad alfa) de megafauna pelágica en el área de estudio.....	80
9.4 Caracterización de la distribución espacial de las especies de megafauna pelágica en el área de estudio.....	83
10. CONCLUSIONES.....	88
11. RECOMENDACIONES.....	92
13. ANEXOS.....	105

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Esfuerzo de muestreo realizado.....	38
Tabla 2 Avistamientos, individuos avistados y especies registradas por grupo....	45
Tabla 3 Avistamientos e individuos registrados por localidad.....	46
Tabla 4 Especies registradas de abril de 2008 a diciembre de 2009.....	48
Tabla 5 Índice de abundancia relativa representada mediante la tasa de encuentro (número de individuos/10km) en base a transectos lineales.....	49
Tabla 6 Densidad y estimaciones de abundancia de megafauna pelágica.....	52
Tabla 7 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para cetáceos.....	53
Tabla 8 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para tortugas marinas.....	54
Tabla 9 Esfuerzo calculado con base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para peces picudos.....	55
Tabla 10 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para rayas.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonas Oceánicas.....	3
Figura 2 Ubicación de la zona de estudio y puertos de partida para las incursiones al mar.....	36
Figura 3 Ubicación de las unidades o transectos lineales muestreados.....	37
Figura 4 Medición de la distancia perpendicular.....	40
Figura 5 Abundancia relativa o índice de tasa de encuentro (TE=individuos/10km).....	50
Figura 6 Curva de acumulación de especies de cetáceos.....	53
Figura 7 Curva de acumulación de especies de tortugas marinas.....	54
Figura 8 Curva de acumulación de especies de peces picudos.....	55
Figura 9 Curva de acumulación de especies de rayas.....	56
Figura 10 Distribución espacial de cetáceos en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.....	58
Figura 11 Distribución espacial de tortugas marinas en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.....	59
Figura 12 Distribución espacial de peces picudos en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.....	60
Figura 13 Distribución espacial de rayas y tiburones en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.....	61
Figura 14 Tendencias y variabilidad de las distancias inter-oceánicas en relación a los avistamientos por grupo.....	62
Figura 15 Tendencias y variabilidad de la profundidad en relación a los avistamientos por grupo.....	63

1. RESUMEN

La zona marina del Pacífico guatemalteco alberga una importante diversidad de grandes vertebrados migratorios. Para contribuir al conocimiento de estas especies se estimó la abundancia, riqueza y se caracterizó su distribución. Se documentaron cetáceos, tortugas, peces picudos y rayas dentro de los 122 km a partir de la costa, mediante 10 incursiones a alta mar de abril 2008 a diciembre 2009, partiendo de los puertos Las Lisas y Champerico. Se registraron 510 avistamientos, 5164 individuos y 17 especies. En orden descendente de abundancia se encuentran las tortugas parlama (*Lepidochelys olivacea*), delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*), peces vela (*Istiophorus platypterus*), delfines manchados (*Stenella attenuata*), ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*), delfines tornillo (*Stenella longirostris*), ballenas tropicales (*Balaenoptera. edeni*), falsas orcas (*Pseudorca crassidens*), las tortugas cabezona (*Caretta caretta*), carey (*Eretmochelys imbricata*) y prieta (*Chelonia mydas agassizii*), marlin aguja azul del Indo-Pacífico (*Makaira mazara*), delfines comunes (*Delphinus delphis*) y tiburones zorro (*Alopias pelagicus*). Los resultados de riqueza sugirieron realizar un mayor esfuerzo de muestreo temporal para completar el inventario de especies. Las tortugas marinas estuvieron presentes a lo largo del área muestreada a distancias y profundidades variables. Los delfines comunes, falsas orca, ballenas tropical y marlines aguja azul presentaron un estrecho rango de distancias y profundidades, a diferencia los delfines moteados y las ballenas jorobadas estuvieron presentes solo en hábitats costeros. Los delfines tornillo se observaron en una zona oceánica intermedia a diferencia de los delfines nariz de botella, los peces vela y especies de rayas (familias Rajidae y Mobulidae) presentes en un rango amplio de distancias y profundidades. La riqueza, abundancia y distribución de estas especies estuvieron determinadas por la distancia de la costa y la profundidad. Estas especies se encuentran catalogadas como amenazadas, requiriéndose centrar esfuerzos para su protección, se espera que los aportes de este estudio contribuyan a lograr su conservación.

2. INTRODUCCIÓN

El presente estudio es una contribución al conocimiento de la megafauna marina, como información de línea base en cuanto a su diversidad, abundancia y distribución en la zona inter-oceánica de las 5 a las 65.56 mn de la línea de costa del Pacífico de Guatemala. Como megafauna pelágica se le conoce comúnmente a los vertebrados marinos de gran talla, tales como las tortugas marinas, cetáceos, peces picudos y rayas que ocupan los niveles más altos de la cadena trófica. Estos organismos utilizan como hábitat la parte superficial de la columna de agua de la zona oceánica, conocida como zona pelágica (Hall, 2003; Zeeberg, Corten y De Graaf, 2006).

La gran mayoría de especies de fauna pelágica se encuentran amenazadas por las actividades humanas en el mar y la contaminación de los océanos (Hall, 1996; Hall, 2003; Sáenz, Wong y Carrillo, 2004; Fowler *et al.*, 2005; Zeeberg, Corten y De Graaf, 2006; Quintana-Rizzo, 2008; Castillo-Géniz, 2009). Estos organismos pueden servir de indicadores de la salud del ecosistema marino, son parte de la diversidad genética, transportan nutrientes, forman parte de la cadena alimenticia controlando las poblaciones de peces (Chacón y Araúz, 2001; Prideaux, 2003; UICN, 2007) y pueden ser utilizados como atractivo turístico, actividad que realizándola bajo los procedimientos adecuados y regulaciones consistentes podrían incrementar las divisas nacionales y apoyar a la conservación de dichas especies (Troëng, 2001; Sáenz, Wong y Carrillo, 2004).

La diversidad e importancia de estas especies es poco conocida en el área de estudio. Sin embargo, se han desarrollado estudios sobre la fauna marina de la región del Pacífico guatemalteco, los cuales han permitido corroborar la presencia y algunos aspectos de su distribución. A pesar de ello, aún se conoce poco acerca las características de sus poblaciones, funciones ecológicas y su estado de conservación en aguas nacionales.

3. ANTECEDENTES

3.1 La zona pelágica

El mar está dividido por zonas que presentan diferentes condiciones, que a su vez comprenden diversos hábitats determinados por la profundidad (Camhi *et al.*, 2009). El cambio en la temperatura del agua, la disminución de la cantidad de luz y el aumento de presión suceden a medida que aumenta la profundidad (López, 2006). Entonces los hábitats marinos se dividen en zona nerítica, pelágica y abisal (Figura 1) (Cifuentes *et al.*, 1997). La zona pelágica comprende la columna de agua del mar abierto, que se sitúa más allá de la plataforma continental. En la zona pelágica viven organismos de vida libre como el plancton y los animales nadadores (López, 2006). La zona pelágica se subdivide en la zona epipelágica, iluminada por el sol, desde la superficie hasta 200 m de profundidad, la zona de mesopelágicos, de 200 a 1,000 m de profundidad, donde la luz penetra poco, y la zona batipelágica sin sol, debajo de los 1,000 m a >6,000 m (Camhi *et al.*, 2009).

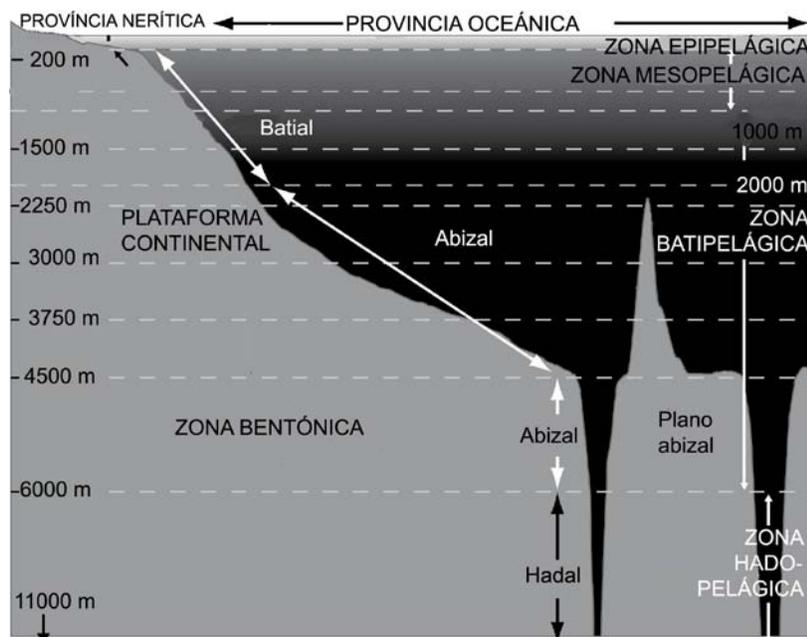


Figura 1 Zonas Oceánicas. (Tomado de Camhi *et al.*, 2009).

3.2 La fauna marina y el ambiente abiótico

El hábitat marino parece ser un hábitat continuo, sin embargo, existen condiciones limitantes como las masas terrestres y la productividad de las aguas que determinan la distribución de los organismos (Águila y Contreras, 2000). Las condiciones están determinadas por factores ambientales abióticos que varía en el espacio y el tiempo, a los que los organismos responden de maneras distintas como la temperatura, la salinidad, la concentración de contaminantes, etc. (Begon, Harper y Townsend, 1995). En el caso de las especies pelágicas, su distribución está determinada por la distancia de la costa y la profundidad y también contribuye su capacidad de dispersión (Águila y Contreras, 2000).

Los mamíferos marinos, tienen una mayor capacidad de movimiento, se mueven en respuesta a diversos factores abióticos tanto como a la disponibilidad de alimento (Águila y Contreras, 2000).

Sobre las tortugas marinas se conoce muy poco acerca de sus patrones de desplazamiento y distribución. A pesar de que existen estudios sobre sus poblaciones en zonas de anidamiento, los reportes documentados en otros hábitats son muy escasos (Alvarado y Figueroa, 1992).

La temperatura es un factor que determina la distribución y abundancia de especies de grandes peces pelágicos, el pez vela (*Istiophorus platypterus*), se asocia a aguas cálidas. El marlín rayado y pez aguja azul del Indo-pacífico (*Tetrapturus audax* y *Makaira mazara*) se asocian a agua más templadas (Santana, 2001). Las rayas aunque pueden encontrarse en las cuencas oceánicas lejos de masas continentales en aguas templadas, pueden moverse cerca de la costa para alimentarse o reproducirse y muchas de las especies están asociadas a zonas someras y arrecifes de coral (Camhi *et al.*, 2009).

3.3 La megafauna pelágica

3.3.1 Cetáceos: Ballenas y delfines (Orden Cetacea)

Los cetáceos son mamíferos marinos que están bien representados en las aguas del Pacífico centro-oriental (Fischer *et al.*, 1995). Las ballenas y delfines están relacionados con artiodáctilos que son los antepasados de los ungulados modernos (Reid, 1997; Sáenz, Wong, y Carrillo, 2004). Están entre los mamíferos más especializados que se han adaptado completamente a la vida acuática y tienen forma parecida a peces (de San Gil, 1997).

Presentan un plano estructural constituido por un tronco hidrodinámico fusiforme, un par de aletas pectorales aplanadas, un cráneo de estructura telescópica, orificios nasales situados sobre la cabeza, una capa de grasa subcutánea como reserva de energía, órganos reproductores internos, sin extremidades posteriores (Sáenz, Wong y Carrillo, 2004), la cola es aplanada horizontalmente (Cardwardine, 1995).

Sus ojos les permiten ver a corta distancia en el agua y a larga distancia en el aire. El oído externo es un pequeño orificio detrás del ojo, seguido por un corto canal auditivo (de San Gil 1997). Miden de 1 a 3 o hasta 30 m de longitud, y tan grandes como las ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) con un peso de más de 90 toneladas (de San Gil, 1997).

La diversidad es una característica los cetáceos y en todos los aspectos de su biología, estrategias reproductivas y modelos migratorios por lo que en un mismo territorio pueden existir diferentes especies (de San Gil, 1997).

Se conocen 78 especies de cetáceos, pertenecientes al orden Cetacea y se agrupan en los subórdenes Odontoceti (ballenas dentadas), Mysticeti (ballenas de barba) y el suborden Archaeoceti (ballenas antiguas) que está extinto (Fischer *et*

al., 1995; Reid, 1997). En aguas nacionales del Pacífico pueden distribuirse potencialmente 28 especies del orden odontoceti y orden mysticeti (Anexo 1) (Fischer *et al.*, 1995; Reid, 1997).

Migraciones

Los cetáceos realizan desplazamientos durante los meses de invierno hacia aguas tropicales. En el caso de las ballenas, la trayectoria de 3 meses es desde el Polo Norte hasta las cálidas aguas de México en la península de Baja California (Cifuentes, Torres y Frias, 1997). Los viajes anuales son de casi 800 km iniciando su migración en los meses de invierno, desde lugares de alimentación a aguas cálidas beneficiosas para los nacimientos de las crías y actividades de cortejo. Durante el verano se dirigen hacia sus zonas de alimentación en regiones polares (Carwardine, 1995; Rice, 1998).

Distribución mundial y en Guatemala

Los cetáceos se encuentran distribuidos en aguas que presentan características específicas, respecto a la profundidad, “con rangos de temperatura del agua y régimen oceanográfico específico” (Alava, 2002).

Estudios realizados en el Pacífico de Guatemala evidencian la presencia de especies de cetáceos como *Megaptera novaeangliae*, *Stenella attenuata*, *Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris*, *Pseudorca crassidens* (Godoy y Aguilera, 2006; Ruano y Franco, 2007; Montiel y Díaz, 2007; Cabrera y Ortiz, 2007; Dávila, Velásquez y Sigüenza, 2008). Otras 18 especies (Anexo 1), se distribuyen potencialmente en aguas nacionales (Fischer *et al.*, 1995; Quintana-Rizzo y Gerrodette, 2009).

Estado de conservación en Guatemala

Pesca y captura incidental

Entre 1960 a 1970, la pesca tradicional atunera fue reemplazada por embarcaciones de gran capacidad y autonomía, estas nuevas artes de pesca afectan a algunas especies de delfines, cuyas manadas se asocian naturalmente a los atunes. Incluso se han utilizado por los pescadores como indicadores de la ubicación de los cardúmenes. Las especies más afectadas son el delfín tornillo, el delfín manchado, el delfín listado y el delfín común (Fischer *et al.*, 1995; Carwardine, 1995). Durante estas pesquerías la mortalidad de delfines ha alcanzado cifras de 100,000 individuos por año en el Pacífico centro–oriental (Fischer *et al.*, 1995).

Así también, las ballenas han sido explotadas por la pesca comercial a lo largo de muchas décadas, lo cual ha conducido a una disminución de sus poblaciones, principalmente porque sus poblaciones se recuperan lentamente debido a su largo ciclo de vida (Madeira, Arruda y Wille, 2001).

En el Pacífico de Centroamérica y costas de México, las redes de pesca ha afectado las poblaciones de *Pseudorca crassidens* y de otras pero no se conocen cifras exactas (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, 2000). En Guatemala, los cetáceos están siendo afectados por la pesca dirigida, con redes y arpones, con el fin de utilizarlos como carnada para la pesca de tiburón (Quintana-Rizzo, 2008; Castillo y Moreno, 2008¹).

En la captura incidental al menos 300,000 individuos por año se en las redes de pesca. Aunado a esto el agotamiento de las presas es otro factor que pone en peligro estas especies (Rose, 2002).

¹ Castillo, H. y R. Moreno. (2008). Captura dirigida de delfines y tortugas para utilizarlos como carnada en pesquerías de tiburones en el Pacífico guatemalteco. Pescadores artesanales del Puerto de Champerico, Pacífico de Guatemala. (Entrevista personal)

Contaminación y otras amenazas

En el golfo de México se ha atribuido la muerte de cetáceos a enfermedades causadas por la contaminación del medio marino con sustancias tóxicas. “El aumento de los niveles de contaminación del Pacífico centro-oriental deja ver que dichas mortandades ya han sucedido o están por suceder en esta área” (Fischer *et al.*, 1995).

Turismo

Las actividades de avistamiento de cetáceos no regulada, pueden traer consigo efectos negativos para estas especies. Sin embargo, el avistamiento responsable, que puede apoyar su conservación y proveer un crecimiento económico sostenible para comunidades costeras (Rose, 2002; Sáenz, Wong y Carrillo, 2004).

En Guatemala se creó el reglamento para avistamiento de cetáceos con fines turísticos (Herrera, 2006; ABIMA, 2008). El cual fue promovido por el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), con el apoyo de la Whale and Dolphin Conservation Society y la Fundación KETO de Costa Rica. La presentación oficial de este reglamento está a cargo de la Unidad de Patrimonio Cultural y Ecoturismo del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), este deberá ser aprobado por el consejo del CONAP, y además se espera elevarlo a un acuerdo gubernativo para su aplicación nacional y multi-institucional (Sigüenza, 2011²).

Marco Legal Nacional

En 1971 se estableció la protección para el Delfín en Guatemala y en 1973 se instituyó veda permanente del Delfín. En el 2001 se constituyó el Acuerdo Internacional para la Protección y Conservación del Delfín –APICD-.

² Sigüenza, R. 2011. Información sobre el proceso del reglamento nacional de avistamiento de Cetáceos. Comunicación personal.

La Ley de Pesca y Acuicultura, decreto 80-2002, ratificado por el Congreso de la República de Guatemala, exige la protección de las especies de cetáceos en aguas nacionales, y en su título IV, artículo 80, prohíbe: capturar o pescar cetáceos y otras especies en peligro de extinción, de acuerdo a lo establecido por el Ministerio de Ambiente, Ganadería y Alimentación (MAGA) en coordinación con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

3.3.2 Tortugas marinas (Orden Testudine)

Las tortugas marinas son reptiles que transportan energía de hábitats marinos altamente productivos a hábitats pobres en energía. La energía derivada de las tortugas marinas y sus huevos aumenta las poblaciones de animales a través de los procesos de depredación y reciclaje de nutrientes (Ernst y Barbour, 1989; Troëng, 2001).

Familia Cheloniidae

La familia Cheloniidae contiene siete especies (Ernst y Barbour, 1989), cinco de estas se distribuyen potencialmente para Guatemala (Fischer *et al.*, 1995). Pueden medir desde 71 cm como la tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*) hasta 213 cm como la tortuga Cabezona (*Caretta caretta*) en la longitud máxima del carapacho.

Familia Dermochelyidae

La familia Dermochelyidae con una sola especie, la tortuga Baule (*Dermochelys coriacea*), es la más grande de todas las especies. Está presente en Guatemala y su estudio ha sido principalmente en zonas de anidación (Muccio, 1998; Montes, 2004; Sánchez *et al.*, 2005).

Migración

Realizan largas trayectos a través del océano entre sus sitios de anidación y alimentación (Chacón y Araúz, 2001). Se cree que el olfato y el sentido del oído desempeñan los principales papeles, dichas especies podrían orientarse por medio de una forma de sonar, similar a los cetáceos (Cifuentes, Torres y Frias, 1997).

No se conoce una ruta definida sobre la migración de tortugas marinas, aunque se sabe que después de anidar se dispersan por el Pacífico Oriental. Estudios de telemetría han demostrado que tortugas parlama (*Lepidochelys olivaceae*) marcadas en Costa Rica se desplazan hacia México al Norte, Perú hacia el Sur y en la costa de Centro América hacia el Oeste (Cornelius y Robinson, 1986). Una porción importante de la población de tortugas parlama que anidan en Centroamérica se aleja poco de las playas de anidación (Cornelius y Robinson, 1986).

La tortuga baule (*Dermochelys coriacea*) anida en playas tropicales, y vive y se alimenta en aguas frías, frente a las costas de Sudamérica. En las Islas Galápagos se alimentan las tortugas baule que anidan en Centroamérica (Chacón y Araúz, 2001).

De la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), se tiene muy poca información sobre su migración en el Pacífico Oriental (NMFS, 1998a).

La tortuga prieta (*Chelonia mydas agassizii*) subespecie de la tortuga verde del Atlántico (*Chelonia mydas*) (Bowen & Karl, 2000), migra entre los extremos Norte y Sur desde México hasta Colombia. Muchas tortugas marcadas en Michoacán han sido reportadas en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Colombia. Según la Caribbean Conservation Corporation dos tortugas marcadas con

transmisores satelitales en Colola, Michoacán, México migraron hacia aguas de Guatemala y Nicaragua (NMFS, 1998b).

Así mismo, algunos especímenes que han sido marcados anidando en las Islas Galápagos posteriormente han sido capturadas en Centroamérica y Perú (NMFS, 1998b). Una población de la tortuga cabezona (*Caretta caretta*) habita en las costas de Baja California, México, pudiendo estar presente en aguas Centroamericanas. Aunque, no existen registros confirmados sobre anidación y presencia en la costa Pacífica de Centroamérica (Chacón y Araúz, 2001).

Distribución mundial y en Guatemala

Las tortugas marinas viven en todos los mares tropicales y templados, aguas someras, cerca de islas o costas, pero algunas especies que se les encuentra en aguas oceánicas, solitarias o formando grupos (Fischer *et al.*, 1995).

En el Pacífico de Guatemala se encuentran 5 de las 8 especies de tortugas marinas que existen en el mundo, la parlama (*Lepidochelys olivacea*), baule (*Dermochelys coriacea*), cabezona o caguama (*Caretta caretta*), prieta o verde (*Chelonia mydas agassizii*) y carey (*Eretmochelys imbricata*) (Anexo 2) (Fischer *et al.*, 1995).

Estado de conservación en Guatemala

Pesca y captura incidental

Las tortugas son dañadas por las hélices de embarcaciones y son capturadas con redes y apones para ser utilizadas como carnada (Fischer *et al.*, 1995), el Pacífico de Guatemala no es la excepción (Castillo y Moreno, 2008)³. La pesca de arrastre y el palangre de superficie son otros artes de pesca causantes de la captura incidental y muerte de tortugas (Muccio, 1998; observaciones de campo autor), al

³ Castillo, H. y R. Moreno. (2008). Captura dirigida de delfines y tortugas para utilizarlos como carnada en pesquerías de tiburones en el Pacífico guatemalteco. Pescadores artesanales del Puerto de Champerico, Pacífico de Guatemala. (Entrevista personal).

igual que la pesca fantasma que consiste en aparejos de pesca perdidos que continúan capturando animales y causando su muerte (Ixquiac, 2008b)⁴,

Contaminación y depredación

La reducción de las áreas de anidamiento y la contaminación del medio marino afecta a las poblaciones de tortugas, estas suelen ser capturadas por su carapacho, carne y huevos, que son depredados casi por completo en las zonas de anidación (Fischer *et al.*, 1995; Muccio, 1998; Chacón y Araúz, 2001; Pecor, 2003).

Turismo

Las tortugas marinas son de alto valor cultural y económico para los pueblos costeros, por ser una atracción turística que ofrece oportunidades de empleo a los habitantes costeros y contribuye a la valorización regional de la biodiversidad (Troëng, 2001; Chacón y Araúz, 2001).

Marco Legal Nacional

Existen acuerdos internacionales que apoyan la conservación de las tortugas marinas, esta la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), la Convención sobre la Conservación de las Especies Migratorias de los Animales Silvestres (CMS) y la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas (IAC) (PRICTMA, 2004).

En el 2003, Guatemala declaró su adhesión a la Convención Interamericana para la Protección y Conservación de las Tortugas Marinas, que promueve la participación del continente americano para prohibir la captura, tenencia y comercialización de estas especies (Fischer *et al.*, 1995).

⁴ Ixquiac, M. (2008b). La Pesca Fantasma. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- (Entrevista Personal).

La Ley de Pesca y Acuicultura, en su decreto 80-2002, prohíbe capturar tortugas marinas y el Acuerdo Ministerial 36-96 del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) obliga a utilizar dispositivos excluidores de tortugas (DET's) en las redes de arrastre. Para apoyar estas medidas, actualmente funcionan 18 tortugarios (IARNA, 2006), así como el programa para la mitigación de la captura incidental, de la World Wildlife Fund (WWF) y la Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura (UNIPESCA), teniendo como objetivo minimizar la muerte de tortugas enganchadas en anzuelos de palangre (Muccio, 1998; IARNA, 2006).

3.3.3 Peces picudos o istiofóridos: Vela, Agujas, Marlines (Orden Perciformes)

Los peces istiofóridos de la familia Istiophoridae son comúnmente llamados peces pico o picudos. Según Fischer y colaboradores (1995) cinco especies están presentes en Pacífico guatemalteco: el pez vela (*Istiophorus platypterus*), el aguja negra (*Makaira indica*), el aguja azul del Indo-Pacífico (*M. mazara*), el marlín trompa corta (*Tetrapturus angustirostris*) y el marlín rayado (*T. audax*) (Anexo 3).

Poseen un cuerpo alargado y comprimido, mandíbula superior prolongada, boca no protractil, dos aletas dorsales, la primera mayor que la segunda, dos aletas anales, la segunda más pequeña que la primera, aletas pectorales falsiformes o en forma de media luna, aletas pélvicas poseen radios conectados con un espina, aleta caudal grande, línea lateral bastante visible. Dorso y región superior de los flancos de color azul, región baja de los flancos y vientre blancos (Fischer *et al.*, 1995).

Están entre los peces más rápidos del mar, alcanzan una velocidad de 109 km/h gracias a su pedúnculo caudal, su singular aleta dorsal y la prolongación de su mandíbula que favorecen su hidrodinámica. Pueden tener una longitud de 3 m, un

peso de 100 kg, son carnívoros, se alimentan de peces y calamares y ponen sus huevos en alta mar (Froese & Pauly, 2007).

Migración

Los peces picudos viven en las capas superiores del océano, habitan en mares cálidos, y en los meses veraniegos persiguen los cardúmenes hacia aguas templadas desplazándose grandes distancias entre los lugares de alimentación y reproducción, sus migraciones son transoceánicas, principalmente en el Pacífico (Fischer *et al.*, 1995).

Los movimientos de estos peces en las costas de México coinciden con los movimientos estacionales de la isoterma de los 28°C y por lo que las mayores concentraciones de estos peces son desde la costa central de México hasta Colombia, incluyendo aguas nacionales (Vidaurri, Macías y Santana, 1998).

Distribución mundial y en Guatemala

Los peces picudos habitan en el Golfo de México y el Océano Pacífico. Son de hábitat pelágico, habitan a profundidades variables, pero generalmente se le encuentra en superficie con la vela fuera del agua (Froese & Pauly, 2007).

Según Vidaurri y colaboradores (1998) la zona marítima que inicia desde la Boca del Golfo de California hasta el Golfo de Tehuantepec, es de gran abundancia de estas especies en el Pacífico oriental. En función de las condiciones oceanográficas que prevalecen en el área del Pacífico Oriental esta se caracteriza por sus altas concentraciones de pez vela y marlín rayado, así como la mayor abundancia de marlín rayado se encuentran en las aguas mexicanas y en Centroamérica (Santana, 2001).

El pez vela (*Istiophorus platypterus*) es una especie que tiene una distribución circumtropical y es conocida por ser abundante en las costas de Guatemala,

donde es uno de los recursos pesqueros recreacionales y artesanales más importantes para la economía local, además de ser uno de los peces istiofóridos más frecuentemente capturados a lo largo de la costa Pacífica de Centro América (Prince *et al.*, 2006).

Estado de conservación en Guatemala

Pesca y captura incidental

En Guatemala se organizan torneos anuales de pesca deportiva, donde las principales presas son los peces picudos, en estos torneos, participan pescadores nacionales y extranjeros (IARNA, 2006). Dicha actividad corrobora la importancia de estas especies en la zona marina del Pacífico de Guatemala. A nivel mundial se sabe que es capturado incidentalmente en algunas artes de pesca, como redes de enmalle y palangres de superficie (Fischer *et al.*, 1995).

La distribución de estas especies las hace susceptibles a ser capturadas con palangre, ya que muestran cierto grado de estratificación espacio-temporal, en función de la oceanografía de la región (Santana, 2001). Durante actividades de pesca de peces picudo con palangre o línea de anzuelos, estos peces son capturados con mayor frecuencia durante el proceso de tendido o cobrado, que es cuando el palangre se encuentra en movimiento (Santana, 2001).

Contaminación

Las concentraciones más bajas de metales pesados se encuentran en peces pequeños, estas concentraciones pueden aumentar varias veces conforme se asciende en la cadena trófica; afectando así a los peces depredadores como los peces picudos. Las principales afecciones son durante el desarrollo, crecimiento, comportamiento predador, migratorio, bioquímica sanguínea, entre otros (Cousillas, 2006). Los metales pesados pueden entrar en los peces por 3 posibles

vías: a través de las branquias, ingestión de comida, y a través de la piel (Cousillas, 2006).

De acuerdo a estudios de la Universidad de Bristol, el pez espada, el pez vela y el tiburón tienen concentraciones promedio de mercurio de entre 1 y 1,52 mg por kg de carne. Según la Agencia de Normas Alimentarias de Londres (2002), es contraproducente la ingestión de pez espada, tiburón y pez vela por las mujeres embarazadas, las que quieren embarazarse y los niños menores de 16 años, debido a la toxicidad de sus altas concentraciones de mercurio (Cousillas, 2006).

Turismo

Son considerados como excelentes recursos para turismo de pesca deportiva, además son de alto valor comercial a nivel mundial y su carne es de excelente calidad (Fischer *et al.*, 1995). La pesca deportiva ayuda a mantener toda una infraestructura turística dentro de las 50 mn (Osuna-Flores, 2001). Según el Departamento de Comercio de Estados Unidos, durante 1969 a 2003, en la región de Mesoamérica, Guatemala presentó los mayores valores de captura por unidad de esfuerzo CPUE (número de peces por pescador/día) de peces picudos en la región Mesoamericana (MAGA, 2007).

A nivel mundial se reconoce a Guatemala como una zona privilegiada en cuanto a recursos pesqueros y es notable el valioso recurso en peces pelágicos entre los que figuran el pez vela (*Istiophorus platypterus*) (NOAA, 2003), y especies de marlín (Istiophoridae) y dorado (*Coryphaena hippurus*).

La Ley General de Pesca y Acuicultura, establece que el método de captura para los peces picudos durante la pesca deportiva, debe ser con líneas individuales y anzuelos circular, por captura y liberación (MAGA, 2007).

Marco legal nacional

UNIPESCA y el Ministerio de Ambiente, Ganadería y Alimentación a través de la Ley de Pesca y Acuicultura, en su decreto 80-2002, decreta que no se pescará, ni se comercializará internacionalmente al pez vela durante la pesca deportiva, los ejemplares capturados se devolverán vivos al mar. Así mismo esta ley en su artículo 28, sobre reservas de pesca deportiva, establece que el pez vela (*Istiophorus platypterus*), queda reservado para la pesca deportiva (IARNA, 2006). Sin embargo, es permitido capturar peces vela en pesca artesanal, cuya pesca debe representar un 25% como máximo dentro de la pesca total (CALAS, 2006).

3.3.4 Peces Batoideos: Rayas, mantas y peces guitarra (Orden Rajiformes)

Las rayas, peces guitarra, rayas eléctricas, torpedos y peces sierra como se les conoce comúnmente, pertenecen al grupo de los peces batoideos o Rajiformes. Poseen un esqueleto cartilaginoso, el cuerpo posee una forma circular, romboidal u ovalada. En la parte dorsal del cuerpo, se ubican los espiráculos, y en los lados de la cabeza los ojos, mientras que la boca, orificios nasales y aberturas branquiales se ubican en la parte ventral (Fischer *et al.*, 1995).

Pueden medir de 25 cm (familia Rajidae) a más de 6 m (familia Pristidae y Rhinobatidae) y un tamaño del disco corporal de 7 m y llegan a pesar hasta 1.5 toneladas (familia Mobulidae) (Fischer *et al.*, 1995). Se desplazan por movimientos ondulantes del cuerpo (familias Pristidae, Rhinobatidae, Torpedinidae y Narcinidae), por ondulaciones de la parte posterior de las aletas pectorales (familias Rajidae y Dasyatidae) o por movimientos verticales de las aletas pectorales (familias Gymnuridae, Myliobatidae, Rhinopteridae y Mobulidae) (Fischer *et al.*, 1995).

La fertilización es interna, baja fecundidad y crecen lentamente. Son ovíparos aplacentados, solo la familia Rajidae es ovípara, depositan sus huevos en el fondo

marino, protegidos dentro de cápsulas córneas rectangulares (Fischer *et al.*, 1995).

Migraciones

Muchas especies de la clase Chondrichthyes, tiburones y rayas migratorios están listadas como “Especies Altamente Migratorias” por la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS, por sus siglas en inglés) y contempladas por el Acuerdo de Naciones Unidas para Poblaciones de Peces, como poblaciones de peces tranzonales (Camhi *et al.*, 2009; UICN, 2007). Las especies de rayas pelágicas más grandes, realizan migraciones regulares, incluso continuas hasta cruzar cuencas oceánicas (UICN, 2007).

Distribución mundial y en Guatemala

Son generalmente marinas y se “distribuyen en todos los mares de la tierra”, desde aguas costeras someras hasta los 3000 m de profundidad. La familia Rajidae se encuentra en casi todas las latitudes y profundidades pero es rara en aguas tropicales someras y arrecifes de coral. Representantes de la familia Torpedinidae se encuentran en latitudes templadas. Las demás familias están restringidas a zonas tropicales y templadas cálidas y en menor grado a las plataformas continentales e insulares (Fischer *et al.*, 1995).

Habitan en zonas alejadas de la costa, visitando el fondo marino donde pueden descansar su cuerpo sobre el suelo. Algunas especies suelen ser encontradas en esteros o nadando sobre la superficie del océano (Compagno, 1984). La mayoría de especies viven en una o más de las 3 zonas de hábitat oceánico o pelágico: la zona epipelágica desde la superficie hasta 200 m de profundidad, la zona de mesopelágica de 200 a 1000 m de profundidad, y la zona batipelágica sin sol (Camhi *et al.*, 2009).

Existen 450 especies de peces batoideos, que se agrupan en 17 familias. Para el Pacífico centro-oriental se han reportado 11 familias, 20 géneros y 42 especies. De estas, 33 especies se distribuyen potencialmente en aguas nacionales (Fischer *et al.*, 1995) (Anexo 4), sin embargo, no existe información completa sobre la presencia y distribución de estas especies en el Pacífico de Guatemala.

Estado de conservación en Guatemala

Pesca y captura incidental

Aunque se caracterizan por presentar largos períodos de vida, presentan un crecimiento lento, maduración retrasada, largos ciclos reproductivos y baja fecundidad, características biológicas que hacen a las rayas susceptibles a intensos y prolongados regímenes de pesca (Castro, 1978). El grupo de especialistas en tiburones de la UICN determinó que 75% de las especies de tiburones y rayas pelágicas se encuentra en riesgo de extinción a causa de la pesca oceánica dirigida y no dirigida (Dulvy *et al.*, 2008).

Algunas especies forman parte de la fauna acompañante en las capturas de otras especies comerciales durante la pesca de arrastre (Fowler *et al.*, 2005). Luego de ser capturadas incidentalmente son devueltas al mar por considerarles de poco o ningún valor económico (Marcano, 2000).

No obstante, en diversas regiones costeras las rayas tienen importancia comercial, son capturadas en pesca artesanal con redes de enmalle llamadas rayeros y con palangres (FAO, 1992; Fowler *et al.*, 2005). La carne de algunos especímenes de los géneros *Dasyatis* y *Myliobatis* se comercializa en fresco, salada o ahumada para el consumo humano (Fischer *et al.*, 1995).

En la actualidad la pesca de rayas genera fuentes de alimento, empleo y divisas para la costa Pacífica de México y zonas adyacentes. No obstante, en las últimas

décadas las poblaciones de peces batoideos han sido gravemente afectadas (Castillo-Géniz, 1992). Sin embargo no hay suficiente conocimiento sobre los niveles de captura incidental de rayas, el estado de las poblaciones y sobre los niveles de captura en pesca deportiva (Coello, 2005). Un análisis de la situación de 5 especies de rayas incluidas en la Lista Roja de UICN reveló que son capturados regularmente en la pesca de mar abierto con artes pelágicas (Camhi *et al.*, 2009).

Contaminación y depredación

Entre las principales actividades humanas que afectan a los peces batoideos también se encuentra la contaminación marina, las perturbaciones en las grandes extensiones litorales y el cambio climático (Castillo-Géniz, 1992).

Los metales pesados pueden acumularse en peces Chondrichthyes, según estudios realizados pueden encontrarse concentraciones de mercurio de entre 1 a 1.5 mg por kg de tejido (Cousillas, 2006). Para la Agencia de Normas Alimentarias de Londres (2002), resulta inadecuada la ingestión de estos peces (Cousillas, 2006).

Turismo

Existen acuerdos para el aprovechamiento de tiburones, más no de las rayas. Sin embargo, estas especies representan un importante recurso turístico. Por ejemplo en la Reserva Marina de Galápagos, es prohibida la captura de rayas, ya que se consideran especies sumamente importantes para el turismo de buceo, a pesar de que no existe una normativa directa para el aprovechamiento turístico de estas especies (Coello, 2005; Camhi *et al.*, 2009).

Marco legal nacional

Actualmente existe la iniciativa de crear el plan de acción sobre tiburones por país donde se incluyen a las rayas. Esta resolución fue adoptada por unanimidad en la

Sesión 23 del Comité de Pesca de la FAO en 1999, con los objetivos de asegurar la conservación de tiburones, rayas y especies afines, el ordenamiento de sus pesquerías y su aprovechamiento sostenible a largo plazo (Castillo-Géniz, 2009). Del Plan de Acción Internacional (PAI-Tiburones) se deriva un Plan de Acción Nacional (PAN-Tiburones) para cada país que es impulsado por la FAO, participan 166 países, incluyendo a Guatemala (UICN, 2007) donde el encargado de desarrollar este plan es la Unidad de Manejo de la Pesca y Acuicultura (UNIPESCA).

3.4 Especies migratorias

Según la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (UNCLOS, por sus siglas en inglés), se definen legalmente especies migratorias como aquellas especies que “son capaces de migrar relativamente largas distancias, y las poblaciones de esos animales posiblemente ocurren tanto dentro de zonas económicas exclusivas como en mar continental”. Son importantes para las pesquerías “en todos los océanos y mares parcialmente encerrados, con excepción de las regiones polares” (UICN, 2007).

Los animales marinos realizan desplazamientos o migraciones, por lo que las diferentes fases de su vida, suceden en diversas regiones del océano. Las regiones hacia las cuales se dirigen presentan una serie de condiciones ambientales que les permitirán mitigar sus necesidades. Una de las principales causas que estimulan a los organismos a realizar los largos desplazamientos es la búsqueda de fuentes de alimentación, que les permitan un adecuado desarrollo individual, crecimiento y maduración sexual. Otra de las actividades por las cuales se ven impulsados a migrar es la reproducción (Cifuentes, Torres y Frias, 1997).

3.5 Importancia ecológica de la megafauna pelágica

Los cetáceos, las tortugas marinas, los peces istiofóridos o picudos y las rayas o peces batoideos juegan un importante papel en el equilibrio del ecosistema marino. Mientras que algunas especies son consumidores primarios, otras se encuentran en niveles superiores de la cadena alimenticia. Algunos de ellos como las tortugas marinas son a su vez consumidas por depredadores superiores en la cima de la cadena alimenticia como los tiburones. Las tortugas juegan un papel importante en el mantenimiento de los ecosistemas costeros, sirviendo en el transporte de nutrientes entre el ambiente pelágico y el costero, así como el control de poblaciones de invertebrados marinos, como las medusas, las cuales a su vez controlan poblaciones de larvas de peces (Chacón y Araúz, 2001).

En términos del mantenimiento de la salud de los ecosistemas marinos, la desaparición de depredadores y otros eslabones clave en la cadena alimenticia provoca una serie sucesiva de acontecimientos que repercutirán en la estabilidad ecológica de los océanos (Chacón y Araúz, 2001).

3.6 Marco legal internacional

Actualmente disminuir los problemas de supervivencia que enfrentan estas especies de megafauna marina ha sido blanco de esfuerzos por parte de las estrategias de Estados que conforman las Naciones Unidas. De manera que se han implementado tratados y protocolos internacionales que mitiguen la extinción de estas especies o encaminen la conservación de las mismas mediante la adopción de medidas de preservación rigurosas. En consecuencia de estos esfuerzos, algunas de las especies de interés para este estudio cuentan con un estatus protegido, y actualmente se implementan medidas de protección bajo algunos de los artículos de la Ley del Mar de las Naciones Unidas UNCLOS

(United Nations Law of the Sea), a nivel de los Estados relacionados por este interés común (Ward y Moscrop, 1999).

Especies de megafauna marina están enumeradas en el Anexo I del artículo 64 de Ley del Mar de las Naciones Unidas y en los anexos de varios acuerdos del tratado multilateral, incluyendo el Protocolo de Áreas y de Flora y Fauna Silvestre Especialmente Protegidas SPAW (Specially Protected Areas and Wildlife Protocol UNEP), el Tratado para el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción CITES (Convention on International Trade in Endangered Species), el Tratado para la Conservación de Especies Migratorias de Animales Salvajes CMS (Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals) o Tratado de Bonn y la Convención Internacional para la Regulación de la Caza de Ballenas ICRW (International Convention on the Regulation of Whaling), así como en la Lista Roja sobre animales amenazados de la Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza UICN (Ward y Moscrop, 1999).

Así mismo existen iniciativas, a nivel internacional, en favor de la conservación y ordenamiento pesquero de los tiburones y rayas, los cuales surgieron como resultado de la Resolución Conf. 9.17 *Estatus del comercio internacional en las especies de tiburones*, que fue acogida en la Novena Conferencia de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres en 1994. Esta resolución también estimuló el desarrollo del Plan de Acción Internacional para la Conservación y Manejo de los Tiburones (International Plan of Action for the Conservation and Management of Sharks, ipoa-Sharks) de la FAO (Castillo-Géniz, 2009).

3.7 Estudios previos sobre cetáceos

En Guatemala

Se determinó que el territorio marítimo del Pacífico guatemalteco forma parte del área de reproducción de ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) (Godoy y Aguilera, 2006). Para el año 2006, el Consejo Nacional de Áreas Protegida (CONAP) con el apoyo financiero de la Embajada de Holanda otorgó la consultoría para crear el “*Reglamento para la Observación Turística de Cetáceos*” al Centro de Acción Legal, Ambiental y Social de Guatemala (CALAS) (Herrera, 2006).

En el Pacífico de Guatemala, para el año 2007 se realizaron algunos estudios como el de Sánchez, Ruiz, Díaz y Castillo, sobre la situación de las poblaciones de cetáceos. Ruano y Franco, llevaron a cabo el estudio sobre patrones de distribución de los cetáceos. Montiel y Díaz, relacionaron la frecuencia de avistamientos de delfines con los bancos de peces y Cabrera y Ortiz, analizaron la relación y efecto de variables físicas del Océano sobre la ocurrencia y tamaño de grupo de delfines.

Quintana-Rizzo y Gerrodette (2009) realizaron el estudio de línea base sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en la Zona Económica Exclusiva (ZEE) del Pacífico, con datos recabados desde 1986 al 2006.

En Centroamérica

Reily, en 1990, publicó el estudio titulado “*Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific*”. En el año 1996, Palacios y Gerrodette, llevaron a cabo el estudio sobre Impacto potencial de las pesquerías con trasmallos artesanales sobre poblaciones de pequeños cetáceos del Pacífico Oriental Tropical.

En Costa Rica, Acevedo en 1996 generó la *Lista de mamíferos marinos en Golfo Dulce e Isla del Coco*. Gerrodette y Palacios (1996) estimaron la abundancia de cetáceos en las ZEE del Pacífico Oriental Tropical. Rodríguez-Fonseca en el año 2001 llevó a cabo el estudio “*Diversidad y distribución de los cetáceos en Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae)*”.

Rodríguez-Fonseca y Cubero-Pardo realizaron en el 2001 el estudio *Cetacean strandings in Costa Rica (1966-1999)*”. En el 2004 May-Collado y colaboradores realizaron el estudio Los patrones de distribución de de cetáceos las observaciones en la Zona del Pacífico Económica Exclusiva de Costa Rica a partir de datos recogidos de 1979-2001. Rodríguez-Herrera y colaboradores en el 2004 elaboraron la *Lista de especies, endemismo y conservación de los mamíferos de Costa Rica*. Martínez en 2006 desarrollo un estudio de 3 especies de ballenas en la costa Pacífica de Cosa Rica.

En el 2004, Sáenz, Wong y Carrillo realizaron el estudio titulado “*Ballenas y Delfines de América Central*” dicho estudio fue financiado por el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio).

La actividad de observación de cetáceos en Panamá data de finales de los años 90, hasta hace poco tiempo los viajes al mar se realizaban informalmente y no se colectaba ningún tipo de datos sobre los avistamientos. Los datos actuales son escasos, sin embargo existen algunas revisiones publicadas por Biota Panamá como: “Taxonomía e historia natural del delfín moteado, *Stenella frontalis*, en Panamá” y “Taxonomía e historia natural del cachalote pigmeo, *Kogia breviceps*, en Panamá” (Biota Panamá, 2007).

3.8 Estudios previos sobre tortugas marinas

En Guatemala

Para el área del Pacífico, en el año 1987 Higginson y Orantes, estudiaron el manejo de tortugas marinas y el establecimiento de tortugarios en la Reserva de Usos Múltiples Monterrico de la Universidad de San Carlos de Guatemala. En 1998 Muccio estableció uno de los primeros conocimientos generales acerca de la situación de la anidación de las tortugas marina en Guatemala. Rivas en el 2002, realizó una evaluación de las condiciones físicas que determinan el éxito de la eclosión de huevos de tortuga Parlama (*Lepidochelys olivaceae*), en la Reserva Natural de Usos Múltiples Monterrico. En el año 2004, Montes realizó una estimación sobre la abundancia de tortugas en la zona de anidamiento. Y en el año 2005, Sánchez y colaboradores realizaron una recopilación de acciones de manejo para la conservación de tortugas marinas.

La Tortuga Baule (*Dermochelys coriacea*) Está presente en Guatemala y su estudio se ha limitado a zonas de anidamiento, rendimiento de eclosión de huevos, sobrevivencia en tortugarios y estimaciones de abundancia de individuos adultos en zonas de anidación en el Pacífico (Muccio, 1998; Montes, 2004; Sánchez *et al.*, 2005).

En Centroamérica

En la costa Caribe de Costa Rica se ha llevado a cabo la investigación de tortugas marinas a cargo del doctor Archie Carr, y Caribbean Conservation Corporation (CCC) en Tortuguero desde 1959. En 1995, la CCC también inició un programa anual de tortuga baule. En Gandoca, desde 1980 la asociación ANAI ha estado trabajando en la conservación de tortugas baule. En Pacuare, la fundación Endangered Wildlife Trust realiza un programa anual de protección y monitoreo de tortuga baule. El Ministerio del Ambiente y el Servicio de Guardacostas realizan anualmente esfuerzos para proteger las tortugas marinas que llegan a anidar a la

costa caribeña. La investigación y conservación de tortugas marinas en Costa Rica ha convertido al país en líder mundial en su conservación (Troëng, 2001).

El Salvador es uno de los países que presenta la mayor cantidad de anidación de la tortuga Carey en la costa del Pacífico Oriental, de acuerdo a la Fundación Zoológica Nacional de EL Salvador FUNZEL, en el año 2007 (MARN, 2008). Seis de las ocho especies de tortugas marinas anidan en las costas de Centroamérica y cuatro de ellas en las costas salvadoreñas. En el año 2007, se realizó un monitoreo intensivo a lo largo de esta costa y se constató un total de 120 anidaciones de tortugas carey (MARN, 2008).

El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de El Salvador, está elaborando una estrategia para lograr que se incuben el mayor número de huevos. El MARN ha apoyado el funcionamiento de corrales de incubación en toda la costa de El Salvador, como en playa Bola de Monte, Barra de Santiago, El Flor, El Majahual, San Diego, Península San Juan del Gozo, Isla San Sebastián, El Cuco, El Icacal, El Tamarindo, entre otras (MARN, 2008).

En Honduras existen algunas experiencias comunitarias que hacen llevado a cabo esfuerzos en la conservación de las Tortugas Marinas en el Océano Pacífico, y en la región de la Moskitia de Honduras. En la zona del Golfo de Fonseca se han tenido buenos resultados, luego de 30 años de trabajos colectivos. Así mismo, el Comité de Protección de Tortugas Marinas de Punta Ratón, ha desarrollado esfuerzos para la conservación de la tortuga parlama (Cruz, Espinal y Meléndez, 1987).

En la Región del Caribe de Honduras, en la Reserva de Biosfera de Río Plátano, existe el proyecto de conservación comunitaria y colectiva desde 1994, que mediante la participación de la cultura Garífuna han logrado realizar acciones de

manejo y preservación de la tortuga baule, caguama, carey y verde (Cruz, Espinal y Meléndez, 1987)

En Nicaragua los esfuerzos de protección han sido dirigidos a la tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*) en las zonas de anidación del Pacífico. En el Caribe, la Wildlife Conservation Society (WCS) en coordinación con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) tienen un programa de investigación y conservación de las tortugas marinas, y han implementado alternativas económicas en comunidades costeras para disminuir la presión sobre la tortuga verde (*Chelonia mydas*) (MARENA, 2001).

Desde 1998 la WCS ha realizado estudios en las playas de los Cayos Perlas en el Caribe de Nicaragua y la playa El Cocal, áreas de importancia para la anidación de la tortuga carey. La Universidad Centroamericana (UCA) en conjunto con el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua (MARENA) han desarrollado investigaciones por más de 5 años sobre la tortuga parlama (MARENA, 2001).

3.9 Estudios previos sobre peces istiofóridos o picudos

En Guatemala

Los peces istiofóridos, a pesar de formar parte significativa de los recursos pesqueros y ser un valioso grupo de organismos utilizados como presas atractivas en pesca deportiva, no han sido objeto de estudio ni de esfuerzos científicos acerca de su biología y estado de conservación en Guatemala según la recopilación bibliográfica realizada.

En Centroamérica y México

La pesca de peces istiofóridos no es una actividad representativa en El Salvador y por consiguiente no hay información sobre su ecología ni registros estadísticos,

así como investigaciones sobre el tema. Pero al igual que otros países de la región, tiene potencial para desarrollar dichas actividades de pesca deportiva (FAO, 2005).

En el Pacífico mexicano Santana en el año 2001, estudio la estructura de las poblaciones de peces pelágicos, capturados en barcos palangreros durante los años 1983 a 1996. En 1998, Vidaurri, Macías y Santana estudiaron los juveniles de Pez Vela capturados en el Pacífico Mexicano. En el año 2001 Osuna-Flores, estudio los caracteres merísticos y morfométricos del pez vela en aguas cercanas a Mazatlán, Sinaloa.

En los últimos años, la Comisión del Atún Tropical (CIAT) que tiene jurisdicción para la gestión de esta especie, llevó a cabo una evaluación del stock de pez vela en el Pacífico en base a estudios genéticos, ya que se considera que esta especie tiene una sola población en el Océano Pacífico Oriental. Otro estudio sobre los movimientos del pez vela se llevó a cabo en aguas territoriales de México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y Colombia. Los límites entre países fueron utilizados como base para determinar los movimientos transfronterizos de esta especie (Prince *et al.*, 2006).

3.10 Estudios previos sobre peces batoideos o rayas

En Guatemala

Ixquiac y Franco en el año 2007 realizaron el estudio titulado “Abundancia y Distribución Espacial de Batoideos (Rayas) en el Pacífico de Guatemala”. Este estudio dio a conocer los aspectos relacionados con la ecología y biología de estos peces.

Recientemente se elaboró el “Plan de Acción Nacional para la Conservación y Ordenación de los Tiburones en Guatemala”, a cargo de La Unidad de Manejo de

la Pesca y Acuicultura (UNIPESCA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), con el apoyo técnico de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y a la Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano (OSPESCA) (Ixquiac, 2009)⁵.

En Centroamérica

En el 2007, el Grupo de Expertos en Tiburones de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN elaboró el Plan para la Cooperación Internacional sobre conservación de tiburones migratorios. Uno de los principales resultados fue que se determinó el estatus de conservación de las especies y se acordaron las opciones para la cooperación internacional con respecto al manejo y conservación de especies de tiburones y rayas migratorias (UICN, 2007).

⁵ Ixquiac, M. (2009). Elaboración del Plan de Acción Nacional de Tiburones (PAN) como instrumento del Plan de Acción Internacional de Tiburones (PAI), MAGA-UNIPESCA (Comunicación personal).

4. JUSTIFICACIÓN

Actualmente Guatemala es signataria del Convenio de Diversidad Biológica (CDB), el cual compromete al país a velar por el uso y manejo sostenible de los recursos naturales, así como a realizar las acciones necesarias para garantizar su conservación (CONAP, 2009; CONAP y MARN, 2009). Para el cumplimiento del convenio se estableció la Estrategia Nacional para la Conservación de la Biodiversidad (ENB), que promueve el llenado de vacíos de información y la búsqueda de zonas críticas. A través de este proceso, en el área del Pacífico de Guatemala fue identificado un portafolio de áreas marino costeras prioritarias para la conservación y manejo de la biodiversidad en Guatemala, por la Comisión de Análisis de Vacíos del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP).

Por otro lado para el área del Pacífico de Guatemala potencialmente se encuentran 69 especies de megafauna pelágica, se considera a 32 de ellas bajo amenaza y de las otras 37 especies no hay información para hacer evaluaciones al respecto (Bisby *et al.*, 2008; CONAP, 2009; UICN, 2010). Estas especies utilizan la zona pelágica del Pacífico de Guatemala como hábitat para forrajeo, reproducción y para las migraciones estacionales que realizan durante su ciclo de vida (Fischer *et al.*, 1995; Godoy y Aguilera, 2006; Ixquiac y Franco, 2007; Ruano y Franco, 2007; Dávila, Velásquez y Sigüenza, 2008). A pesar de su importancia existen escasos estudios sobre estas especies, por lo que es necesario contribuir a la documentación de su presencia, la evaluación de la abundancia, estimación de la diversidad y la caracterización de su distribución en la zona marina del Pacífico de Guatemala. Consecuentemente, la generación de datos de especies de megafauna pelágica entre ellos cetáceos, tortugas marinas, peces picudos y rayas permitirá contribuir con el llenado de vacíos de información y la toma de decisiones dentro de la ENB que permitan afinar el portafolio de áreas marino costeras identificadas como prioritarias para su conservación.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento de las especies de megafauna pelágica presentes en el Pacífico de Guatemala.

5.2 Objetivos específicos

5.2.1 Documentar la presencia y evaluar la abundancia de especies de megafauna pelágica.

5.2.2 Estimar la diversidad alfa de la megafauna pelágica en el área de estudio.

5.2.3 Caracterizar la distribución de las especies de megafauna pelágica en el área de estudio.

5.2.4 Crear una guía de las especies de megafauna pelágica del Pacífico de Guatemala.

6. HIPOTESIS

La diversidad, abundancia y distribución espacial de las especies de megafauna pelágica es diferente entre unidades de estudio.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Universo

7.1.1 Zona de estudio

El litoral Pacífico se enmarca dentro de la provincia biogeográfica Chiapas – Nicaragua, y consiste en una serie de barras arenosas paralelas a la costa, geológicamente recientes, detrás de los cuales se han formado estuarios y canales con boca-barras más o menos permanentes (IARNA y URL, 2003). La zona marino costera de Guatemala (Figura 2) está ubicada entre la línea de costa y el límite de la zona económica exclusiva (EEZ, por sus siglas en inglés) del país que termina a 200 millas náuticas (mn) de la costa, y en el Pacífico posee 83,000 km². El Mar Territorial, se extienden hasta 12 mn de la costa y tiene una extensión de 7,694 km² (IARNA y URL, 2003).

La plataforma continental en el Pacífico de Guatemala, comprende de la costa hasta los 200 m de profundidad, conteniendo al hábitat pelágico, nerítico, oceánico y los recursos demersales. Mide aproximadamente 14,700 km² con un ancho promedio de 60 km, los fondos se componen principalmente por lodos (arcilla y limo) y arena y son poco accidentados y más bien planos. Los fondos de barro se presentan en zonas profundas y cerca a las fronteras con México y El Salvador, y los parches de fondos duros (roca y coral) en la costa frente Champerico y Río Paz (IARNA y URL, 2003).

La zona del Pacífico presenta condiciones tropicales, con una temperatura media al nivel del mar de 27°C y la estación lluviosa se presenta entre los meses de mayo y noviembre (IARNA, 2006). Dos corrientes mayores influyen a las aguas frente a la costa Pacífica de Guatemala, la corriente de California que lleva dirección sur y la corriente Ecuatorial con dirección norte. Siendo el rango de mareas de aproximadamente 1.5 m, siendo de tipo micro-mareal (IARNA y URL, 2003).

7.2 Población y muestra

La población objeto de este estudio fueron las especies megafauna pelágica comprendiendo estas los cetáceos, tortugas marinas, peces picudos y rayas con distribución potencial para Zona Económica Exclusiva del Pacífico guatemalteco, listadas en los anexos 1, 2, 3 y 4.

7.3 Materiales y equipo

- ✓ Cámara digital DSCR-1 Sony 10.3 MP con Teleobjetivo SONY 1.7X, incluye adaptador
- ✓ Sistemas de Posicionamiento Global (GPSmap 76S GARMIN y GPS GARMIN Vista)
- ✓ Lancha para viajes de investigación de 25 pies de eslora con motor de 75 Hp y 35 pies de eslora con motor 150 Hp.
- ✓ Binoculares impermeables KONUS 10*42
- ✓ Boletas para la documentación de los datos.
- ✓ Equipo de cómputo portátil TOSHIBA, SATELLITE, impresora
- ✓ Materiales de oficina (una resma papel para impresora, libretas de campo, lápices, lapiceros, borradores, sacapuntas, tablas de toma de datos, folders manila, fastener, CD's, DVD's, USB, etc.)
- ✓ Chalecos salvavidas
- ✓ Guías de identificación de fauna pelágica (tortugas marinas, cetáceos, peces pico y rayas) y otra literatura especializada
- ✓ Mapas del área de estudio
- ✓ Software utilizado: Microsoft Office, Distance 6.0 Realese 2, EstimateSWIN 8.2, PAST, ArcMap 9.3, Adobe PhotoShop CS3, Adobe Illustrator CS3
- ✓ Internet y telefonía celular

7.4 Métodos

7.4.1 Sitios de muestreo

Para este estudio se seleccionaron como puntos de partida los puertos de Champerico, Retalhuleu, muelle coordenadas latitud 14.29086°N y longitud 91.91656°W y Las Lisas, Santa Rosa, Barra El Jiote coordenadas latitud 13.79645°N y longitud 90.24465°W (Figura 2).

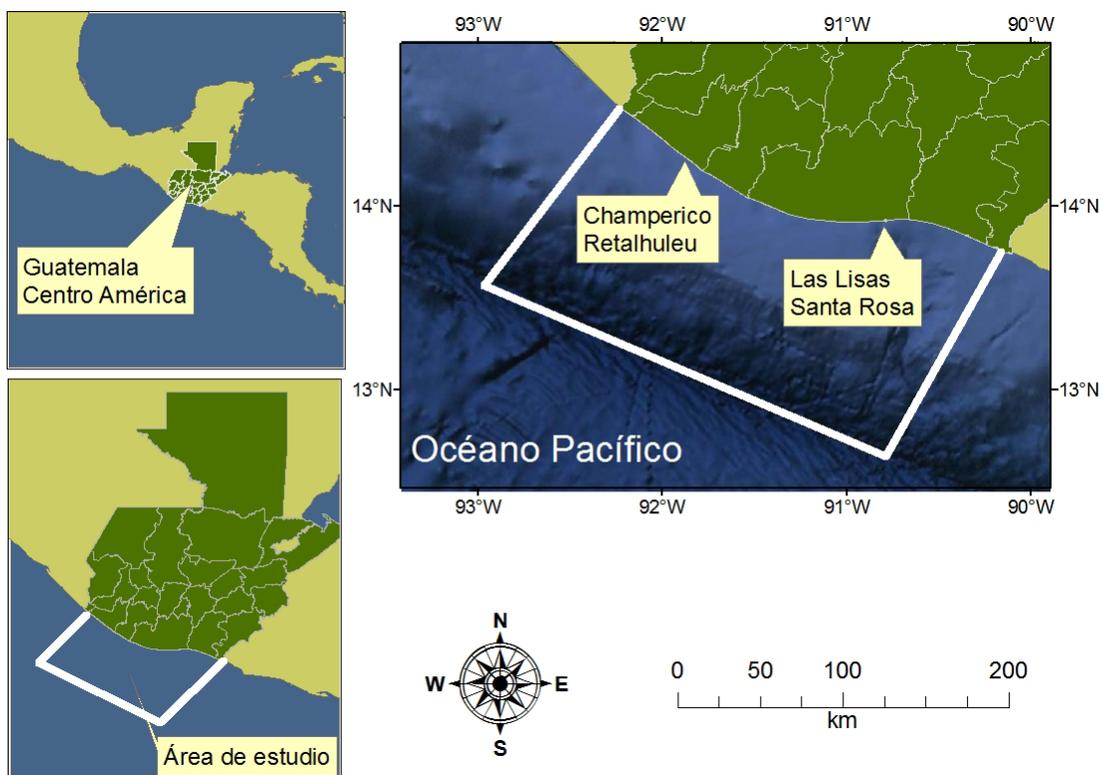


Figura 2 Ubicación de la zona de estudio y puertos de partida para las incursiones al mar.

7.4.2 Recopilación de datos

La recopilación de datos se realizó de abril de 2008 a diciembre de 2009. Se realizaron un total de diez incursiones al mar, cinco partiendo desde Las Lisas y cinco de Champerico (Figura 3).

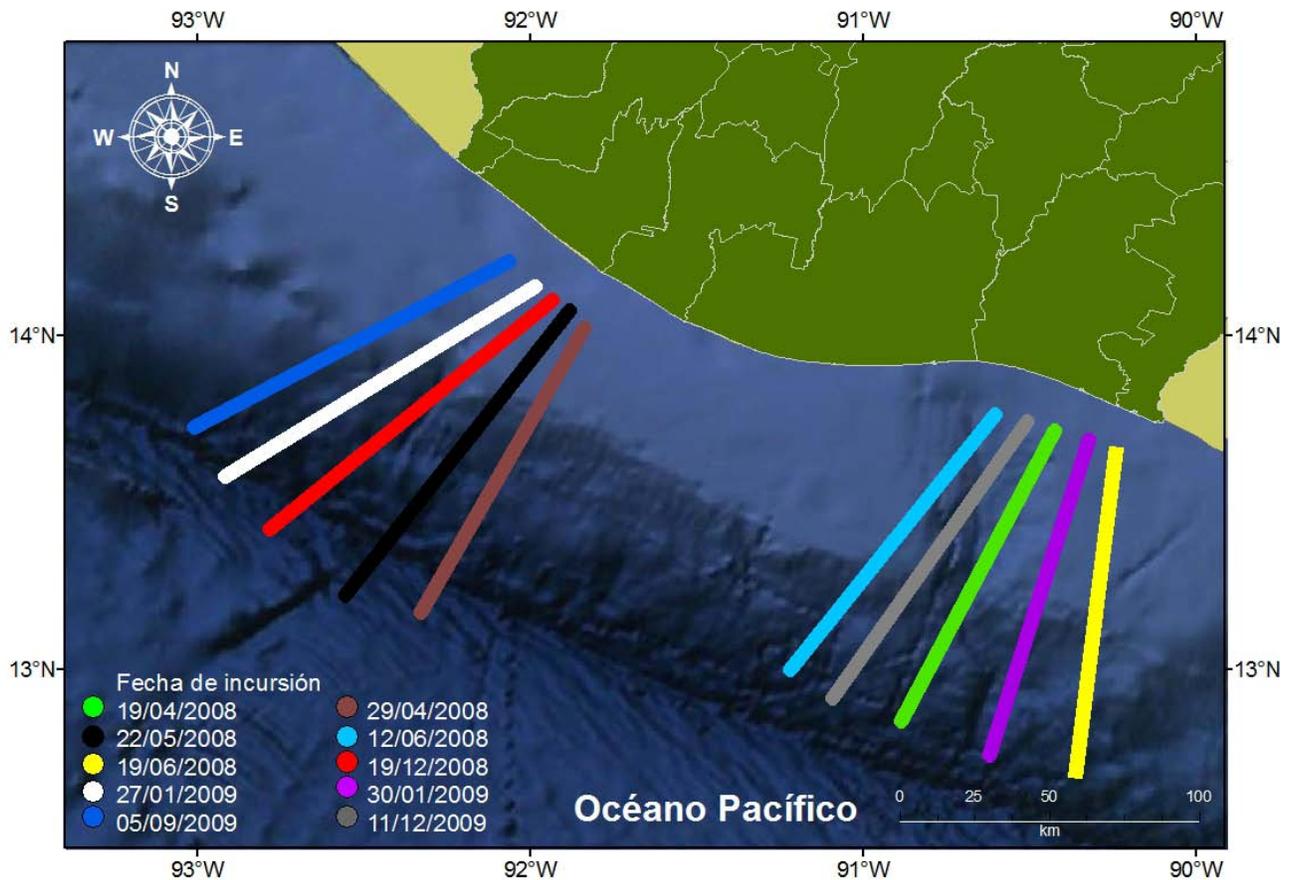


Figura 3 Ubicación de las unidades o transectos lineales muestreados.

El muestreo consistió en un total de 10 días navegados, y 514.68 mn (953.19 km) recorridos en 74 horas con 31 minutos de esfuerzo de navegación (Tabla 1). El promedio diario fue de 93.67 ± 2.58 km y $7:40 \pm 0.67$ horas. Las diferencias entre las distancias recorridas por incursión están relacionadas con las condiciones climáticas adversas e impredecibles que se presentaron durante los viajes.

Tabla 1 Esfuerzo de muestreo realizado.

Localidad	Fecha	Distancia recorrida (mn)/(km)	Distancia total recorrida (mn)/(km)	Tiempo total (Hrs)	Velocidad (km/h)
Champerico	29/04/2008	45.06/83.45		05:42	22
	22/05/2008	54.9/101.67		08:50	22
	19/12/2008	43.67/80.87	258.85/ 479.39	07:11	25
	27/01/2009	49.66/91.97		04:32	25
	05/09/2009	65.56/121.41		03:14	24
Las Lisas	19/04/2008	50.91/94.28		08:10	21
	12/06/2008	54.09/100.17		08:08	25
	19/06/2008	57.89/107.21	255.83/ 473.79	05:20	30
	30/01/2009	52.46/97.16		08:32	25
	11/12/2009	40.48/74.97		07:25	23.5
Distancia total			514.68/ 953.19		

Fuente: Datos de campo.

Para estimar la abundancia de megafauna pelágica en la zona comprendida entre las 5 a 65.56 millas náuticas (mn) a partir del límite de costa para cada área, se aplicó el método de transectos lineales (Buckland *et al.*, 2001). La dispersión de las unidades respondió a obtener la mayor cobertura posible en el área de estudio de cada localidad. Para ello el diseño del muestreo sistemático fue definido por una serie de líneas rectas, las líneas o transectos fueron perpendiculares a los contornos de profundidad y la distancia de la costa para tomarlas como variables aleatorias (Buckland *et al.*, 2001). Los recorridos fueron registrados mediante un sistema de posicionamiento global (GPS).

Los transectos tuvieron una longitud promedio de 93.67 km. La velocidad promedio de la lancha fue de 24.33 km/h pero variaba con la condición del mar y se buscaron cetáceos, tortugas marinas, peces picudos y rayas constantemente a simple vista y con binoculares de 40x20. La tripulación estuvo compuesta por seis personas: el capitán o motorista, un marinero observador ubicado en la proa de la embarcación encargado de detectar los avistamientos sobre el transecto y cuatro observadores más colocados en los laterales de la lancha para ubicar individuos a los lados del transecto, dos de estos últimos encargados de tomar datos en boletas predeterminadas, manejo del GPS y toma de fotografías (Heckel, 2006).

Para las incursiones al mar se utilizaron embarcaciones de 35 y 25 pies de eslora, con un motor fuera de borda de 150 Hp y 75 Hp respectivamente, ambas embarcaciones equipadas con motores auxiliares y GPS (Anexo 5).

Para cada avistamiento fueron registrados: hora, tamaño de grupo, fauna asociada (aves marinas, peces) y el comportamiento de las especies (Heckel, 2006) como alimentándose, desplazándose, presencia de crías, grupo mixto (individuos por especie), alimentándose junto con aves marinas, apareándose, flotando, saltando, etc.

La embarcación fue desviada del transecto para acercarse al grupo hasta permitir que los observadores pudieran identificar las especies y el tamaño estimado del grupo por consenso (Fulling, Mullin & Hubard, 2003). Los individuos fueron identificados hasta el nivel taxonómico más bajo posible, la capacidad de los observadores para hacer identificaciones dependía del clima y el comportamiento del animal.

Se registró del ángulo de observación y la distancia del individuo avistado al observador, para estimar la distancia perpendicular entre el transecto y el individuo o los individuos avistados. Estas variables fueron estimadas según el método utilizado por Heckel (2006), que consiste en que una vez fue avistado un grupo de

individuos o individuo, la distancia a este se midió entre el punto de desvío del transecto y el punto del avistamiento, ambas ubicaciones registradas con GPS.

Se midió el ángulo de salida del transecto con el GPS, ya que éste indica la dirección de navegación en grados verdaderos. Al desviarse de la ruta del transecto, se registró la nueva dirección de navegación. Para estimar el ángulo de salida del transecto se hizo una resta angular (dirección de navegación del transecto menos dirección de navegación hacia el avistamiento) (Figura 4). Con estos datos se calculó la distancia perpendicular del avistamiento hacia el transecto, ya que ésta es la variable fundamental en el método de transecto lineal según Buckland y colaboradores (2001).

Al finalizar la documentación durante cada avistamiento, se retornó al punto de inicio del mismo, en el punto de la línea de donde se partió y se continuó por la misma trayectoria del transecto. De esta manera se mantuvo la rectitud del transecto para un muestreo sistemático (Heckel, 2006).

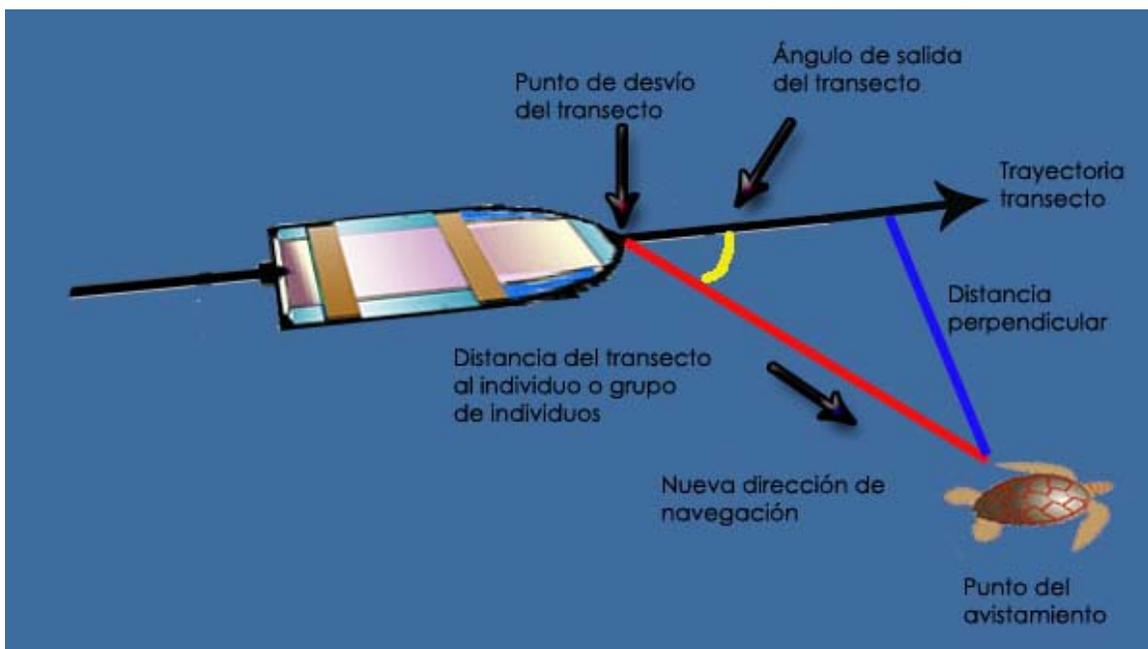


Figura 4 Medición de la distancia perpendicular.

Se generó un registro fotográfico, con el fin de la identificación de las especies y estimar el tamaño del grupo, con una cámara digital DSCR-1 Sony 10.3 MP con Teleobjetivo SONY 1.7X y una cámara a 400 CANON PC1080 5.9X.

Los datos se complementaron con la escala Beaufort o escala de velocidad del viento que generalmente determina el estado del mar (Anexo 6) (Capella *et al.*, 1999; OBIMAR, 1998). Los registros fueron recopilados en boletas de datos previamente elaboradas (Anexo 7).

7.3.3 Análisis de resultados

Los datos recabados sobre avistamientos de las especies fueron almacenados en bases de datos del programa Microsoft Office Excel 2003 previamente establecidas. Las tendencias encontradas se presentan en tablas e ilustraciones que permiten visualizar el comportamiento de los datos.

a. La estimación de la abundancia se calculó por separado para cada área y para el área total de estudio. Se representa el índice de abundancia relativa para cada especie mediante la estimación de la tasa de encuentro (número individuos/10 km) (Buckland *et al.*, 2001), se realizó un análisis de varianza no paramétrico Kruskal-Wallis para determinar si existe una diferencia significativa entre la abundancia relativa específica de megafauna pelágica de las dos localidades de muestreo. Para las especies con suficientes avistamientos ($n \geq 30$) (Cullen, Pudran y Valladares-Padua, 2006) se calculó la densidad poblacional o abundancia utilizando el programa de software Distance 6.0 Release 2 (Thomas *et al.*, 2009).

El programa de software Distance 6.0 Release 2 está entre las herramientas más utilizadas para estimar la densidad de las poblaciones de especies marinas (Eckert *et al.*, 2000; Cullen, Pudran y Valladares-Padua, 2006; Thomas *et al.*,

2009). En cada transecto se registran todos los individuos de interés que fueron vistos en posición perpendicular al transecto lineal. Para cada animal visto a lo largo de la línea, se toman las siguientes 3 mediciones: distancia del transecto lineal a la posición del animal (r_i), ángulo de observación (θ) y distancia perpendicular (x_i), la cual es calculada mediante la ecuación (Krebs, 1999): $x = r \sin \theta$

La estimación de la densidad poblacional utilizando el programa de software Distance 6.0 Release 2, específicamente se aplicó a las especies de tortuga parlama (*Lepidochelys olivacea*), delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y pez vela (*Istiophurus platypterus*) (Tabla 6) este programa permitió evaluar los datos observados simulando el proceso de detección, proceso mediante el cual los animales son detectados desde el transecto lineal, ya que la frecuencia de avistamientos decae con el incremento de la distancia a la línea o transecto (Pedraza *et al.*, 1996).

Distance 6.0 Release 2 permite la simulación de este proceso, ajustando diversos modelos a los datos observados, encontrando así una función que represente del mejor modo posible como decae la cantidad de avistamientos a medida que la distancia perpendicular al transecto aumenta. Estas funciones de detección, se denominan funciones claves, a las que se puede adicionar otra función conocida como la serie de expansión. Lo que se busca con estas funciones es contar finalmente con una estimación del número de animales sobre la línea, estimación que luego se extrapola al área de muestreo (Cullen, Pudran y Valladares-Padua, 2006).

El programa permite elegir finalmente el modelo óptimo basándose en considerar al modelo con menor Criterio de Información de Akaike (AIC) (Buckland *et al.*, 2001). En este caso se evaluó cada uno de los modelos derivados de agrupaciones de función clave, serie de expansión y datos truncados,

comparándolos en base al Criterio de Información de Akaike (Pedraza *et al.*, 1996). Para cada especie se probaron los siguientes modelos (y series de expansión): uniforme (cosine y polynomial), half-normal (hermite) y modelo hazard-rate (cosine). Los datos se truncaron a 0.2, 0.3 y 0.5 km para cada modelo anterior.

Según el valor de AIC (punteo bajo) el modelo hazard- rate (cosine) con los datos truncados a 0.3 km fue el que mejor se adaptó a los datos para el pez vela (*I. platypterus*), el modelo hazard- rate (cosine) y los datos truncados a 0.5 km para el delfín nariz de botella (*T. truncatus*) y el modelo hazard- rate (cosine) con los datos truncados a 0.3 km para la tortuga parlama (*L. olivacea*).

b. La diversidad alfa fue estimada mediante el índice de Jack Nife de segundo orden e índice Bootstrap por medio del programa EstimateSWin 8.20, lo cual permitió evaluar la riqueza de especies por grupo con determinado esfuerzo (Colwell, 2006). El comportamiento de las variables puede explorarse como una de las distribuciones teóricas mejor estudiada y más utilizada en la práctica conocida como distribución normal o Gaussiana. Su importancia se debe a la frecuencia con la que distintas variables asociadas a fenómenos naturales y habituales siguen esta distribución (Krebs, 1999).

La distribución de una variable normal está completamente determinada por dos parámetros, su media y su desviación estándar, denotadas generalmente por μ y σ . La función que define la curva normal es:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-1/2 \frac{(x-\mu)^2}{\sigma^2}}$$

En esta expresión e y π son constantes, x es el valor que asume la variable por consiguiente los parámetros que definen esa función son: μ y σ , la media y la desviación estándar poblacional. Para representar la riqueza se graficó una curva

de acumulación de especies que evalúa cómo el inventario se aproximó a capturar todas las especies con el esfuerzo de muestreo realizado.

c. Para representar la distribución espacial de las especies de megafauna pelágica, se elaboraron mapas de los avistamientos realizados para cada grupo utilizando los datos de georeferenciación, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se aplicó la prueba estadística de varianza no paramétrica Kruskal-Wallis para evaluar si existían diferencias significativas entre las tendencias encontradas en los avistamientos tanto para las distancias interoceánicas en millas náuticas como para la batimetría o profundidad en metros a las que las especies de megafauna fueron avistadas.

d. Con las imágenes generadas de cada especie, se elaboró la Guía digital de identificación de las principales especies de megafauna pelágica del Pacífico de Guatemala, que contiene la información general para la identificación de las especies más importantes y que podrá ser utilizada como guía de identificación por diversos usuarios. Este fue elaborado con el programa de diseño Adobe Photoshop CS3 y Adobe Illustrator CS3.

8. RESULTADOS

Se realizaron 10 incursiones al mar, partiendo desde los puertos de Las Lisas y Champerico durante abril de 2007 a diciembre de 2009. Se registraron 510 avistamientos, 5164 individuos y 17 especies, en su mayoría delfines que se conducían en manadas, las ballenas se observaron en menor proporción. De las tortugas parlama (*L. olivacea*), la mayoría de individuos solitarios y en pocas ocasiones varios individuos juntos. De los peces picudos y las rayas se observaron individuos solitarios en la mayoría de ocasiones mientras realizaban saltos consecutivos fuera del agua. De las localidades estudiadas se presentan valores de avistamientos, individuos y especies avistadas por grupo, el número de individuos y avistamientos variaron entre las dos áreas muestreadas (Tabla 2, Tabla 3).

Tabla 2 Avistamientos, individuos avistados y especies registradas por grupo.

Grupo	Avistamientos	Individuos	Especies
Cetáceos	58	4683	7
Tortugas marinas	407	433	4
Peces picudos	35	37	3
Rayas	7	7	2
Tiburones	3	3	1
Total	510	5164	17

Fuente: Datos de campo.

El número de individuos, avistamientos y especies vario entre las dos áreas muestreadas, como se presenta en la tabla 3.

Tabla 3 Avistamientos e individuos registrados por localidad.

Grupo taxonómico	Localidad				Total Especies
	Champerico		Las Lisas		
	avistamientos	individuos	avistamientos	individuos	
Cetáceos	33	3388	25	1295	7
Tortugas marinas	235	239	172	194	4
Peces picudos	6	7	29	30	3
Rayas	2	2	5	5	2
Tiburones	2	2	1	1	1
Total	278	3638	232	1525	17

Fuente: Datos de campo.

Los cetáceos presentaron la mayor cantidad de individuos avistados (4683) aunque no fue así para los avistamientos (58). Dentro de los odontocetos de la familia Delphinidae en orden descendente del número de individuos se encuentran los delfines tornillo (*Stenella longirostris*) (2600 individuos) con un 50.36% del total de los individuos observados. Los delfines manchados (*Stenella attenuata*) fueron otra especie muy frecuente (1246 individuos) que formaba manadas numerosas (5-500 individuos) representó el 24.13 % del total de individuos observados. Los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) presentaron alto valor de observaciones (403 individuos), esta es una especie que está ampliamente distribuida en los mares a nivel global (Merlen, 1995), encontrándose tanto en grupos numerosos como más reducidos (5–100 individuos) representando el 7.81% del total de individuos observados. Las falsas orcas (*Pseudorca crassidens*) están dentro de las especies que presentaron el menor valor de observaciones (218 individuos), encontrándose grupos desde 3 a 200 individuos, representaron el 4.22% del total de individuos observados. De delfines comunes (*Delphinus delphis*) se registró un único grupo de 200 individuos, 3.87% del total de individuos observados. Sobre los misticetos, las ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) de la familia Balaenopteridae fueron observadas generalmente solitarias, así como un grupo de dos adultos y un ballenato, representaron el

0.10% del total de individuos observados. Se registró un grupo de 11 ballenas tropicales (*Balaenoptera edeni*) de la familia Balaenopteridae, dentro del grupo se observó la presencia de un ballenato, este grupo representó el 0.21% del total de individuos observados (Tabla 4). Así mismo, como un registro aislado se obtuvo información de una ballena varada en la playa de Champerico, Retalhuleu el 29 de diciembre de 2008, se identificó como una ballena tropical (*Balaenoptera edeni*) (Anexo 8), el varamiento fue detectado por pescadores artesanales de la zona y fue atendido por miembros del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) y la municipalidad de ese municipio.

Las tortugas marinas presentaron el segundo valor más alto de individuos (433) y el mayor valor de avistamientos (407), la mayoría de detecciones fueron cuando los individuos flotaban en la superficie del mar. De las tortugas parlama (*Lepidochelys olivaceae*), se obtuvo la mayor cantidad de individuos observados (430) de las especies registradas, representando el 8.33% de las observaciones. Las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*), prieta (*Chelonia mydas agassizii*) y cabezona (*Caretta caretta*) fueron observadas en una sola ocasión y se observó a un solo individuo, representando cada una de estas especies el 0.02% del total de individuos observados (Tabla 4).

Los peces picudos de la familia Istiophoridae, presentaron valores similares tanto para los individuos (37) como para los avistamientos (35). Los peces vela (*Istiophorus platypterus*) representaron el 0.64% del total de individuos observados, los peces aguja azul del Indo-Pacífico (*Makaira mazara*), presentaron el 0.08% igual que los marlin Istiophoridae sp1 (Tabla 4).

Las rayas fueron el grupo menos documentado tanto para individuos (7) como avistamientos (7). De las rayas de la familia Rajidae se obtuvieron 6 registros de individuos solitarios, representando un bajo porcentaje (0.12%) del total de individuos observados y un registro de la familia Mobulidae, representando al

0.02% del total de individuos observados. Además se registraron 3 tiburones zorro (*Alopias pelagicus*) familia Alopiidae, representando el 0.06% del total de individuos observados (Tabla 4).

Tabla 4 Especies registradas de abril de 2008 a diciembre de 2009.

Familia	Especie	Nombre común	Número	
			Individuos	Avistamientos
Alopiidae	<i>Alopias pelagicus</i>	Tiburón zorro	3	3
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena tropical	11	2
	<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	5	3
Cheloniidae	<i>Caretta caretta</i>	Cabezona	1	1
	<i>Chelonia mydas agassizii</i>	Tortuga prieta	1	1
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	1	1
	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Parlama	430	404
Delphinidae	<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	200	1
	<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	218	4
	<i>Stenella attenuata</i>	Estenela moteada	1246	9
	<i>Stenella longirostris</i>	Estenela giratoria	2600	3
	<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	403	36
Istiophoridae	<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez vela	33	31
	<i>Makaira mazara</i>	Marlin azul	2	2
	<i>Istiophoridae sp1</i>	Marlin	2	2
Mobulidae	<i>Mobulidae sp1</i>	Raya	1	1
Rajidae	<i>Rajidae sp1</i>	Raya	6	6

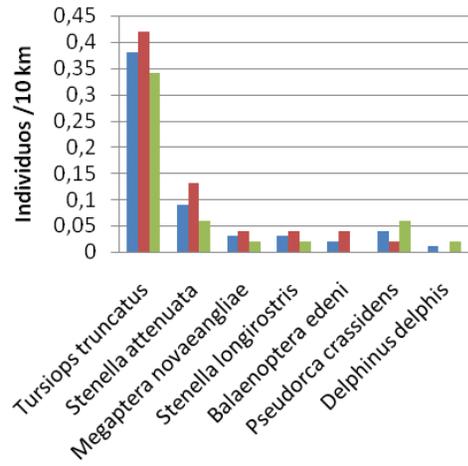
Fuente: Datos de campo.

Se estimaron los índices de la abundancia relativa mediante el cálculo de la tasa de encuentro (número de organismos por kilómetro recorrido) (Buckland *et al.*, 2001), (Tabla 5. Figura 5). Los tamaños de muestra suficiente para estimar la abundancia sólo estuvieron disponibles para las tortugas parlama, los delfines nariz de botella y los peces vela. Por lo tanto, las estimaciones de densidad se calcularon únicamente para estas especies (Tabla 6).

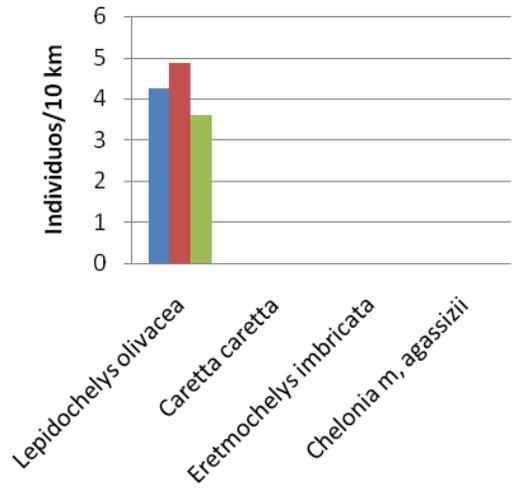
Tabla 5 Índice de abundancia relativa representada mediante la tasa de encuentro (número de individuos/10km) en base a transectos lineales.

Especie	Nombre común	TE total	TE CHA	TE LLI	Estado del mar
<i>Lepidochelys olivacea</i>	Tortuga parlama	4.24	4.86	3.61	0-2
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	0.38	0.42	0.34	0-1
<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez vela	0.33	0.13	0.53	2-3
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado	0.09	0.13	0.06	0-1
<i>Rajidae sp1</i>	Raya	0.05	0.04	0.08	2-3
<i>Pseudorca crassidens</i>	Falsa orca	0.04	0.02	0.06	2-3
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena jorobada	0.03	0.04	0.02	2-3
<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo	0.03	0.04	0.02	0-1
<i>Alopias pelagicus</i>	Tiburón zorro	0.02	0.04	0.02	2-3
<i>Balaenoptera edeni</i>	Ballena tropical	0.02	0.04	0.00	2-3
<i>Makaira mazara</i>	Marlin azul	0.02	0.00	0.04	2-3
<i>Caretta caretta</i>	Cabezona	0.01	0.02	0.00	3-4
<i>Eretmochelys imbricata</i>	Tortuga carey	0.01	0.02	0.00	3-4
<i>Istiophoridae sp1</i>	Marlin	0.01	0.00	0.02	3-4
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	0.01	0.00	0.02	2-3
<i>Mobulidae sp2</i>	Raya	0.01	0.00	0.02	2-3
<i>Chelonia m. agassizii</i>	Tortuga prieta	0.01	0.00	0.02	3-4

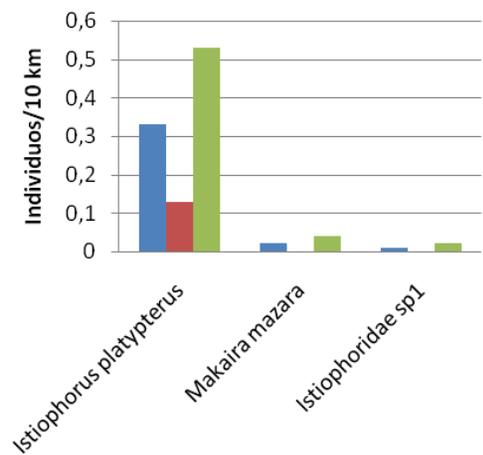
Fuente: Datos de campo. Orden descendente de TE. CHA=Champerico, LLI=Las Lisas.* Escala Beaufort.



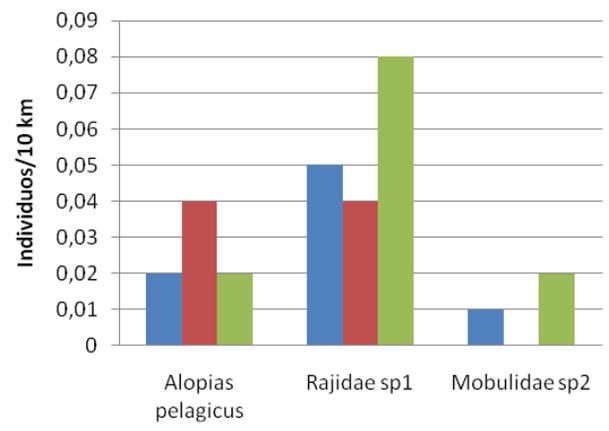
Cetáceos



Tortugas marinas



Peces picudos



Rayas y tiburones

Figura 5 Abundancia relativa o índice de tasa de encuentro (TE=individuos/10km).

TE Total ■ TE Champerico ■ TE Las Lisas ■

Se estimó la densidad poblacional o abundancia para las especies que presentaron suficientes observaciones ($n \geq 30$) (Cullen, Pudran y Valladares-Padua, 2006), como las tortugas parlama (*Lepidochelys olivácea*), los delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y peces vela (*Istiophurus platypterus*), mediante el método de transectos lineales y utilizando el programa Distance 6.0 Realese 2 para estimar los parámetros (Tabla 6).

Se llevaron a cabo análisis exploratorios para verificar los mejores modelos para estimar la probabilidad de detección, estos análisis incluyen diversos modelos de ajuste de los datos derivados de agrupaciones de función clave, serie de expansión y datos truncados, comparándolos en base al Criterio de Información de Akaike (Pedraza *et al.*, 1996). Para cada especie se probaron los siguientes modelos (y series de expansión): uniforme (cosine y polynomial), half-normal (hermite) y modelo hazard-rate (cosine). Los datos se truncaron a 0.2, 0.3 y 0.5 km de distancia perpendicular del transecto y fueron utilizados en el análisis para cada modelo.

Con el apoyo de los resultados basándose en el Criterio de Información de Akaike (AIC) (valor con punteo bajo) el modelo hazard- rate (serie de expansión: cosine) con los datos truncados a 0.3 km fue el que mejor se adaptó a los datos de peces vela (*I. platypterus*), el modelo hazard- rate (serie de expansión: cosine) y los datos truncados a 0.5 km para delfines nariz de botella (*T. truncatus*) y el modelo hazard- rate (serie de expansión: cosine) con los datos truncados a 0.3 km para las tortugas parlama (*L. olivacea*).

Tabla 6 Densidad y estimaciones de abundancia de megafauna pelágica.

Estimaciones de abundancia de megafauna pelágica que presentaron suficientes avistamientos ($n \geq 30$) en los transectos lineales dentro de las 5 a 65 mn durante abril de 2008 a diciembre de 2009 en el Pacífico de Guatemala. D = número de individuos/km², n = número de observaciones, L = esfuerzo muestral, $10 \cdot n/L$ = tasa de encuentro por 10 km, CV = coeficiente de variación en porcentaje, LCI = límite de confianza inferior (95%), LCS = límite de confianza superior (95%).

Especie	Parámetro	Estimación	% CV	LCI	LCS
Tortuga parlama (<i>Lepidochelys olivacea</i>)	N	404			
	L	953,16			
	$10 \cdot n/L$	4,24	11,35	0,33	0,55
	D	18,29	12,65	13,96	23,98
Delfín nariz de botella (<i>Tursiops truncatus</i>)	N	36			
	L	953,16			
	$10 \cdot n/L$	0,38	21,73	0,02	0,06
	D	5,72	44,21	2,46	13,35
Pez vela (<i>Istiophurus platypterus</i>)	N	31			
	L	953,16			
	$10 \cdot n/L$	0,33	28,75	0,02	0,06
	D	0,52	49,45	0,20	1,34

Se presenta la estimativa de la diversidad alfa para cada grupo utilizando los índices de riqueza Jackknife Orden 2 y Bootstrap (Colwell, 2006), y para evaluar el inventario obtenido respecto al esfuerzo realizado se presentan las curva de acumulación de especies por grupo (cetáceos: Tabla 7, Figura 6, tortugas marinas: Tabla 8, Figura 7, peces picudos: Tabla 9, Figura 8, rayas: Tabla 10, Figura 9).

Tabla 7 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para cetáceos.

	Estimador de Riqueza		
	Especies observadas	Media Jacknife Orden 2	Media Bootstrap
	7	10.4	7.76
% especies observadas según Estimador		67.31%	90.20%

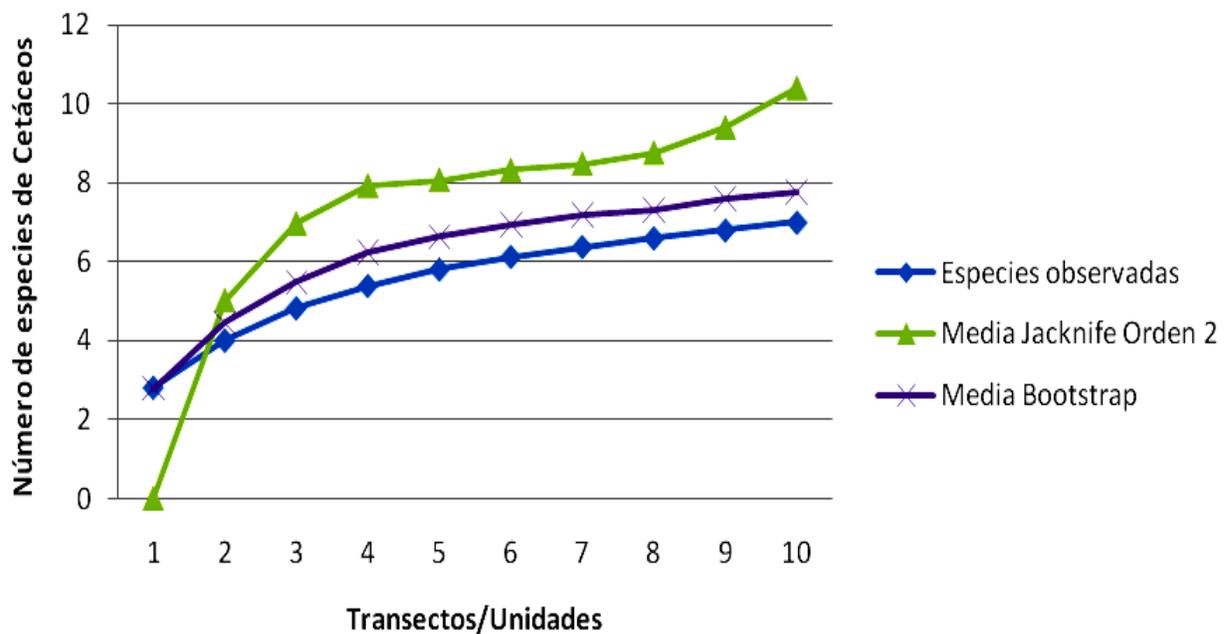


Figura 6 Curva de acumulación de especies de cetáceos.

Tabla 8 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para tortugas marinas.

	Estimador de Riqueza		
	Especies observadas	Media Jackknife Orden 2	Media Bootstrap
	4	9.1	5.05
% especies observadas según Estimador		43.95%	79.21%

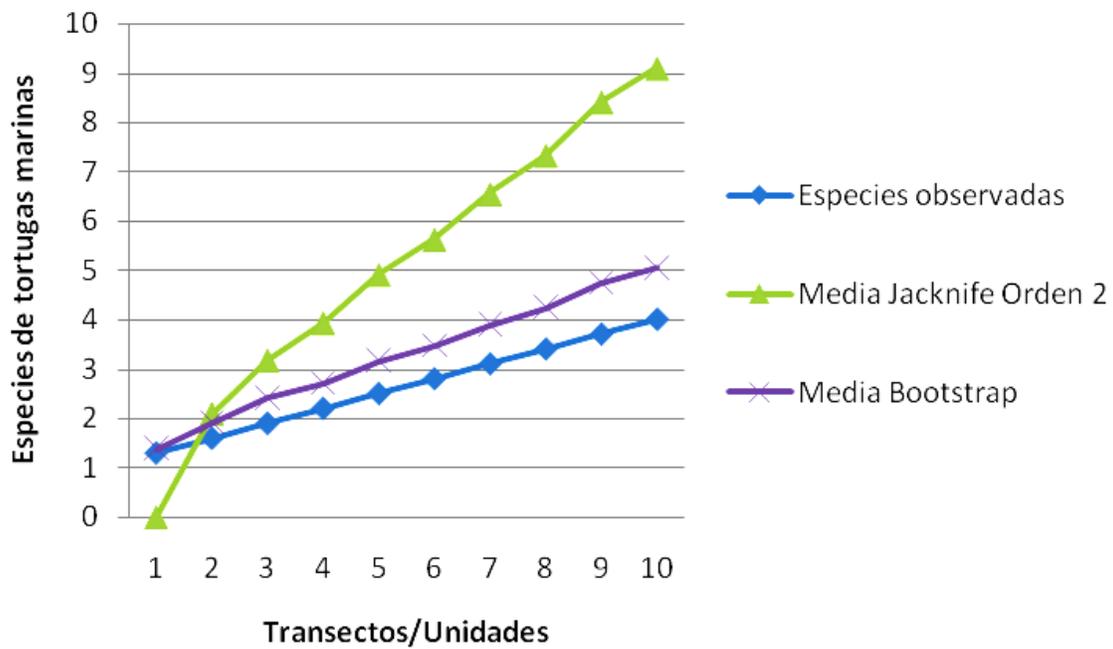


Figura 7 Curva de acumulación de especies de tortugas marinas.

Tabla 9 Esfuerzo calculado con base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para peces picudos.

Especies observadas	Estimador de Riqueza	
	Media Jacknife Orden 2	Media Bootstrap
2	1.29	2.11
%especies observadas según Estimador	100%	94.78%

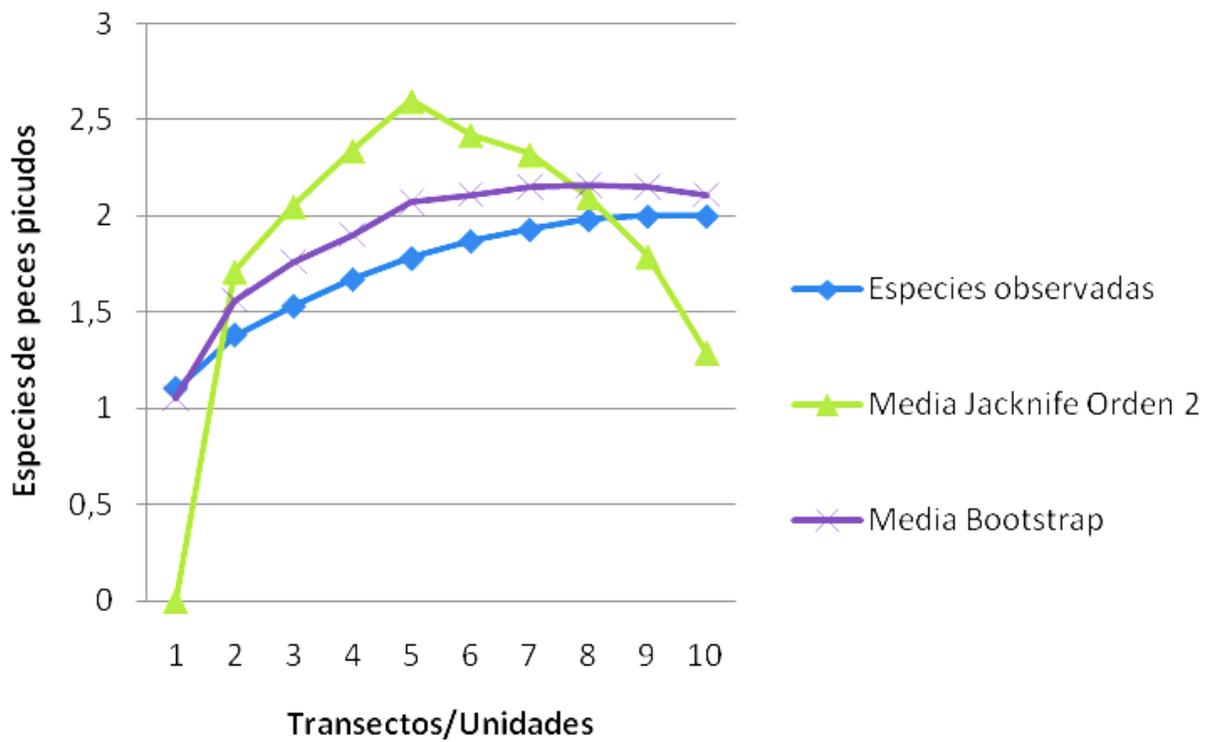


Figura 8 Curva de acumulación de especies de peces picudos.

Tabla 10 Esfuerzo calculado en base a estimadores de riqueza (diversidad alfa) para rayas.

Especies observadas	Estimador de Riqueza	
	Media Jackknife Orden 2	Media Bootstrap
2	3.7	2.35
% especies observadas según Estimador	54.05%	85.10%

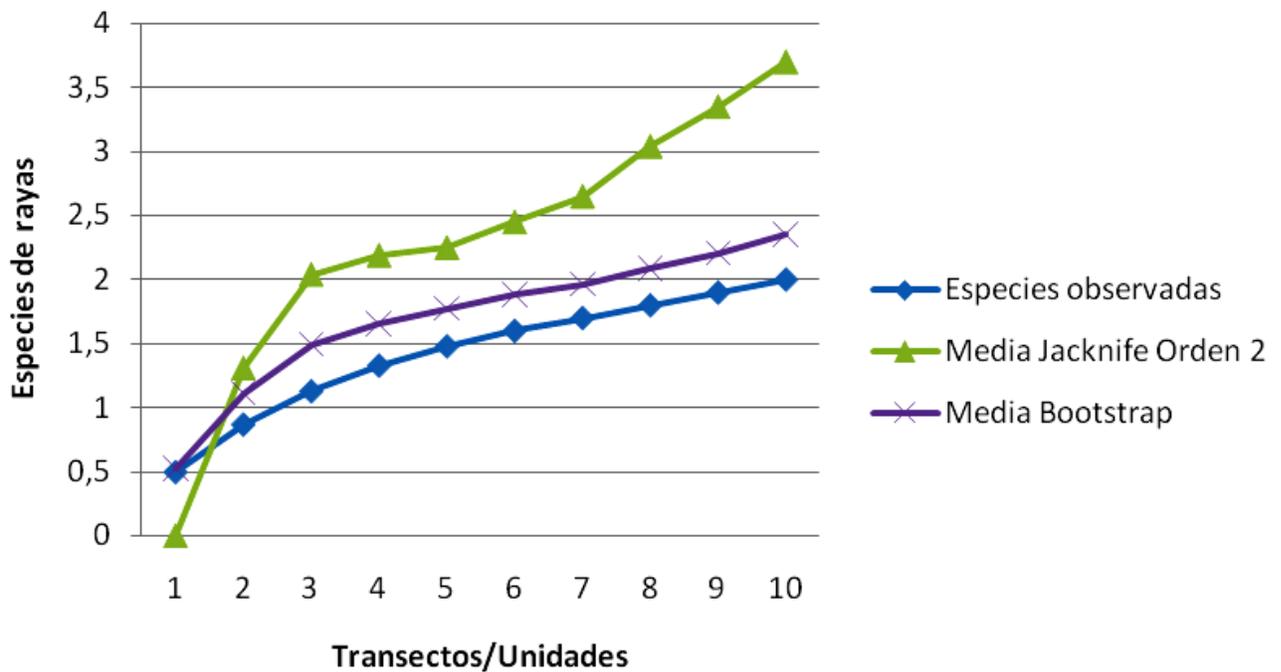


Figura 9 Curva de acumulación de especies de rayas.

Para obtener la distribución espacial de los organismos se utilizaron los datos de la georeferenciación en base a los transecto lineales en las áreas de muestreo, los registros se mapearon en mapas para conocer las zonas dentro del área de estudio que tiene mayor presencia de organismos (cetáceos: Figura 10, tortugas marinas: Figura 11, peces picudos: Figura 12, rayas: Figura 13).

Así mismo, como un aporte al conocimiento de las especies estudiadas se elaboró una “Guía de las principales especies de megafauna pelágica del Pacífico de Guatemala” que podrá ser utilizada por una gama de usuarios para la identificación en campo y la educación ambiental dirigida a la conservación de dichas especies (Anexo 9).

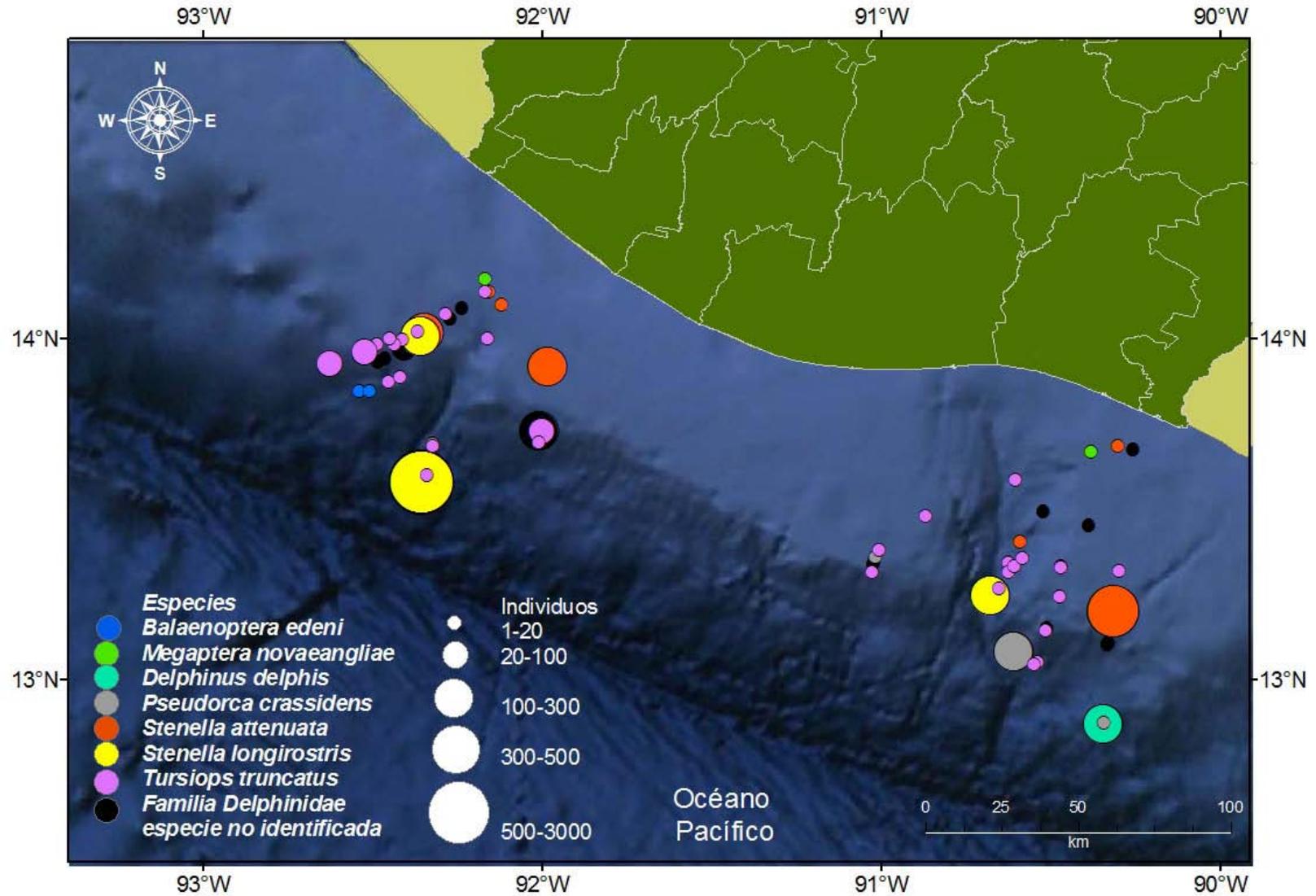


Figura 10 Distribución espacial de cetáceos en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.

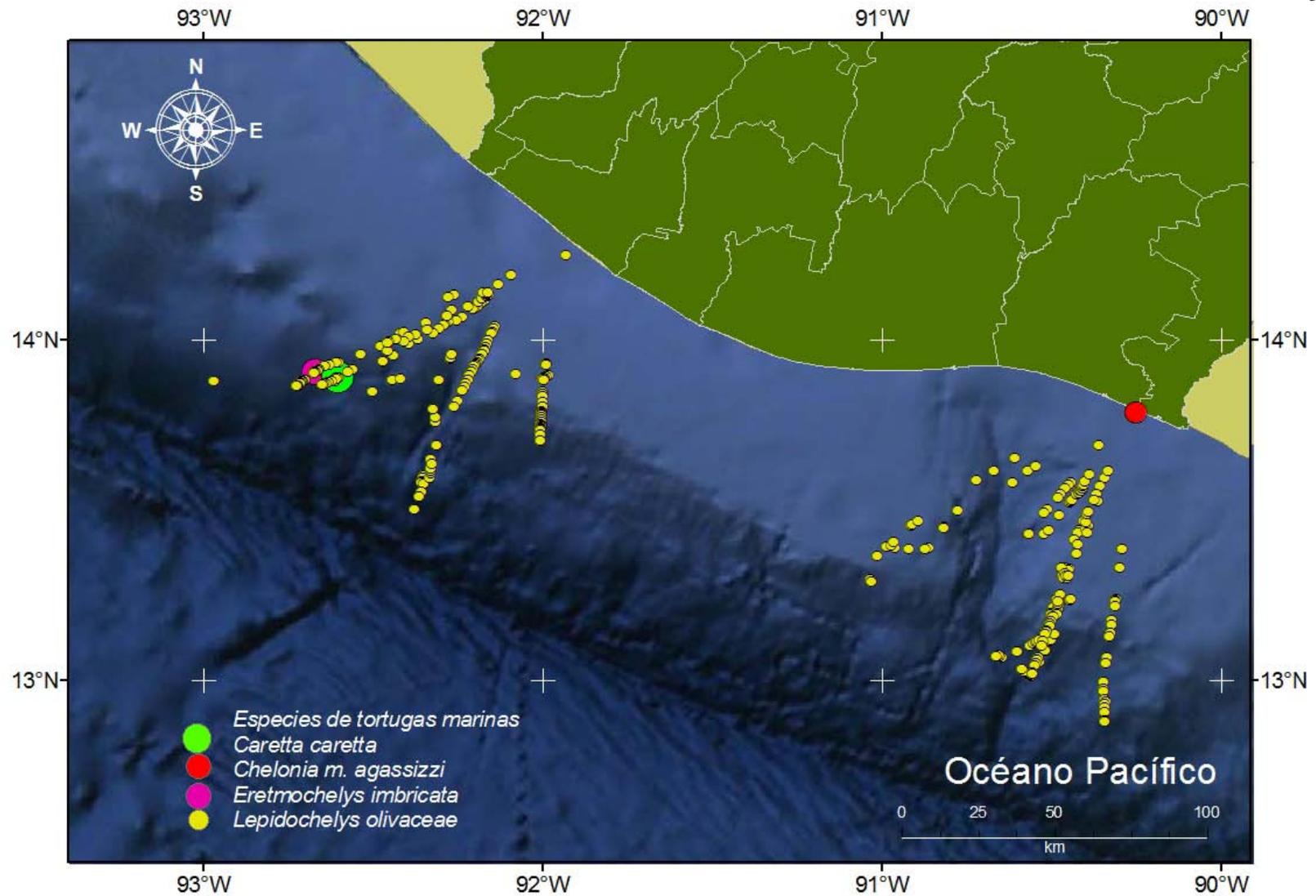


Figura 11 Distribución espacial de tortugas marinas en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.

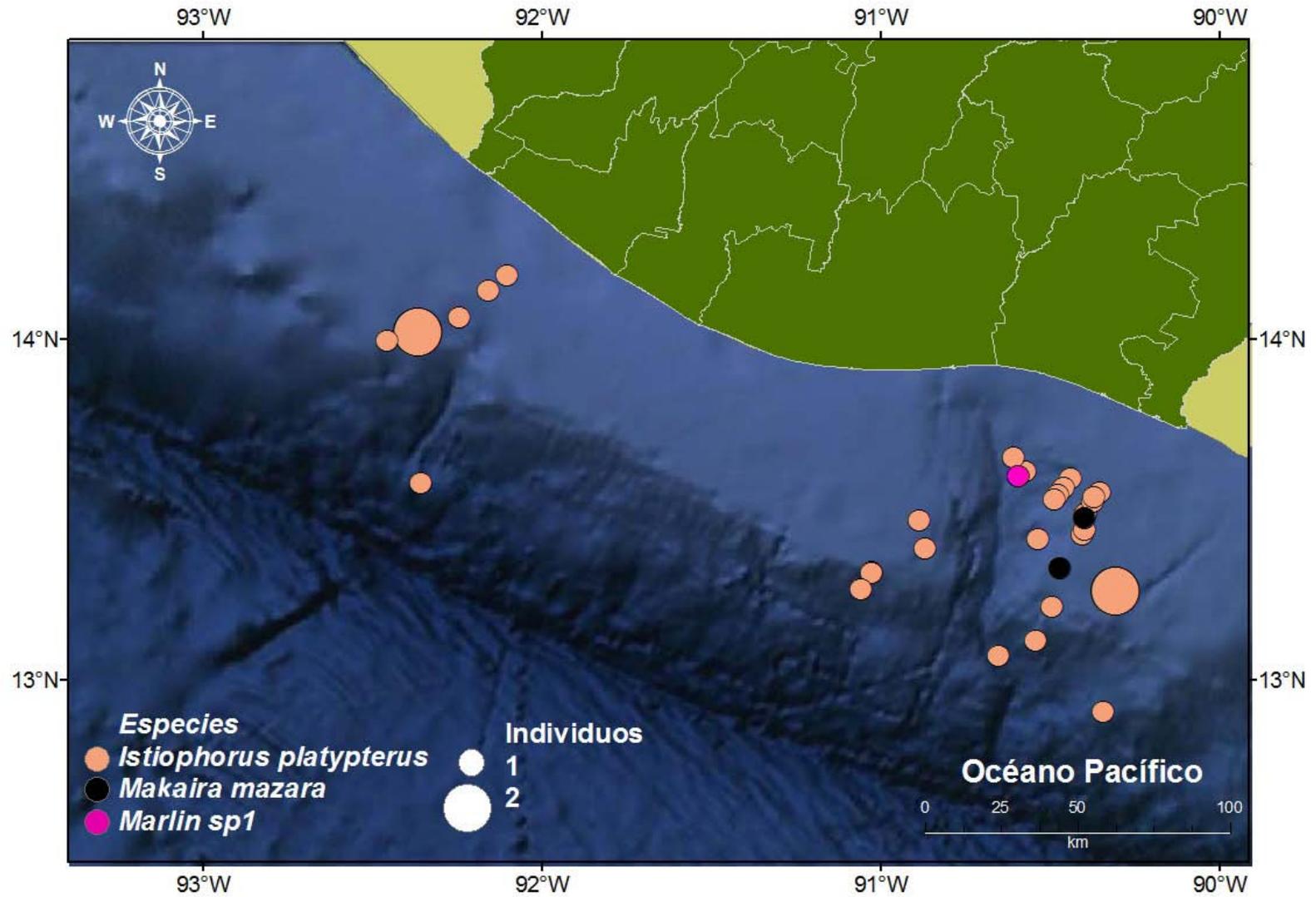


Figura 12 Distribución espacial de peces picudos en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.

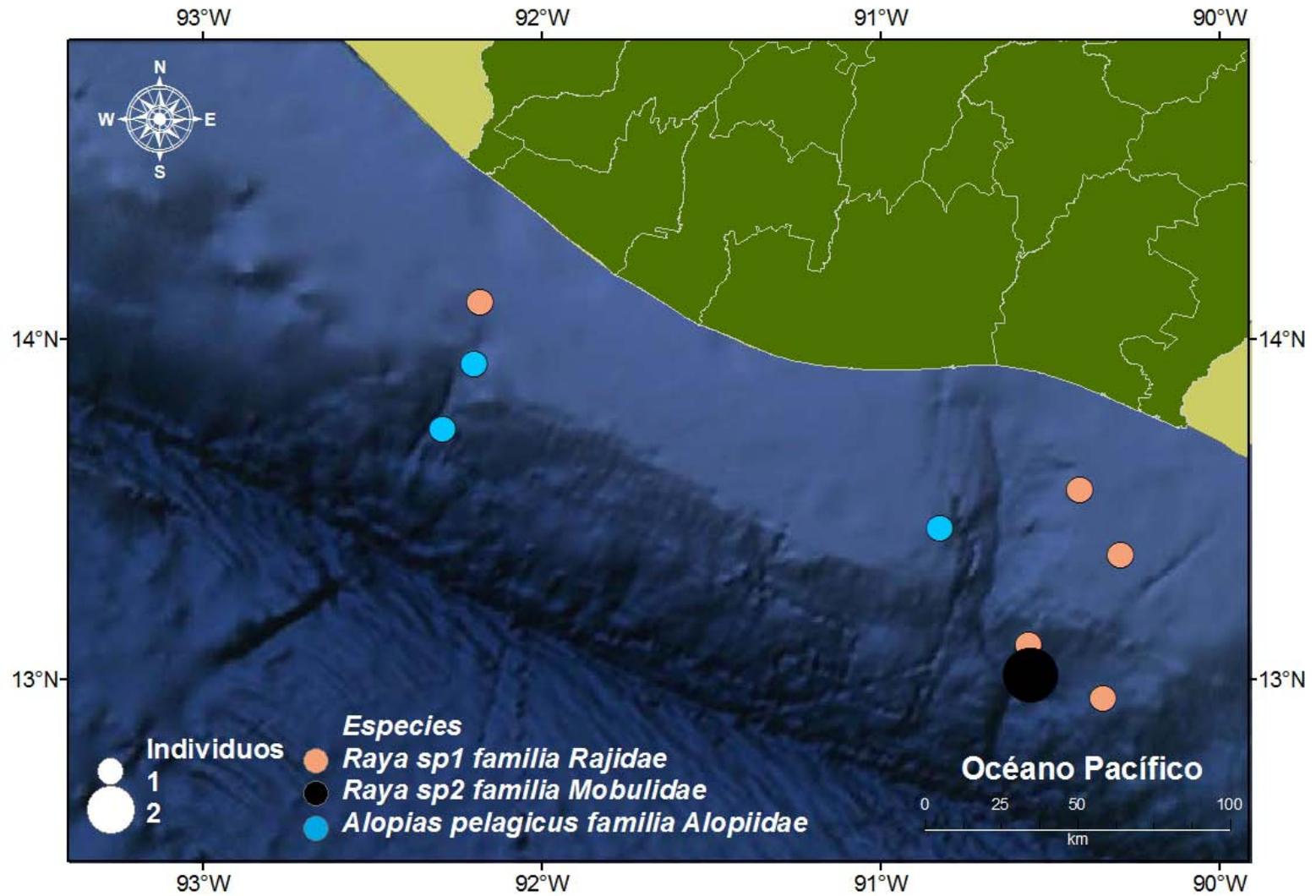


Figura 13 Distribución espacial de rayas y tiburones en el área de estudio. Se indica el número de individuos de acuerdo al tamaño del círculo.

Tendencias de la distribución espacial de las especies con respecto a la distancia de la costa por grupo (Figura 14, a-d). Las líneas inferiores y superiores indican las menores y mayores distancias de observación de las especies respectivamente. Los extremos inferior y superior de las cajas indican las distancias entre las cuales se concentran los avistamientos por especie, mientras que la división central indica la mediana de dichas distancias

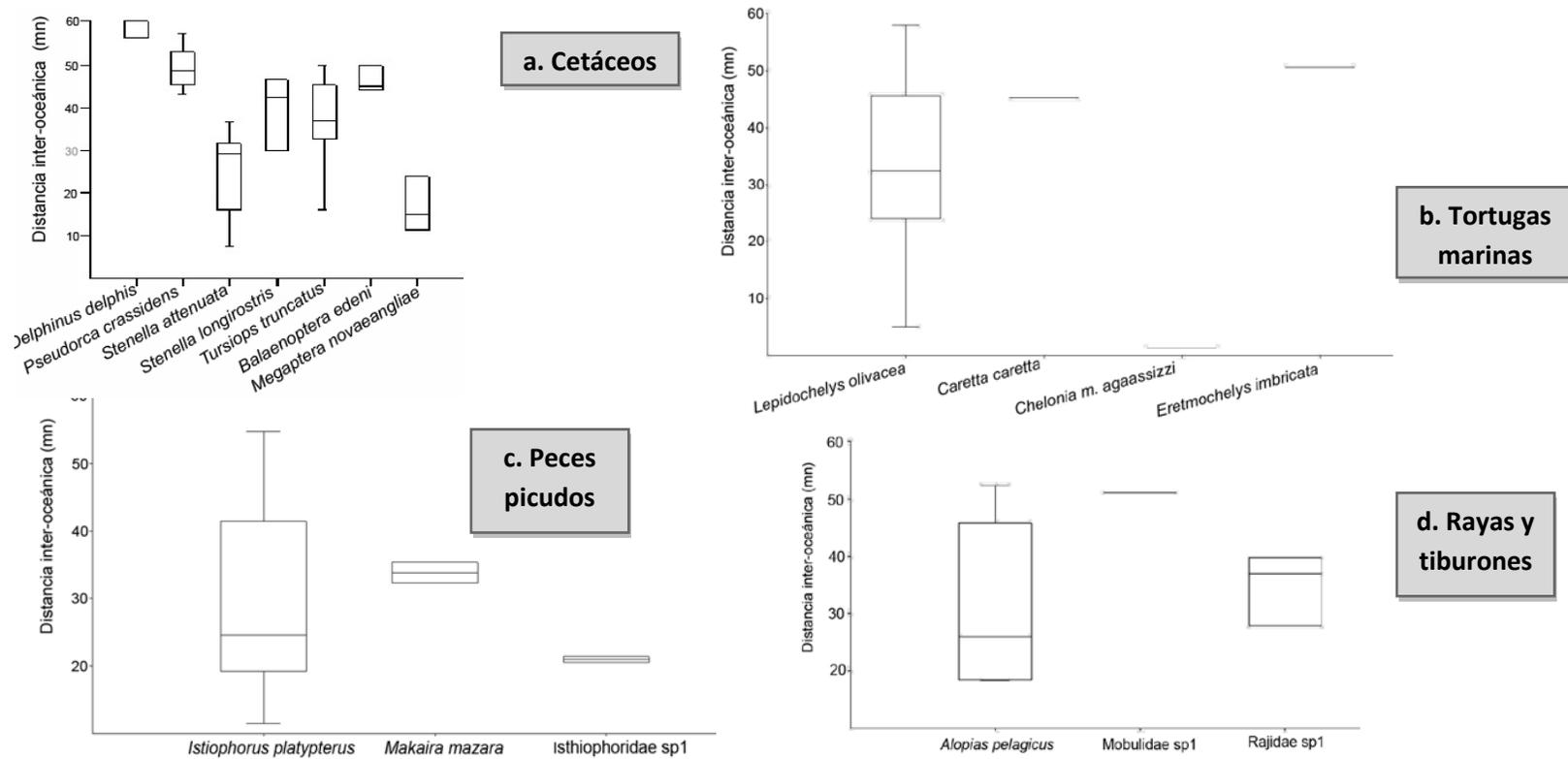


Figura 14 Tendencias y variabilidad de las distancias inter-oceánicas en relación a los avistamientos por grupo.

Tendencias de la distribución espacial de las especies con respecto a la profundidad por grupo (Figura 15, a-d). Las líneas inferiores y superiores indican las menores y mayores profundidades, respectivamente, a la cual fueron observadas especies. Los extremos inferior y superior de las cajas indican las profundidades entre las cuales se concentran la mayor parte de los avistamientos por especie, mientras que la división central indica la mediana de dichas profundidades.

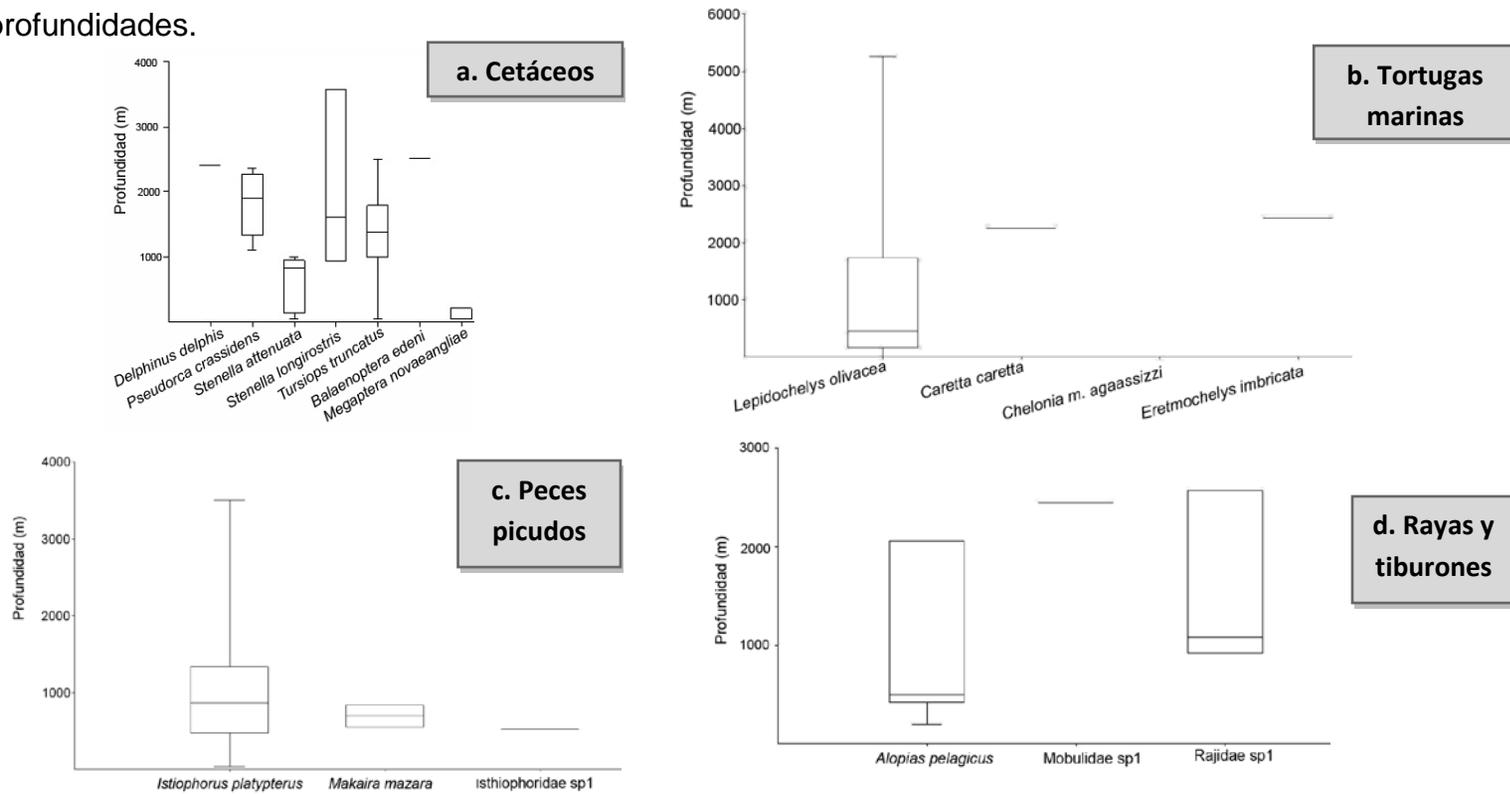


Figura 15 Tendencias y variabilidad de la profundidad en relación a los avistamientos por grupo.

9. DISCUSIÓN

9.1 Documentación de la presencia y estimación de la abundancia de especies de megafauna pelágica.

Se obtuvo un registro de 17 especies ya descritas para la región de un total de 69 especies de megafauna pelágica con distribución potencial para el Pacífico guatemalteco. La mayoría de los avistamientos se registraron en el 70% del número total de días asociados con condiciones de observación fáciles causadas por un estado del mar de 1 y 2 en la escala de Beaufort. El resto de observaciones 30% fueron difíciles de documentar ya que se realizaron en un estado del mar alto (>3). Aunque los recuentos diarios variaron de 70 a 2078 individuos y un promedio de 552.8 individuos a pesar del estado del mar.

La mayor cantidad de avistamientos se registraron en los meses de abril, mayo, junio y diciembre y la menor cantidad en los meses de enero y marzo. El número de individuos y avistamientos vario entre las dos áreas muestreadas, la mayoría (54.48%) de los avistamientos se registraron en Champerico y los avistamientos registrados en Las Lisas (45.52%) fueron mucho menores.

La mayoría de individuos avistados (72.16%) se registro para la zona de Champerico y en Las Lisas se registró un valor de individuos (27.84%) mucho menor. El número de especies entre localidades varió escasamente, aunque se encontraron diferencias en cuanto a la composición de las especies de un sitio a otro.

Cetáceos

Un número importante de individuos (90.70%) y de avistamientos (11.33%) se registró para los cetáceos. Todas las especies de cetáceos registradas fueron observadas en ambas áreas, excepto las ballenas tropicales (*Balaenoptera edeni*)

que fueron observadas solo en Champerico y los delfines comunes (*Delphinus delphis*) que solo se observaron en el área de Las Lisas. Sin embargo, los resultados muestran que la mayoría de especies de cetáceos identificadas estaban presentes dentro y fuera de las dos áreas tomadas como unidades de muestreo para este estudio.

El comportamiento de los cetáceos consistía en cuatro conductas: nadar, mirar, saltar y, con menor frecuencia, buceo y alimentación. Los desplazamientos fueron vistos en una mayor proporción en delfines nariz de botella, delfines comunes y delfines manchados pero el resultado no es concluyente, dada la alta proporción de estos cetáceos que no fueron identificados. Así mismo, se observaron conductas de alimentación en delfines tornillo con frecuentes períodos de saltos consecutivos y giros por el aire por los integrantes de los grupos (Anexo 10), este patrón fue similar entre las áreas del muestreo y temporalidad del estudio.

A varios grupos de delfines tornillo y nariz de botella se les observó durante actividades de alimentación y de tránsito, asociados con aves marinas, conocidas como pardelas (*Puffinus creatopus*, *P. griseus* y *P. lherminieri*) (Anexo 11). Al parecer, la asociación entre estas especies es común y conocida en el Pacífico tropical del Este, como indica Carwardine (1995). Uno de los comportamientos habituales observados en delfines tornillo, delfín nariz de botella y delfines manchados fue que eran atraídos constantemente a acoplarse a las olas de proa o al lado de la embarcación mientras esta se desplazaba (Anexo 12). Hubo una mayor proporción de comportamiento de buceo y desplazamiento en los grupos de falsas orcas, delfines comunes y delfines manchados (Anexo 13).

El comportamiento de las ballenas tropicales predominante consistía en natación y buceo. En la mayoría de los casos el comportamiento de estas ballenas no era perceptible durante los avistamientos, ya que algunas fueron encontradas muy lejos de la lancha para observarlas con detalle. El comportamiento de las ballenas

jorobadas incluyó desplazamientos, buceos, saltos y natación, y en muchos de los casos se observó a individuos solitarios (Anexo 14). No hubo evidencia de la alimentación por cualquiera de estas especies de ballenas. El comportamiento observado en las dos especies de ballenas documentadas sugiere que el área de estudio es una parte importante de su hábitat, donde realizan actividades vitales y que se encontraban dentro de un área que pertenece a su hábitat de reproducción y que transitan durante la temporada de migración. Para ambas especies de ballenas se registró su asociación con aves de la familia Sulidae, conocidos como bobos, entre ellos el bobo o pato millonario (*Sula granti*) y el bobo café (*Sula leucogaster*).

El número de individuos por grupo vario entre especies, para los delfines nariz de botella los grupos variaron de entre 2 a 100 individuos, y los grupos con mayor número, se presentaron para los meses de septiembre a enero; los delfines manchados presentaron grupos grandes (100-500 individuos) en los meses de abril, junio y diciembre; los delfines tornillo presentaron los grupos más numerosos (300-2000 individuos), el mayor número de individuos estuvo presente en el mes de mayo; las falsas orcas exhibieron grupos de 10 a 300 individuos, presentándose la mayor cantidad de individuos en el mes de abril; de las ballenas jorobadas se observó en su mayoría a individuos solitarios a excepción de un grupo de 3 individuos que fue observado incluyendo a una cría; los delfines comunes presentaron un solo grupo de 200 individuos al igual que las ballenas tropicales que presentaron un grupo de 11 individuos en el que se observó una cría.

En el 10% de los avistamientos se detectó la presencia de crías en los grupos de algunas de las especies observadas (Anexo 15). El área de Champerico presentó la mayor cantidad de avistamientos de crías y en Las Lisas los avistamientos fueron mucho menores. Las ballenas jorobadas fueron observadas en compañía de crías durante los meses de marzo a diferencia de un grupo de ballenas

tropicales que se les observó con una cría en el mes de septiembre. Los delfines tornillo fueron observados en compañía de crías en los meses de mayo y diciembre y los delfines nariz de botella en septiembre y diciembre. De los delfines manchados se observó la presencia de crías en los grupos en el mes de diciembre. A excepción de las ballenas jorobadas, las demás especies presentaron crías en el mes de diciembre. Estos datos permiten conocer la variabilidad, la conformación de grupos y las diferentes temporalidades de reproducción de las especies ocurrentes en el área y valorar la importancia de estos hábitats para la supervivencia, reproducción y crianza de cetáceos. Por lo anterior, es necesario se tomen las medidas de gestión necesarias en el ordenamiento de las actividades productivas en el mar para que el desarrollo de las mismas pueda ser compatible con el bienestar de las poblaciones de fauna marina en el área.

Tortugas marinas

Un número importante de individuos (8.39%) y de avistamientos (79.80%) se registraron para las tortugas marinas del total de especies. Las tortugas parlama (*L. olivacea*) fueron observadas en ambas áreas; las tortugas carey (*E. imbricata*), y cabezona (*C. caretta*) solo se observaron en Champerico y se observó una sola tortuga negra (*C. m. agassizii*) en el área de Las Lisas.

Aunque el número de tortugas parlama observado para cada sitio fue demasiado poco para justificar la comparación de datos de presencia y comportamiento entre las áreas de estudio, los datos se combinaron en un análisis. El análisis significativo del comportamiento de tortugas se limitó a las tortugas parlama, ya que los tamaños de muestra de las otras especies fueron muy pequeños. El comportamiento de las tortugas marinas era dominado por la natación seguido por el buceo, descanso y buscando o alimentándose, este patrón sugiere que al menos algunas de las tortugas utilizan el área como hábitat ya que pueden

moverse a través del mar abierto, alimentarse e interactuar con otras tortugas y otras especies (Anexo 16). Con respecto a su interacción con otros individuos y otras especies, se registro un evento de apareamiento en tortugas parlama en junio de 2008 (Anexo 17), así mismo se obtuvieron registros de esta especie siendo utilizada como percha por las aves marinas, *Sula granti*, *S. leucogaster*, *Sterna sp.* y *Phalaropus sp.* esta última con plumaje invernal (Anexo 7.11c), estas aves se posan sobre la caparazón de las tortugas cuando estas se encuentran en la superficie del mar (Anexo 18).

Se obtuvieron registros sobre captura incidental de tortugas parlama, en pesca fantasma en junio de 2008 y captura en palangre o cimbra de superficie en diciembre de 2008 y marzo de 2009. Esta captura incidental de tortugas en las pesquerías es una seria amenaza para las poblaciones (Frazier *et al.*, 2007) así como otras actividades humanas como la utilización de embarcaciones con motores fuera de borda con los que las tortugas son atropelladas (Anexo 19). Sin embargo, no hay datos suficientes para evaluar la amenaza y a pesar de que existen leyes que protegen a las tortugas marinas, la ingobernabilidad que ocurre en el mar territorial del Pacífico en Guatemala no permite conocer la problemática a fondo y resolverla.

Los resultados sobre la presencia de tortugas parlama en la zona pelágica de Champerico y Las Lisas, complementan algunos estudios sobre sus zonas de anidamiento en las playas del Pacífico de Guatemala y El Salvador que sucede durante la estación lluviosa, entre los meses de mayo a octubre, y alcanzando su máximo en agosto y septiembre (Hasbón y Vásquez, 1993; Muccio, 1998).

El alto número de observaciones de tortuga parlama comparado con las demás especies, demuestra su dominancia en los registros sobre tortugas colectados en el estudio. Esto posiblemente refleje las diferencias de hábitat y requerimientos entre especies, y de que el ensamble de especies en el área de estudio aunque se

mantiene constante, las tortugas parlama son las más frecuentes como se reporta en años anteriores para datos de anidación y tortugarios donde ha sido la especie con la mayor cantidad de presencia en el área. Aunque no existen datos anteriores sobre la presencia de tortugas a las distancias muestreadas en la zona pelágica, los estudios sobre anidación reportan datos similares a los obtenidos. Una situación similar encontraron Sánchez y colaboradores (2005) durante la temporada 2005-06, ya que el resultado de los tortugarios reportó el manejo de 4 especies para la siembra en incubación de huevos, siendo en su mayoría para parlama, seguido de carey y cabezona.

Sobre las tortugas carey (*Eretmochelys imbricata*), aunque anida en ambas costas, los reportes de esta especie en el Pacífico son escasos y mayormente dirigidos al monitoreo de juveniles observados en la superficie del mar o registros de comercialización de sub-productos como la carne o escamas a nivel internacional (Chacón y Araúz, 2001). En la zona de estudio no existen registros actuales de captura de tortuga carey, sin embargo, existen registros de captura en Costa Rica y El Salvador, además se han registrado varamientos que pueden ser tomados como un indicio de su presencia dentro de las aguas de El Salvador (Hasbón y Vásquez, 1993) y probablemente para aguas nacionales. A pesar de que esta especie fue escasamente documentada en el estudio, su registro en el área complementa los registros en el canal de Chiquimulilla y la Poza el Nance en Guatemala (Higginson y Orantes, 1987).

De la tortuga cabezona (*Caretta caretta*), se obtuvo un registro pero se cree que este en un evento raro, ya que se sabe que anida únicamente en el Atlántico, esta especie es manejada en solo uno de los tortugarios y en menor cantidad en la costa Caribe de Guatemala (Sánchez *et al.*, 2005). A pesar de que no existen registros confirmados de anidación ni reportes de individuos en aguas de la costa Pacífica de Centroamérica, existe una población que habita en las costas de Baja California, México, y mediante rastreo por satélite, se esclareció que esta

población sólo se alimenta allí, pues realizan migraciones transpacíficas hasta sus playas de anidación en el Sur de Japón (Chacón y Araúz, 2001).

De las tortugas prieta (*Chelonia mydas agassizii*), se obtuvo solamente un registro cercano a la costa. Su ubicación podría indicar que es más costera que las demás especies de tortugas. Se podría considerar que su registro en el estudio es común pero aislado y está relacionado con la ocurrencia de juveniles en el área costera ya que ha sido registrada en la Poza del Nance, al igual que por registros de capturada incidental por pesca de arrastre en la plataforma continental del Pacífico de América Central (Chacón y Araúz, 2001). De esta especie no existe información de su presencia en zonas de anidamiento, ni se maneja la especie a nivel de tortugarios (Sánchez *et al.*, 2005). No obstante, se sabe en base a metodologías de marcaje de tortugas que anidan en las playas de la costa Oeste de México, que las recapturas en el territorio guatemalteco representaron un importante porcentaje (Alvarado y Figueroa, 1992).

Además, para otras playas de Centro América, aunque escasos se han tenido registro de anidación cerca de la frontera con El Salvador en 10 años de monitoreo y otros tres registros más durante eventos de varamientos y captura incidental (Cruz, Espinal y Meléndez, 1987). La presencia de esta especie en el área se debe a su migración, ya que migra entre los extremos norte y sur de su ámbito de distribución desde México hasta Colombia. Esto se apoya en base a información sobre recuperación de marcas, ya que tortugas marcadas en Michoacán han sido reportadas en Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Colombia, de 37 capturas, 32 fueron reportadas como capturas incidentales durante pesca de arrastre. Además, según la Caribbean Conservation Corporation dos tortugas marcadas con transmisores satelitales en Michoacán, México entre febrero y marzo del 2001, migraron hacia aguas de Guatemala y Nicaragua respectivamente (Hasbón y Vásquez, 1993), lo que corrobora la cualidad de

corredor marino que tienen las aguas de Guatemaltecas del Pacífico, para esta especie.

En general para las tortugas marinas los resultados muestran que para las especies encontradas el área es importante como hábitat pelágico, donde realizan sus actividades vitales. Se encuentran en grave peligro por su susceptibilidad a las diversas actividades humanas en el mar, incluida la pesca irresponsable y el tránsito de embarcaciones (Anexo 19). Por lo que se considera necesario continuar con estudios que contribuyan a documentar los aspectos relacionados con la conservación, uso y manejo de estas especies. Además de poner en marcha los mecanismos de protección existentes e implementar otras medidas, hasta conseguir resultados positivos para la supervivencia de las tortugas marinas.

Peces picudos

Un número importante de individuos (0.72%) y de avistamientos (6.86%) se registró para los peces picudos de la familia Istiophoridae, del total de especies registradas. El número de peces picudos observado para cada sitio fue muy poco por lo que no se pudo comparar entre áreas de estudio, así que los datos se combinaron en un análisis. Los peces vela fueron documentados para las dos áreas estudiadas a diferencia de los marlin azul y la morfoespecie Istiophoridae sp1. que solo fueron observados en Las Lisas.

Los peces vela (*Istiophorus platypterus*) presentaron el mayor número de individuos (88.57%) para todas las especies de peces picudos observadas; las observaciones consistían en individuos solos en el 85% de los casos y el 15% se documento a dos individuos cercanos. Las especies con menor cantidad de avistamientos e individuos fueron los marlin azul (*Makaira mazara*) y otros marlín (Istiophoridae sp1.), de las que fueron observados únicamente individuos solitarios.

El comportamiento se analizó en general para todas los peces picudos registrados, el comportamiento más observado en el total de los casos fue cuando los individuos realizaban saltos fuera del agua, que consistían en series de 12 a 15 saltos sobre la superficie, así mismo se documentó a individuos inmóviles cercanos en la superficie del mar exponiendo la aleta dorsal (Anexo 20).

Los resultados muestran que ambos sitios son importantes como hábitat pelágico para estos peces depredadores ya que representa uno de sus principales hábitats tanto para las especies que realizan migraciones locales como los que realizan migraciones más extensas. El área considera dentro de las más importantes para las pesquerías de picudos de la región, principalmente para la pesca deportiva (MAGA, 2007). Esto también lo demuestran las estimaciones en cuanto a captura por año que varían entre 20 a 1,400 peces por embarcación (MAGA, 2007), pero a pesar de su importancia aún falta información para realizar las evaluaciones sobre el estado de sus poblaciones en aguas nacionales.

Rayas y tiburones

Las rayas y tiburones, se registraron en una pequeña proporción de todos los avistamientos (1.96%), así como de individuos (0.19%) del total de individuos y del total de los días de muestreo. Estos registros son muy dispersos en el tiempo y espacio para el área de estudio. La mayoría de individuos se registraron mientras nadaban cerca de la embarcación, en la superficie del agua.

Aunque tanto las rayas como los tiburones presentaron un comportamiento críptico, las rayas solían saltar sobre la superficie del agua durante eventos esporádicos. Sin embargo, su detección fue muy baja y su identificación limitada. La mayoría de las rayas no identificadas fueron de la familia Rajidae probablemente, y los avistamientos fueron en similares cantidades para ambas áreas de estudio, lo que refleja los patrones de distribución espacial similar. Esto

fue parecido para los avistamientos de tiburones, los que fueron identificados en la superficie del mar cuando fueron encontrados cercanos a tortugas marinas en todos los casos y los avistamientos fueron en similares cantidades para ambas áreas de estudio. La ocurrencia de estas especies en el área de estudio deja ver la importancia del hábitat pelágico para la supervivencia de estas importantes especies de grandes peces, mismos que son de interés para las pesquerías y como especies de los niveles superiores de la cadena trófica que son indicadoras del buen estado del ecosistema marino.

9.2 Análisis de la abundancia de especies de megafauna pelágica.

En general las observaciones para cada localidad se realizaron variando escasamente en los meses muestreados, pero no se realizó un muestreo mensual en cada localidad. Por lo que los resultados se deben tomar como estimaciones preliminares de la abundancia de las especies. Los levantamientos de datos en Champerico se realizaron durante los meses de enero, abril, mayo, septiembre y diciembre, y en Las Lisas se realizaron durante meses similares variando en las observaciones realizadas durante el mes de junio.

En general los valores mayores de abundancia responden a las observaciones donde los valores Beaufort (escala de la velocidad del viento, que generalmente determina el estado del mar) fueron bajos (0-2), ya que a medida que incrementa (3-5) el valor en la escala va disminuyendo la abundancia. Esto se debe a que la detección es más fácil en Beaufort baja, y a medida que aumenta el valor de Beaufort la detección va disminuyendo (Beavers & Ramsey, 1998).

Se registraron 510 avistamientos, divididos en siete especies de cetáceos, cuatro especies de tortugas marinas, tres especies de peces picudos, dos especies de rayas y una especie de tiburón. Para la mayoría de especies no se obtuvieron suficientes avistamientos ($n \geq 30$) para estimar densidad poblacional mediante el

software Distance, por lo que se estimó la abundancia relativa para todas las especies observadas mediante el cálculo de la tasa de encuentro (TE = número individuos/km) (Buckland *et al.*, 2001) (Tabla 5 y Tabla 6).

Sobre el índice de abundancia relativa o tasa de encuentro total, los resultados no mostraron una variabilidad significativa para cada especie entre localidades, lo contrario de lo que se esperaba según la hipótesis de investigación planteada que afirmaba que la diversidad y abundancia de especies de megafauna pelágica es diferente entre unidades de estudio. Esto se esperaba debido a que las áreas elegidas corresponden a zonas con diferente grado de precipitación pluvial y sus ubicaciones están en los extremos de la línea de costa del mar territorial del Pacífico de Guatemala. Durante el período 2006 a 2010 el área de Champerico presentó una precipitación anual menor a la presentada en Las Lisas.

Para probar o rechazar esta hipótesis, mediante la prueba no paramétrica del análisis de varianza Kruskal-Wallis, se evaluó para todos los grupos si existían diferencias significativas en las abundancias relativas por área muestreada.

Los resultados indicaron que para los cetáceos el valor de $p = 0.1619$ fue mayor a el valor teórico de $p = 0.05$ por lo que para este grupo se acepta la hipótesis nula y se concluye que las muestras de Champerico y Las Lisas provienen de poblaciones idénticas. Lo indica que no hay una diferencia significativa entre la abundancia de cetáceos asociados a cada una de las áreas de estudio.

Debido a que no se encontraron diferencias significativas en la abundancia de las especies de cetáceos para cada área, se estimaron las tasas de encuentro para los datos de avistamientos por especie sin discriminar el área. Según estas estimaciones, los delfines nariz de botella fueron la especie más abundantes para el área (0.38 individuos/10km), los delfines manchados fueron la siguiente especie

más abundante presentado un valor de 0.09 individuos/10km, seguido por las falsas orcas, presentando una abundancia relativa de 0.04 individuos/10km. Los delfines tornillo fueron la siguiente especie en orden de abundancia (0.03 individuos/10km), y por último en términos de abundancia relativa se encuentran las ballenas jorobadas (0.02 individuos/10km) y las ballenas tropicales (0.02 individuos/10km).

Para las tortugas marinas el valor de $p=0.2483$ según el análisis Kruskal-Wallis fue mayor que el valor teórico de $p=0.05$, por lo que para este grupo no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las muestras de Champerico y Las Lisas provienen de poblaciones idénticas, ya que no existe una diferencia significativa entre la abundancia de tortugas marinas asociadas a las áreas comparadas. Los datos de abundancia estimados para las tortugas basándose en los datos de ambas áreas sugieren que las tortugas parlama son las más abundante en el área ya que presentaron los mayores valores de tasa de encuentro (4.24 ind/10km). A diferencia de otras tortugas marinas como la carey, cabezona y negra que en comparación presentaron valores bajos de abundancia relativa (0.01 individuos/10km). Los resultados sugieren que probablemente sean especies raras, poco ocurrentes, que se encuentran en bajas abundancias en el área de estudio o que su rango de distribución no fue cubierto por el esfuerzo realizado.

Para los peces picudos según el análisis de varianza realizado el valor de $p=0.1213$ es mayor que el valor teórico de $p=0.05$, por lo que para este grupo no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las muestras de Champerico y Las Lisas provienen de una misma población. Ello indica que no hay una diferencia significativa entre la abundancia de peces picudos asociada a cada una de las áreas de estudio. Según las estimación de la abundancia relativa para los peces picudos con los datos combinados de ambas áreas, los peces vela son los más abundantes (0.33 individuos/10km). A diferencia de las especies de los marlín azul

del Indo-Pacífico e Istiophoridae sp1 que presentaron valores de abundancia relativa similares (0.02 individuos/10km) los cuales fueron bastante bajos.

Para las rayas y tiburones el valor de $p=0.1306$ obtenido también fue mayor que el valor teórico de $p=0.05$, por lo que para este grupo no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las muestras de Champerico y Las Lisas provienen de poblaciones idénticas, por lo que se considera que no hay una diferencia significativa entre la abundancia de Champerico y Las Lisas. La abundancia relativa estimada para las rayas y tiburones muestra que en el total del área estudiada la familia Rajidae es la más abundante (0.06 individuos/10km), seguida por los tiburones zorro (0.03 individuos/10km) y por último con una baja abundancia se encontró a la familia Mobulidae (0.01 individuos/10km).

De acuerdo a los resultados, en general no existen diferencias significativas en la abundancia relativa de las especies de megafauna pelágica asociadas a cada una de las áreas estudiadas, esto puede explicarse en el hecho de que estas especies son altamente móviles y migratorias. Además, las especies avistadas dentro de los sitios de muestreo, fueron especies comunes a los mismos, ya han sido reportadas por otros autores y son especies con los patrones de distribución y ocurrencia más amplios a lo largo del Pacífico Centroamericano.

A pesar de no encontrar diferencias significativas en la abundancia de las especies entre áreas, seguramente las diferencias de hábitat afectaran específicamente a los patrones de densidad de las especies de megafauna pelágica en el tiempo y el espacio, sin embargo, no está claro de qué manera. La oceanografía de la plataforma continental del Pacífico de Guatemala es compleja, variable tanto espacial como temporalmente, y difícil de caracterizar brevemente. No obstante, existen algunas distinciones claras entre áreas, tales como la

variación de la profundidad, precipitación pluvial, corrientes, entre otros factores bióticos y abióticos que las definen, determinando a su vez la presencia de especies.

La densidad poblacional o abundancia se estimó mediante un muestreo convencional de distancias para las especies que presentaron suficientes observaciones ($n \geq 30$) (Eckert *et al.*, 2000; Cullen, Pudran y Valladares-Padua, 2006) utilizando el programa de software Distance 6.0 Release 2. (Thomas, *et al.* 2009), específicamente se aplicó a las tortugas parlama (*Lepidochelys olivacea*), delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) y peces vela (*Istiophurus platypterus*) (Tabla 7).

Aunque los muestreos se dividieron en dos estratos: Champerico y Las Lisas, no se estimaron las abundancias por separado debido a que se necesitan por lo menos 30 avistamientos para estimar la abundancia mediante el método utilizado. Así que se incluyeron todos los datos en un análisis.

Las tortugas parlama (*L. olivacea*) presentaron un valor de abundancia de 18.29 ind/km², esta especie resultó ser la más abundante para el área de estudio. A pesar de que no existen antecedentes sobre la abundancia de esta especie en zonas de forrajeo, autores indican que es una de las que ha presentado mayores densidades poblacionales en zonas de anidamiento para el Pacífico de Guatemala. Según Higginson y Orantes (1987) cerca de 21,000 hembras anidaron en las costas de Guatemala entre los años 1981 y 1982, lo que pudo haber representado unos 63,000 nidos. Así mismo Muccio (1998) señala que esta especie es la más abundante en el litoral Pacífico, con una estimación de 51,300 nidos/año, en el transcurso de los últimos 16 años. Aunque los datos son de registros de nidos, dejan ver la densidad de esta especie para el área de estudio. Así también de acuerdo a estimaciones de captura en redes de arrastre se calculó

que la captura anual para todas las especies de tortugas marinas es superior a 60,000 individuos, donde la mayoría son tortugas parlama (Arauz, 1996).

Los delfines nariz de botella (*T. truncatus*) presentaron una abundancia de 5.72 ind/km². Para la porción estudiada, fue la especie más abundante y frecuente en el área de muestreo conteniéndose a las primeras 65.56 mn asociadas a las costas de Champerico y Las Lisas. Quintana y Gerrodete (2009) también reportan una alta abundancia para esta especie, en toda la Zona Económica Exclusiva del Pacífico de Guatemala.

Los peces vela (*I. platypterus*) presentó una abundancia de 0.52 ind/km², aunque no se tienen estimaciones comparables sobre su abundancia, se sabe que es uno de los istiofóridos más frecuentemente capturados a lo largo de la costa del Pacífico de América Central, principalmente en Guatemala, Costa Rica, y Panamá (Prince *et al.*, 2006). En los datos de captura en pesca, el número de individuos varía entre 20 a 1400 peces por embarcación al año, estos datos de captura indican la alta abundancia de peces vela para la región (MAGA, 2007).

La frecuencia de avistamientos mostro variaciones significativas para cada unidad muestral (transecto), sin observarse un patrón definido. Lo que podría estar determinado por los movimientos diurnos de estas especies que abarcan una extensión mayor que la cubierta por este estudio, presentando un hábitat muy extenso, por ser organismos altamente móviles y migratorios. Probablemente sea necesario intensificar el esfuerzo temporal de muestreo para determinar con precisión las abundancias en diferentes épocas y áreas.

En general, la detectabilidad de los individuos decrece respecto al estado del mar recio (3-5) comparado con estado del mar calmo (0-1). Sin embargo, no hay evidencia estadística ni otros estudios en el área que pruebe que en los estados del mar calmo (0-2) los individuos son más fáciles de detectar que cuando el mar

está recio (3-5). No obstante, el viento y las olas afectan la visibilidad en el mar, especialmente con especies crípticas y pequeñas como las tortugas (Beavers & Ramsey, 1998). A diferencia la detección de los grupos en el caso de los cetáceos, está relacionada con la cantidad de individuos en las manadas, ya que a medida que aumenta el número son más fáciles de detectar.

Por ejemplo, los delfines tienen períodos relativamente cortos de buceos, pero la concordancia entre los movimientos de los miembros de una manada puede afectar la detección. Como las inmersiones son asincrónicas, la probabilidad de que al menos un animal estará en la superficie aumenta con el tamaño de grupo. Entonces, el sesgo varía según la especie debido a diferencias en los ciclos de inmersión, el comportamiento de los individuos o la manada y el tamaño de la misma (Fulling, Mullin & Hubbard, 2003). Así que podemos observar que existe una obvia diferencia en la detección debido al comportamiento mismo de los individuos y las especies.

De igual forma el comportamiento evasivo con la embarcación, principalmente en el caso de las tortugas marinas, peces picudos y rayas, es también un factor que afecta la distancia a la cual el animal es detectado. El tamaño corporal también determina la efectividad de la detección, ya que los delfines, peces pico y ballenas pueden ser detectadas a mayores distancias por sus saltos acrobáticos y gran tamaño, en cambio las tortugas marinas, las rayas y los tiburones son más difíciles de detectar a mayores distancias, por lo que la abundancia relativa podría estar subestimada.

Estas estimaciones se consideran una aproximación a las abundancias de las diferentes especies, y estas están afectadas por diversos factores como la estacionalidad de los movimientos migratorios de cada especie, ya que muchos de estos, como por ejemplo las ballenas, utilizan aguas nacionales sólo durante ciertos meses del año, al igual que ciertos delfines y peces. Además, estos datos

podrían estar revelando la relación entre la baja abundancia y la mortalidad anual relacionada con la pesca y el perjuicio grave que esta tiene para cada especie.

Se deben tomar en cuenta muchos más factores para poder comparar y caracterizar a las poblaciones tanto residentes como migratorias que utilizan el área de estudio. Ya que algunos factores como la estratificación vertical, la zonación, la periodicidad, la alimentación, los hábitos reproductivos y los aspectos sociales además de procesos estocásticos que resultan de fuerzas inesperadas como afirma Hutchinson (1957) determinan la abundancia de especies en un medio.

En general los valores mayores de abundancia responden a las observaciones donde los valores Beaufort (escala del estado del mar) fueron bajos (0-2), ya que a medida que incrementa (2-5) el valor en la escala van disminuyendo la abundancia. Esto debido a que la detección es más fácil en Beaufort baja, y a medida que aumenta el valor de Beaufort la detección va disminuyendo (Beavers & Ramsey, 1998).

9.3 Estimación de la riqueza (diversidad alfa) de megafauna pelágica en el área de estudio.

Se obtuvo un registro de 17 especies ya descritas para la región de un total de 69 especies de megafauna pelágica con distribución potencial para el Pacífico guatemalteco. Según el inventario de especies, se encontró que aunque hubo diferencias en cuanto a la composición de especies para ambas áreas, el número de especies entre localidades varió escasamente.

Varias especies de cetáceos conocidas resultaron ser moderadamente comunes (delfines nariz de botella, delfines tornillo, delfines manchados, ballenas jorobadas y ballenas tropicales). De las tortugas marinas, las tortugas parlama fueron una de

las especies más frecuentes y comunes, pero tanto las tortugas carey, negra y cabezona y los registros de peces picudos a excepción de los peces vela, son especies de las que no se tenían datos sobre su riqueza, abundancia y distribución en su hábitat pelágico en el Pacífico de Guatemala antes de este estudio, un caso similar se encontró para las rayas de la familia Mobulidae y Rajidae y tiburones zorro.

Se estimó la riqueza de especies utilizando los índices de Jackknife de Orden 2 y Bootstrap. En el análisis se combinaron los datos de ambas áreas, debido a que la cantidad de datos obtenidos era muy poca y las especies muy similares para hacer comparaciones, por lo que se realizó un análisis global de la riqueza específica. A excepción de las tortugas marinas y los peces pico los resultados sugieren que mediante el muestreo realizado no se obtuvo la cantidad de especies esperadas para cada grupo. El esfuerzo por consiguiente no fue suficiente para completar el inventario de especies.

Según los resultados obtenidos al estimar la riqueza de cetáceos, la curva de acumulación de especies basada en los estimadores alcanza la asíntota sin estabilizarse, esto se debe a que se obtuvo un bajo porcentaje de especies con el esfuerzo realizado según el estimador Jackknife de orden 2 (67.31%). Sin embargo, según el estimador Bootstrap se obtuvo un porcentaje más alto de inventario (90.20%). El primer estimador describe mejor la riqueza encontrada ya que el esfuerzo realizado permitió registrar solo el 25% de las 28 especies con distribución potencial y confirmada para el área de estudio. Al menos 12 especies más se esperan para las aguas nacionales del Pacífico: *Balaenoptera borealis*, *Balaenoptera musculus* de la familia Balaenopteridae, *Kogia sima* de la familia Kogiidae, *Physeter macrocephalus* de la familia Physeteridae, *Mesoplodon peruvianus*, *Ziphius cavirostris* de la familia Ziphiidae, *Feresa attenuata*, *Globicephala macrorhynchus*, *Gamphus griseus*, *Orcinus orca*, *Stenella coeruleoalba*, *Steno bredanensis* de la familia Delphinidae según Quintana y

Gerrodete (2009) quienes reportan 22 especies de cetáceos para la zona económica exclusiva del Pacífico de Guatemala, sin incluir las sub-especies que ellos reportan.

Respecto a las tortugas marinas, los estimadores de riqueza también mostraron resultados contradictorios. Según Bootstrap se obtuvo un alto porcentaje (79.21%) de las especies esperadas la curva alcanza la asíntota y consigue estabilizarse. A diferencia el estimador Jackknife de orden 2 indica que el porcentaje de especies encontradas es bajo (43.95%). Aunque entre las especies encontradas no se registro a las tortugas baule (*Dermochelys coriacea*) esta se encuentra descrita para el área (Fischer *et al.*, 1995; Chacón y Araúz, 2001).

De acuerdo a la estimación de la riqueza de peces picudos, según el estimador Jackknife de orden 2 se alcanza la asíntota y se estabiliza, indicando que se llegó a capturar el total de especies esperadas (100%) y según Bootstrap se obtuvo el 94.78% de las especies esperadas y una curva que también se estabiliza. Sin embargo, el esfuerzo realizado no permitió completar el inventario de especies de peces picudos, debido que para el área se espera la ocurrencia de peces aguja negra (*Makaira indica*), marlin trompa corta (*Tetrapturus angustirostris*) y el marlin rayado (*T. audax*) (Fischer *et al.*, 1995, Froese & Pauly, 2007; Bisby *et al.*, 2007).

En la estimación de la riqueza de especie para las rayas, según el estimador Jackknife de Orden 2 la curva nunca se estabiliza debido a que se obtuvo un número bajo (54.05%) de las especies esperadas, en contraposición el estimador Bootstrap indicó que se obtuvo un valor alto (85.10%) de las especies esperadas. Sin embargo, no es posible estimar la riqueza de estos peces debido a que no fue posible identificar a los individuos a nivel especie por lo que los datos se aplican únicamente a las familias. Para las rayas se espera la ocurrencia de por lo menos 31 especies y con la metodología utilizada no se consigue documentar completamente a estos peces por lo que se deben implementar metodologías

complementarias. Se esperan por lo menos cinco especies más de peces guitarra de la familia Rhinobatidae, cinco especies de mantas de la familia Rajidae, cuatro especies de mantas de la familia Dasyatidae, dos especies de rayas de la familia Gymnuridae y cuatro especies de mantas de la familia Mobulidae (Compagno, 1984; Fischer *et al.*, 1995; Froese & Pauly, 2007; Bisby *et al.*, 2008).

9.4 Caracterización de la distribución espacial de las especies de megafauna pelágica en el área de estudio.

Los avistamientos realizados durante los 10 transectos lineales se localizaron en un mapa del área de estudio, para lo cual se utilizó el programa ArcMap 9.3. La distribución geográfica está basada en los avistamientos de acuerdo al muestreo sistemático correspondiente al área de estudio entre las 5 a 65.56 mn asociadas a las costas de Las Lisas y Champerico.

Las distribuciones espaciales observadas para los cetáceos no son sorprendentes dado descripciones anteriores de sus distribuciones (Quintana-Rizzo y Gerrodette 2009). Sin embargo, para las demás especies de tortugas marinas, peces picudos y rayas representan información de línea base sobre su distribución. La mayoría de especies fueron registradas en la zona marina asociada a ambas localidades, a excepción de algunas especies que fueron documentadas exclusivamente en alguno de los dos sitios. Debido a la gran movilidad de las especies de megafauna, principalmente los cetáceos y los peces, el área de estudio probablemente representa solamente una fracción de su ámbito de hogar.

9.4.1 De las distancias interoceánicas (mn) a partir de 5 mn del límite de costa.

Los cetáceos fueron avistados en toda la longitud del área de estudio. Sin embargo, las distintas especies se encontraron a distancias específicas, y se observó un traslape en las distancias interoceánicas entre especies.

Los delfines manchados, los delfines nariz de botella y las ballenas jorobadas fueron vistos principalmente cerca del borde de la plataforma continental (10-30 mn), estas especies fueron las más costeras. Los delfines nariz de botella, delfines tornillo y las ballenas tropicales fueron encontrados en aguas mucho más alejadas de la costa (30-50 mn). Las falsas orca y los delfines comunes fueron avistados a la mayor distancia de la costa y con menores rangos de distancias (>50 mn) (Figura 14a).

Sobre los cetáceos se observan valores variables en cuanto a distancias promedio y rangos de profundidad. Pequeños cetáceos de la familia Delphinidae que no fueron identificados hasta especie, mostraron una distancia promedio de 33.91 mn, con un rango de distancia de 8 a 51.04 mn de la costa, en aguas con un rango de profundidad de 500 a 2000 m, estos datos demuestran la presencia de delfines a lo largo de todo el rango de muestreo.

Las tortugas parlama se observaron con frecuencia a lo largo del área de estudio (5 a 60 mn). A diferencia de las demás especies que fueron encontraron a distancias específicas. Así como las tortugas negra que se encontró como la especie más costera con el menor valor de distancia promedio (<10 mn). Las tortugas cabezona y carey fueron observadas en un rango de distancias promedio (40-50 mn) en zonas de mar abierto (Figura 14b). Para las tortugas parlama se observan valores variables en cuanto a distancias promedio y rangos de profundidad, estos datos demuestran su amplia distribución a lo largo de todo el

rango de muestreo. Para las demás especies de tortugas registradas se considera que se necesita hacer más evaluaciones.

Los peces vela se encontraron en todo lo largo del área de estudio a partir de las 20 mn a más de 50 mn. A diferencia de las otras especies de peces picudos que presentaron estrechos rangos de distancias interoceánicas. La morfoespecie *Istiophoridae* sp1 se encontró a una distancia más costera (<20 mn) a diferencia de los aguja azul del Indo-Pacífico que suelen avistarse a distancias bastante alejadas de la costa desde las 35 a las 40 mn a partir del límite costero (Figura 14c). Estos peces fueron observados en una amplia gama de distancias de la costa, lo que indica que están ampliamente distribuidos a lo largo del área de estudio.

En cuanto a las rayas y tiburones, el tiburón zorro y las rayas de la familia Rajidae son especies que se observaron a diferentes distancias inter-oceánicas tanto costeras como más alejadas de la costa (20-50 mn) son especies ampliamente distribuidas en el área. A diferencia de los avistamientos de la familia Mobulidae que ocurrieron a distancias mucho más alejadas de la costa (>50 mn) en zonas de mar abierto (Figura 14d), lo que podría estar indicando su preferencia de hábitat, aunque se necesita más información para definir su distribución en el área de estudio.

9.4.2 De la profundidad del agua en metros.

A pesar de que muchas de las especies fueron avistadas en toda la longitud del área de estudio, las distintas especies se encontraron a profundidades específicas.

Los delfines manchados y las ballenas jorobadas fueron vistos principalmente cerca del borde de la plataforma continental (<1000 m), siendo las ballenas

jorobadas las más costeras. Las falsas orca se encontraron en rangos amplios de profundidad (1000-2500 m). De los delfines nariz de botella se observó un rango de profundidades mucho más amplio (100-2500 m) encontrándose entre las especies más generalistas ya que se les pudo observar en zonas costeras y mar abierto a diversas profundidades. La ballena tropical y los delfines comunes fueron encontrados en aguas mucho más profundas (>2500 m). En el caso de los delfines tornillo estos fueron avistados en un amplio rango de profundidad (1000-3500 m) (Figura 15a), pero nunca en aguas de <1000 m de profundidad, siendo estos menos costeros.

Las tortugas parlama presentaron un amplio rango de profundidades (<1000 a >5000 m), estas tortugas pueden encontrarse tanto en zonas costeras como oceánicas. Se encontró que la tortuga negra (*C. m. agassizii*) fue la especie más costera presentando el menor valor de profundidad (<30 m). Las tortugas cabezona (*C. caretta*) y carey (*E. imbricata*) fueron observadas en un rango de profundidad muy estrecho, pero con valores altos de profundidad (2000-2500 m) en zonas de mar abierto (Figura 15b).

Los peces vela se encontraron en un rango bastante amplio de profundidades (40-3500 m). Las otras especies de peces picudos como el marlin azul y la morfoespecie Istiophoridae sp1 presentaron estrechos rangos de profundidad. La morfoespecie Istiophoridae sp1 se encontró a una menor profundidad (<600 m), los peces aguja azul del Indo-Pacífico se observaron en un rango más amplio que el anterior (500-800 m) (Figura 15c).

En cuanto a las rayas y tiburones, los tiburones zorro se observaron en un amplio rango de profundidad (900-2500 m) en el área de estudio, para la morfoespecie Rajidae sp1 se observó un patrón similar, variando escasamente en el rango de profundidades (400-2000 m) encontrándose en diferentes profundidades, a

diferencia de la familia Mobulidae que se encontró a profundidades mayores (>2000 m) (Figura 15d).

Las diferencias encontradas en la ocurrencia de las especies con respecto a la profundidad indican que en general cada especie responde a profundidades determinadas y esto está en función de sus movimientos, actividades de alimentación, entre otras actividades vitales, que dependen de las condiciones de los hábitats definidos por la profundidad.

10. CONCLUSIONES

Los resultados sobre diversidad y abundancia de cada grupo estudiado, no mostraron una variabilidad significativa para cada especie entre localidades, como se esperaba según la hipótesis de investigación planteada, por lo que se concluye que los individuos registrados pertenecen a una misma población.

De las 17 especies encontradas, siete corresponden a cetáceos, cuatro a tortugas marinas y seis a peces. Las que se encuentran en categorías de protección según la CITES, LEA, UICN y otros tratados internacionales. Son especies de importancia para el mantenimiento del ecosistema marino por lo que se requiere centrar esfuerzos para su protección, tomando en cuenta su estatus migratorio.

No se encontraron nuevos registros para el área ya que todas las especies observadas presentan distribución potencial para Guatemala. Sin embargo, los registros obtenidos confirman la presencia de las especies para el área de estudio.

El número de especies e individuos entre localidades varió escasamente, aunque se encontraron diferencias en cuanto a la composición de las especies de un sitio a otro. Sin embargo, no se encontraron evidencias estadísticas que afirmen que las poblaciones muestreadas en las áreas comparadas sean diferentes, por lo que se concluye que son una misma población.

Aunque se encontró que no hay diferencias significativas en la abundancia de las especies entre áreas, seguramente las diferencias de hábitat afectaran específicamente a los patrones de densidad de las especies de megafauna pelágica en el tiempo y el espacio.

Las estimaciones de abundancia relativa se consideran una aproximación a las características poblacionales de las diferentes especies, y estas están afectadas

por diversos factores como la estacionalidad de los movimientos migratorios de cada especie y su alta movilidad. Además los resultados podrían estar revelando la relación entre la baja abundancia y la mortalidad anual relacionada con la pesca y el perjuicio grave que esta tiene para cada especie.

De acuerdo a la estimación sobre el inventario de especies, se encontró que aunque hubo diferencias significativas en cuanto a la composición de especies para ambas áreas, el número de especies entre localidades varió escasamente. Y que para todos los grupos a excepción de las tortugas marinas y los peces picudos es necesario emplear un esfuerzo más intenso para completar el inventario de especies.

Los cetáceos se encontraron en toda la longitud del área de estudio, aunque las distintas especies se encontraron a distancias de la costa y profundidades específicas, observándose un traslape en las distancias interoceánicas entre especies.

Para las tortugas parlama se observaron valores variables en cuanto a su presencia a distintas distancias y rangos de profundidad, estos datos demuestran su amplia distribución a lo largo de todo el rango de muestreo. Para las demás especies de tortugas registradas se considera que se necesita hacer más evaluaciones.

Los peces picudos fueron observados en una amplia gama de distancias de la costa, y profundidades lo que indica que estas especies también están ampliamente distribuidas a lo largo del área de estudio.

Las rayas de la familia Rajidae son especies que se observaron a diferentes distancias inter-oceánicas tanto costeras como más alejadas de la costa, por lo que se considera que son especies ampliamente distribuidas en el área. A

diferencia de la familia Mobulidae, con individuos que se encontraron a distancias mucho más alejadas de la costa y profundas en zonas de mar abierto, aunque se necesita más información para definir su distribución en el área de estudio.

Se encontraron diferencias en la ocurrencia de las especies con respecto a la distancia de la costa y la profundidad que indican que en general cada especie responde a profundidades determinadas y esto está en función de sus actividades vitales, que dependen de las condiciones de los hábitats.

La falta de información ecológica a nivel de especie y de estimativos reales y actualizados de abundancia de animales marinos, son factores que limitan la formulación de planes de ordenamiento de los recursos marinos en el país. Por lo que las estimaciones de este estudio, pueden ser utilizadas como insumos para la toma de decisiones en cuanto al establecimiento de áreas de protección especial que permitan la subsistencia de estas especies.

Las diferentes metodologías utilizadas en Centro América para estudiar cetáceos, han permitido estimar su riqueza y distribución. A diferencia, las estimaciones poblacionales para las tortugas marinas, peces picudos y rayas no habían sido realizadas para sus hábitats de forrajeo y migración, por lo que este estudio sienta las bases sobre el conocimiento en la riqueza, abundancia y distribución espacial de estas especies pelágicas en el Pacífico de Guatemala.

A pesar de que inicialmente no se estableció documentar a las especies de tiburones, se registraron los individuos observados con el fin de aprovechar el esfuerzo realizado en el estudio. Sin embargo, es necesario implementar metodologías complementarias para estudiar tiburones, ya que su documentación fue muy limitada debido a sus breves ocasionales apariciones en la zona pelágica del área de estudio.

En base a registros generados por el estudio se sabe que en el área y probablemente en sus zonas aledañas es frecuente la muerte de tortugas marinas provocada por la captura incidental, pesca fantasma y atropellamientos. No obstante, se desconoce a qué magnitud y cuáles son las consecuencias de que esta captura continúe, por lo que se deben concretar esfuerzos por conocer este fenómeno y realizar acciones a nivel de país para mitigar estas pérdidas innecesarias de tortugas.

Los resultados obtenidos sugieren que la zona marina del Pacífico de Guatemala representa un área de gran importancia para la megafauna pelágica, principalmente como área de reproducción y crianza, tanto para las especies residentes como para las migratorias, ofreciendo un importante hábitat natural para el sostenimiento de poblaciones de grandes animales marinos. Guatemala posee en el Pacífico 83,000 km² de área marina (IARNA 2003), siendo esta de notable extensión con mayor disponibilidad de hábitats adecuados para la proliferación de estas especies y de importancia para el sostenimiento de las comunidades humanas que dependen directa e indirectamente de este ecosistema.

11. RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar este aporte al conocimiento de las poblaciones de fauna marina como insumo para la toma de decisiones por lo que respecta al plan de trabajo de áreas marinas protegidas en el Pacífico de Guatemala.

Debido a la presencia de crías en un porcentaje considerable de los grupos documentados para las especies de cetáceos, se recomienda seguir generando información a largo plazo para detectar patrones de la reproducción de las especies que permitan la gestión de las áreas para el adecuado manejo de las especies tomando en cuenta las amenazas que representan las zonas de pesca, turismo, instalaciones portuarias y áreas de navegación.

Para estudios similares donde se pretenda comparar aspectos ecológicos sobre estas especies, se recomienda realizar muestreos rigurosos en cuanto a la temporalidad, y recopilar datos simultáneamente en las localidades que se pretenden comparar.

Para grupos como los peces, se recomienda utilizar metodologías complementarias para su documentación, ya que la utilizada en este estudio se adecua a las tortugas marinas y cetáceos, siendo limitada para los peces.

Se recomienda recopilar datos sobre la interacción de estas especies y las actividades humanas en el mar para conocer como las actividades humanas en el mar, afectan a las poblaciones de tortugas marinas y otros grandes animales marinos. Se sabe que a nivel mundial, algunas actividades están poniendo en peligro la subsistencia de las especies. Por lo que se deben concretar esfuerzos para realizar acciones a nivel de país, que permitan disminuir estas amenazas que afectan a las poblaciones de tortugas marinas.

12. REFERENCIAS

- Asociación de Biología Marina de Guatemala (ABIMA). (2008). Importancia de la conservación y el uso no letal de cetáceos en Guatemala: Una Visión Local. Campaña Pro-conservación de Cetáceos. Guatemala. 6pp.
- Acevedo, A. (1996). Lista de mamíferos marinos en Golfo Dulce e Isla del Coco, Costa Rica. *Rev. Biología Tropical*. 44: Pag. 933-934.
- Águila, R., y Contreras, R. (2000). La distribución de los mamíferos marinos de México: un enfoque Panbiogeográfico. México. Pag. 213 - 220.
- Alava, J. (2002). Registros y abundancia relativa de mamíferos marinos durante el Crucero Oceanográfico Insular B/I Orión (CO-II-2000) En las Islas Galápagos y sus Alrededores. *Acta Oceanográfica del Pacífico, INOCAR, Ecuador*, 11(1): Pag. 165-172.
- Alvarado, J. y Figueroa, A. (1992). Recapturas post-Anidatorias de hembras de tortuga marina negra (*Chelonia agassizii*) Marcadas en Michoacán México. *BIOTROPICA* 24(4). Pag. 560-566.
- Araúz, R. (1996). A description of the Central American shrimp fisheries with estimates of incidental capture and mortality of sea turtles. In: J.A. Keinath and D.E. Barnard, J.A. Musick and B.A. Bell (compilers) *Proceedings of the Fifteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation*. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFSC-387.
- Beavers, S. & Ramsey, F. (1998). Detectability analysis in transect surveys. *Journal of Wildlife Management* 62: 948–957.
- Begon, M., Harper, J., y Townsend, C. (1995). *Ecología: Individuos, poblaciones y comunidades*. Editorial Omega, S.A. Barcelona, España. 890 pp.
- Biota Panamá. (2007). Recuperado en: www.biota.wordpress.com. Abril, 2009.
- Bisby, F., Roskov, A., Orrego, T., Nicolson, D., Paglinawan, L., Bailly, N.,... Kirk, P., Bourgoin T., Baillargeon, G., & Ouvrard, D. (Eds). 2007. *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2007 Annual Checklist*. Retrieved from <http://www.catalogueoflife.org/col>.

- Bowen, B. y Karl, S. (2000). Reporte sobre la Reunión: Estado taxonómico de la tortuga verde del Pacífico Oriental (*Chelonia agassizii*). Noticiero de Tortugas Marinas, No. 89.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., & Laake, J. (1993). Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations. Chapman and Hall, London, reprinted 1999 by RUWPA, University of St. Andrews, Scotland. 89 pp.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, J., Borchers, D. & Thomas, L. (2001). Introduction to Distance Sampling. Oxford University Press, London. 432 pp.
- Burnham, K., Anderson, D. & Laake, J. (1980). Estimation of density from line transect sampling of biological populations. Wildl. Monogr. 72: Pag. 1-201.
- Cabrera, A. y Ortiz, J. (2007). Análisis de la relación y efecto de variables físicas del océano sobre la ocurrencia y tamaño de grupo de los delfines (Cetacea: Delphinidae) en la costa Pacífica de Guatemala. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. 21 pp.
- Camhi, M., Valenti, S., Fordham, S., Fowler, S. & Gibson, C. (2009). The Conservation Status of Pelagic Sharks and Rays: Report of the IUCN Shark Specialist Group Pelagic Shark Red List Workshop. IUCN Species Survival Commission Shark Specialist Group. Newbury, UK. x + 78pp.
- Capella, J., Vilina, Y. y Gibbons, J. (1999). Observación de cetáceos en Isla Chañaral y nuevos avistamientos para el Área de la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt, Norte de Chile. Oceanol. 18: 57-64, 1999 ISSN 0071-173X. Santiago, Chile. Consultado en Enero, 2008. Recuperado en: jgibbons@aoniken.fc.umag.cl
- Carwardine, M. (1995). Eyewitness Handbooks: Whales, Dolphins and Porpoises. The visual guide to all the world's cetaceans. Kyodo Printing Co. Singapore. 255 pp.
- Castillo-Géniz, J. (1992). Diagnóstico de la pesquería de tiburón de México. INP-Secretaría de Pesca. 76 pp.
- Castillo-Géniz, J. (2009). Conservar los Tiburones. BIODIVERSITAS. Boletín bimestral de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Num. 84, Mayo-Junio de 2009. CONABIO Gobierno Federal. Pags: 1-5.

- Castro, J. (1978). Catálogo sistemático de los peces marinos que penetran a las aguas continentales de México con aspectos zoogeográficos y ecológicos. Vol. 1. Serie 19. Dirección General del Instituto Nacional de Pesca. México. 298 pp.
- Centro de Acción Legal, Ambiental y Social de Guatemala (CALAS). (2006). Ley General de Pesca y Acuicultura, versión Español – Q'eqchi', Decreto No. 80-2002 del Congreso de la República y Reglamento de la Ley General de Pesca y Acuicultura, Acuerdo Gubernativo 223-2005, Ciudad de Guatemala. 34 pp.
- Chacón, D. y Araúz, R. (2001). Diagnóstico regional y planificación estratégica para la Conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. Red Regional para la conservación de las Tortugas Marinas en Centroamérica. Fundación Acceso. Programa Regional Ambiental para Centroamérica-USAID/G-CAP. 136 pp.
- Cheung, W., Pitcher, T. & Pauly, D. (2005). A fuzzy logic expert system to Estimates intrinsic extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing Biol. Conserv. Pag. 124:97-111. Consultado en Enero, 2008. Retrieved from: w.cheung@fisheries.ubc.ca
- Cifuentes, J., Torres, P. y Frias, M. (1997). El Océano y sus recursos. La ciencia para todos. 2da Edición. Fondo de Cultura Económica, S.A. Versión electrónica: Instituto Latinoamericano de la Comunicación Educativa. México, D.F.
- Coello, S. (2005). La Administración de los Chondrichthyes en Ecuador. Aportes para el Plan Nacional de Tiburones. UICN, Quito, Ecuador. 36 pp. Consultado en Enero, 2008. Recuperado en: <http://www.UICN.org/themes/marine/pubs/pubs.htm>
- Colwell, R. (2006). EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. Retrieved from URL <purl.oclc.org/estimates>.
- Compagno, L. (1984). Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. FAO Fish Synop. Part I: Pag. 1-249, part II: Pag. 251-655.
- Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). (2009). Listado de especies amenazadas de Guatemala –LEA-. Departamento de Vida Silvestre, CONAP. 120 pp.

- Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). (2002). Reporte a los países en el área de distribución del Carey (*Eretmochelys imbricata*) sobre el Desarrollo de Protocolos para el Monitoreo de las Poblaciones en el Gran Caribe. Segunda reunión CITES sobre la tortuga carey del Gran Caribe Islas Caimán. 50 pp.
- Cornelius, S. & Robinson, D. (1986). Post nesting movements of female olive ridley sea turtles tagged in Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*. 1(11): 12-23.
- Cousillas, A. (2006). Informe Toxicológico "Contaminación del Agua". Anteproyecto avanzado Muelle Multipropósito "C". HYTSA. Consultado en Marzo, 2009. Retrieved from: www.anp.comuy/institucional/SistemasGestion/ambiental/informe_toxicológico.
- Cruz, G., Espinal, M. y Meléndez, O. (1987). Primer registro de anidamiento de la tortuga marina *Chelonia agassizii* en Punta Ratón, Honduras. *Revista Biología Tropical* 35(2):341-343.
- Cullen, L., Pudran, R. y Valladares-Padua, C. (2006). *Métodos de Estudos Em Biologia da Conservacao, Manejo da Vida Silvestre*. 2ª edicao. Editora UFPR. Curitiba - Paraná – Brasil. 651 pp.
- Dávila, V., Velásquez, P. y Sigüenza R. (2008). Propuesta metodológica para la documentación de avistamientos de megafauna pelágica en zona de forrajeo del Pacífico de Guatemala. Informe final de investigación. Programa de Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. 101 pp.
- de San Gil, L. (1997). *Ballenas y delfines: vida y secretos*. Buenos Aires: Bios. 153 pp. Consultado en Noviembre, 2008. Recuperado en www.biologiamarina.com/dev/projects/read.asp?pid=5ydocid=1
- Departamento de Observación, Investigación y Mantenimiento Marítimo (OBIMAR). (2004). Boletín Oceanográfico, Meteorológico e Hidrogeográfico No. IV. Empresa Portuaria Quetzal, Gerencia de Operaciones, División de Operaciones Marítimas, Departamento de OBIMAR, Sección de Oceanografía y Meteorología. Versión digital. 150 pp.

- Departamento de Observación, Investigación y Mantenimiento Marítimo (OBIMAR). (1998). Boletín Meteorológico y Oceanográfico, Empresa Portuaria Quetzal. Gerencia de Operaciones, División de Operaciones Marítimas, Departamento de OBIMAR, Sección de Oceanografía y Meteorología. Guatemala. 70 pp.
- Dulvy, N., Baum, J., Clarke, S., Compagno, L., Cortés, E., Domingo, A., Fordham, S., Fowler, S., Francis, M., Gibson, C., Martinez, J., Musick, J., Soldo, A., Stevens, J., & Valenti, S. (2008). You can swim but you can't hide: the global status and conservation of oceanic pelagic sharks and rays. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*. 24 pp.
- Eckert, K., Bjorndal, k., Abreus-Grobois, A. & Donnelly, M. (Eds). (2000) (Traducción al español). Técnicas de Investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. Grupo Especialista en Tortugas Marinas UICN/CSE Publicación No. 4.
- Ernst, C. & Barbour, R. (1989). *Turtles of the World*. Smithsonian Inst. Press, Washington, D.C. 50 pp.
- Fischer, W. , Krupp, F., Schneider, W., Sommer, C., Carpenter, K. & Niem, V. (1995). *Guía FAO para la identificación de especies para los fines de la pesca*. Pacífico Centro-Oriental. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Italia. Vol. 3, Pag. 205-220.
- Fowler, S., Cavanagh, R., Camhi, M., Burgess, G., Cailliet, G., Fordham, S., Simpfendorfer, C. & Musick, J. (comp. and ed.). (2005). *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. Status Survey*. IUCN/SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. x + 461 pp
- Frazier, J. Arauz, R., Chevalier, A., Formia, J., Fretey, M., Godfrey, R., Márquez, M., Pandav, B. & Shanker, K. (2007). Human-turtle interactions at sea. In: P.T. Plotkin (Ed.). *Biology and Conservation of Ridley Sea Turtles*. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Froese, R. & Pauly, D. (2007). FishBase. World Wide Web electronic publication. Retrieved from www.fishbase.org.
- Fulling G., Mullin, K. & Hubard, C. (2003). Abundance and distribution of cetaceans in outer continental shelf waters of the U.S. Gulf of Mexico. *Southeast Fisheries*

Science Center National Marine Fisheries Service, NOAA3209 Frederic Street Pascagoula, Mississippi 39567 Fishery Bulletin.

- Gerrodette, T. & Palacios, D. (1996). Estimates of Cetacean Abundance in Exclusive Economic Zone (EEZ) Waters of the Eastern Tropical Pacific. Southwest Fisheries Science Center, La Jolla, California. Administrative Report LJ-96-10. 28 pp. (i)
- Godoy, P. y Aguilera, C. (2006). Determinación del uso del Pacífico Guatemalteco por la ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) como Área de Reproducción en Temporada de Invierno. Escuela de Biología Marina, Universidad de Baja California Sur. México Cascadia Research Collective –Olympia, Washington, EEUU. 36 pp.
- Hall, M. (1996). *On bycatches*. Inter-American Tropical Tuna Commission, Reviews in Fish Biology and Fisheries. 6, 319-352.
- Hall, M. (2003). “La pesca y la captura incidental de megafauna pelágica”. Simposio sobre la Conservación de Organismos Marinos Migratorios: Protección de Animales con Hábitats de Tamaño Oceánico”. Reunion Annual de la American Association for the Advancement of Science, Informed Trimestral. Editor William H. Bayliff. COMISION INTERAMERICANA DEL ATUN TROPICAL. Denver, Colorado. Estados Unidos. 10 pp.
- Hasbón, C. y Vásquez, M. (1993). Proyecto de conservación de la tortuga marina en Barra de Santiago, El Salvador, Agosto-Diciembre 1992. Presentado a US Fish and Wildlife Service y World Wildlife Fund. AMAR, El Salvador. 56pp.
- Heckel, G. (2006). Diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Golfo de California: bases científicas para una nueva área de observación turística de mamíferos marinos. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. DE008 México D. F. 38pp.
- Herrera, F. (2006). Elaboración del reglamento para la actividad turística de observación de cetáceos. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). Primer simposio para la Biología y Conservación de Cetáceos de Centro América. Primera Edición. Antigua Guatemala. 3 pp.

- Higginson, J. y Orantes, R. (1987). Manejo de Tortugas Marinas. Universidad de San Carlos Guatemala. 79 pp.
- Hutchinson, G. (1957). Concluding remarks. Cold Spring. Symposium on quantitative biology. Pp. 415-427.
- Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Agrícolas (IARNA) y Universidad Rafael Landívar (URL). (2003). Perfil Ambiental de Guatemala: Estado Actual de los Recursos Marinos y Costeros de Guatemala. Informe técnico No. 2. Consultor Alejandro Arrivillaga. 69 pp.
- Instituto de agricultura, Recursos Naturales y ambiente (IARNA). (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Universidad Rafael Landívar (URL) y Asociación Instituto de Incidencia ambiental (IIA). Guatemala. 250 pp.
- Ixquiac, M. y Franco, M. (2007). Abundancia y distribución espacial de Batoideos (Rayas) en el Pacífico de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura – CEMA-, USAC. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-, Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT-. Guatemala. En prensa.
- Krebs, C. (1999). Ecological Methodology. Second Edition. University of British Columbia. Edit. Benjamin/Cummins. USA. 500 pp.
- López, W. (2006). Ecología Marina: Introducción al sistema oceánico. (Taller) "Monitoreo Biológico del alga *Acanthophora spicifera* en la zona del arrecife de Los Cobanos". Proyecto FUNDARRECIFE-FIAES. 27 pp.
- Madeira, A., Arruda, R. y Wille, N. (2001). Os Golfinhos: Origem, classificação, captura accidental, hábito alimentar. Cinco Continentes Editora. Porto Alegre, RS, Brasil. 152 pp.
- Marcano, J. y Alio, J. (2000). La pesca de arrastre en Venezuela: II. Capturas Incidentales FONAIAP.CIAE Sucre Laboratorio de Recursos Demersales. FONAIAP DIVULGA No. 65. Consultado en Junio, 2008. Recuperado en ciapes@sucre.udo.edu.ve
- May-Collado, L., Gerrodette, T. y Calambokidis, J. (2004). Los patrones de distribución de de cetáceos las observaciones en la Zona del Pacífico Económica Exclusiva de

Costa Rica a partir de datos recogidos de 1979-2001. *Rev. biol . trop*, junio 2005, vol.53 , no.1 -2 , p.249 -263 . ISSN 0034-7744.

Merlen, G. (1995). Guía de campo de los mamíferos marinos de Galápagos. Instituto Nacional de Pesca, Guayaquil, Ecuador.129 pp.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). (2007). Informe de la pesca y la acuicultura en Guatemala. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA- Unidad Para el Manejo de la Pesca y Acuicultura –UNIPESCA. Guatemala. 145 pp.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA). (2001). Informe Nacional sobre Tortugas Carey, Nicaragua. Primera Reunion Diálogo CITES sobre tortuga Carey Del Gran Caribe. WCS. Dirección General de Biodiversidad y Recursos Naturales. México. D.F. 6 pp.

Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN). (2008). Estado de las Tortugas Marinas en El Salvador. Plan para proteger la tortuga marina. 50 pp.

Montes, N. (2004). Estimación de la abundancia relativa de tortugas marinas que anidan en las costas de Guatemala. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala –USAC-. 41 pp.

Montiel, A. y Díaz, A. (2007). Frecuencia de avistamientos de delfines (Familia Delphinidae) y su relación con bancos de peces en el Océano Pacífico de Guatemala. Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. –USAC-. 11 pp.

Muccio, C. (1998). Informe nacional sobre el estado de conservación de tortugas marinas en Guatemala. Asociación Rescate y Conservación de Vida Silvestre. ARCAS. Columbus Zoo. 25 pp.

National Marine Fisheries Service and US Fish and Wildlife Service (NMFS & U.S.FWS). (1998a). Recovery Plan for US Pacific populations of the Hawksbill Turtle (*Eretmochelys imbricata*). National Marine Fisheries Service. Silver Spring, MD. 20 pp.

- National Marine Fisheries Service and US Fish and Wildlife Service (NMFS & U.S.FWS). (1998b). Recovery plan for US Pacific populations of the East Pacific Green Turtle (*Chelonia mydas*). National Marine Fisheries Service. Silver Spring, MD. 12pp.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (1991). Fishery management plan for sharks of the Atlantic Ocean. NMFS, NOAA. U.S. Department of Commerce. 47pp.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (2003). The Southwest Fisheries Science Center's Billfish Newsletter. U.S. Department of Commerce. 34 pp.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2005). Resumen informativo sobre la pesca por países -El Salvador-. Consultado en Marzo, 2009. Recuperado en www.fao.org/fi/oldsite/FCP/es/SCV/Profile.html
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1992). Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la Costa Septentrional de Sur América. Roma. 577 pp.
- Osuna-Flores, I. (2001). Caracteres merísticos y morfométricos del pez vela *Istiophorus platypterus*, en aguas cercanas a Mazatlán, Sinaloa, México. Revista Ciencia y Mar. Universidad del Mar. Septiembre a diciembre 2001. Vol. V Número 15. ISSN 1665-0808 Oaxaca, México. Pags. 57-62.
- Pecor, K. (2003). "Cheloniidae" (On-line), Animal Diversity Web. Retrieved from <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Cheloniidae.html>.
- Pecor, K. (2003). "Dermochelyidae" (On-line), Animal Diversity Web. Retrieved from <http://animaldiversity.ummz.umich.edu/site/accounts/information/Dermochelyidae.html>
- Pedraza, S., Schiavini, A., Crespo, E., González, R. y Dans, S. (1996). Estimación preliminar de la abundancia de algunas especies de pequeños cetáceos del atlántico sudoccidental. Informes Técnicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Costera Patagónica (Puerto Madryn, Argentina) N° 17. 11 pp.

- Prideaux, M. (2003). Conservación de Cetáceos: La Convención de Especies Migratorias y sus Acuerdos Relevantes para la Conservación de Cetáceos, WDCS, Munich, Alemania. 24 pp.
- Prince, E., Holts, D., Snodgrass, D., Orbensen, E., Luo, J., Domeier, L. & Serafy, J. (2006). Transboundary Movement of Sailfish, *Istiophorus platypterus* off the Pacific Coast of Central America. Bulletin of Marine Science 827c 2006 Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science of the University of Miami. 79(3): 827–838.
- Programa Regional de Investigación y Conservación de Tortugas Marinas de la Argentina (PRICTMA) (2004). Informe Final de Reunión sobre Investigación y Conservación de Tortugas Marinas del Atlántico Sur Occidental –ASO-. Buenos Aires, Argentina. 10 pp.
- Quintana-Rizzo, E. (2008). Human-related problems affecting wild dolphin populations in the Pacific Coast of Guatemala. SC/61/SM28 IWC Scientific Committee, June 2009. Madeira, Portugal.
- Quintana-Rizzo, E. y Gerrodette, T. (2009). Primer estudio sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico de Guatemala. Reporte preparado para el Chicago Board of Trade Endangered Species Fund, Chicago Zoological Society. Guatemala, Guatemala. 66pp.
- Reid, F. (1997). A Field Guide to the Mammals of Central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. New York. 334 pp.
- Reily, S. (1990). Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. Southwest Fisheries Center. National Marine Fisheries Service. National Oceanic and Atmospheric Administration. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar. Ecol. Ser. Vol. 66: Pag. 1-11.
- Rice, D. (1998). Marine mammals of the world - Systematics and distribution. Society of Marine Mammalogy Special Publication Number 4, 231 pp.
- Rivas, A. (2002). Evaluación del efecto de la profundidad sobre el éxito de la Eclosión de los huevos de Tortuga Parlama (*Lepidochelys olivacea*, Eschscholtz, 1829, Cheloniidae) bajo condiciones controladas en la Reserva Natural de Usos

múltiples Monterrico, Taxisco, Santa Rosa, Guatemala. Informe de tesis. Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, USAC. 64pp.

Rodríguez-Fonseca, J. (2001). Diversidad y distribución de los cetáceos en Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae). *Rev. Biol. Trop.* 49: Pag. 135-143.

Rodríguez-Fonseca, J. & Cubero-Pardo, P. (2001). Marine Mammals standing in Costa Rica. 1996-1999. *Rev. Biol. Trop.* 49(2).

Rose, N. (2002). Cetáceos y Conservación: Perspectivas Internacionales sobre amenazas y soluciones. Humane Society International. Recuperado en: www.mundoazul.org/descargas/eventocetaceos/dia/global_threats_cetaceans_rose.pdf

Ruano, S. y Franco, I. (2007). Patrones de Distribución y Estacionales de las Especies de Cetáceos observados en el Pacífico de Guatemala. Centro de Estudios del Mar y Acuicultura –CEMA- USAC, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-, Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT-. Guatemala. 50pp.

Sáenz, J., Wong, G. y Carrillo, E. (2004). Ballenas y delfines de América Central. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio. Costa Rica. 155 pp.

Sánchez, R., Jolón-Morales, M., Girón, L. y Mechel C. (2005). Informe Final: Elaboración del Protocolo de Monitoreo y de Parámetros Poblacionales de Tortugas Marinas y del Informe Anual de la Temporada de Anidación 2005-2006. Guatemala: CONAP / Países Bajos. 61 pp. + Anexos.

Sánchez, R., Ruiz, R., Díaz, C., y Castillo, A. (2007). Diagnostico de la Situación de las Poblaciones de Cetáceos en las Costas de Guatemala. Guatemala: CONAP / Países Bajos. 90 pp.

Sánchez, V. (2006). Diversidad y Abundancia de Mamíferos marinos en la porción central de la costa de Oaxaca. *Mastozoología Neotropical*. Vol. 13, número 002. Sociedad Argentina para el Estudio de los Mamíferos, San Miguel de Tucumán, Argentina. Pags. 278-280.

- Santana, H. (2001). Estructura de la Comunidad de Pelágicos Mayores Capturados con Palangre en el Pacífico Mexicano (1983-1996) y su relación con la temperatura superficial del Mar. Universidad de Colima. Postgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias. México. 130 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. (2000). Diario Oficial. Segunda Sección. Impreso en Talleres Gráficos de México, México, 35 pp.
- Thomas, L., Laake, J., Rexstad, E., Strindberg, S., Marques, F., Buckland, S., Borchers, D., Anderson, D., Burnham, K., Burt, M., Hedley, S., Pollard, J., Bishop, J. & Marques, T. (2009). Distance 6.0. Release 2. Research Unit for Wildlife Population Assessment, University of St Andrews, UK. <http://www.ruwpa.st-and.ac.uk/distance/>.
- Troëng, S. (2001). Exploración petrolera contra tortugas marinas en el Caribe de Costa Rica. Caribbean Conservation Corporation. Costa Rica. Consultado en Enero, 2008. Disponible en: WWW.una.ac.cr/ambi/Ambien-Tico/92/Tortu.htm
- Troëng, S. (2000). Predation of green (*Chelonia mydas*) and leatherback (*Dermochelys coriacea*) turtles by jaguars (*Panthera onca*) at Tortuguero National Park, Costa Rica. - *Chelonian Conservation and Biology* 3(4): 751-753.
- Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2007). Documento Preliminar sobre el status de Conservación Internacional Bajo la Convención de Especies Migratorias. Cooperación Internacional sobre Tiburones Migratorios Bajo convención sobre las Especies Migratorias. Convención sobre las especies Migratorias. Grupo de Expertos en Tiburones de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN en nombre del Secretariado de CMS. 81 pp.
- Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN). (2010). IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.2. Retrieved from www.iucnredlist.org.
- Vidaurri, A., Macías, R. y Santana, H. (1998). Notas sobre juveniles de Pez Vela, *Istiophorus platypterus* (Shaw y Nodder, 1791), Capturados en el Pacífico Mexicano. *Ciencias Marinas*, Vol. 24, No. 004. Universidad Autónoma de Baja California, México. Pag. 499-505.

- Ward, N. y Moscrop, A. (1999). Mamíferos Marinos en la Región del Gran Caribe: Un resumen preliminar de su estatus de conservación. Cuarta Reunión del Comité Asesor Científico y Técnico Interino (ISTAC) del Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas (SPAW) en la Región del Gran Caribe. Cuba. 50 pp.
- Zeeberg, J., Corten, A. & De Graaf, E. (2006). Bycatch and release of pelagic megafauna in industrial trawler fisheries off Northwest Africa. Netherlands Institute for Fisheries Research, Journal of Fisheries Research. vol. 78, n°2-3 78:186–195.

13. ANEXOS

Anexo 1: Especies de cetáceos con distribución potencial y registradas para el área de estudio.

Sub-Orden	Familia	Especie	Nombre común	*UICN	**CITES	***LEA
Odontoceti		<i>Sotalia fluviatilis</i>	Buefo negro, tonino	DD	I	2
		<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común, buefo	(lc)	II	2
		<i>Steno bredanensis</i>	Esteno	DD	II	2
		<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella	DD	II	2
		<i>Stenella attenuata</i>	Estenela moteada, delfín manchado	(lc)	II	2
		<i>Lagenodelphis hosei</i>	Delfín de Fraser	DD	II	2
		<i>Stenella longirostris</i>	Estenela giradora, delfín tornillo	(lc)	II	2
	Delphinidae	<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	DD	II	2
		<i>Stenella coeruleoalba</i>	Estenela listada	(lc)	II	2
		<i>Stenella clymene</i>	Delfín de Climene		II	2
		<i>Peponocephala electra</i>	Calderón pequeño	(lc)	II	2
		<i>Feresa attenuata</i>	Orca pigmea	DD	II	2
		<i>Pseudorca crassidens</i>	Orca falsa	(lc)	II	2
		<i>Orcinus orca</i>	Orca	(lc)	II	2
		<i>Globicephala macrorhynchus</i>	Ballena piloto	(lc)	II	2
	<i>Physeter catodon</i>	Cachalote	VU	I	2	
Physeteridae	<i>Kogia simus</i>	Cachalote enano	(lc)	II	2	
	<i>Kogia breviceps</i>	Cachalote pigmeo		II	2	
	<i>Ziphius cavirostris</i>	Zifio de Cuvier	DD	II	2	
Ziphiidae	<i>Mesoplodon densirostris</i>	Zifio de Blainville	DD	II	2	
	<i>Mesoplodon europaeus</i>	Zifio de Gervais		II	2	

Continúa anexo 1

Sub-Orden	Familia	Especie	Nombre común	*UICN	**CITES	***LEA
Mysticeti		<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Rorcual enano	(NT)	I	2
		<i>Balaenoptera physalus</i>	Rorcual común	EN	I	2
	Balaenopteridae	<i>Balaenoptera musculus</i>	Ballena azul	EN	I	2
		<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual tropical		I	2
		<i>Balaenoptera borealis</i>	Rorcual del Norte		I	2
		<i>Megaptera novaeangliae</i>	Yubarta, Jorobada	VU	I	2
	Balaenidae	<i>Eubalaena glacialis</i>	Ballena franca	EN	I	2

Fuente: (Reid, 1997; Bisby *et al.*, 2007 www.catalogueoflife.org; Sáenz *et al.*, 2004; www.iucnredlist.org; Godoy y Aguilera, 2006, Dávila, 2008; Quintana y Gerrodette, 2009). *Criterios de la Unión Mundial para la Naturaleza **UICN**: EX (extinta), EW (extinta en estado silvestre), CR (Peligro crítico), EN (En Peligro), VU (Vulnerable), R (rara), CT (amenazada por comercio), NT (Casi amenazado), LC (Preocupación menor), DD (Datos insuficientes), **Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres **CITES**: Apéndice I: Incluyen todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. Apéndice II: a) Incluye todas las especies que, aunque en la actualidad aún no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación si el comercio de especímenes de dichas especies no se reglamenta estrictamente a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia. b) Se incluyen aquí todas aquellas especies no afectadas por el comercio, pero que deben sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control de su comercio. Apéndice III: Incluye todas las especies que cualquiera de las Partes Firmantes del Convenio manifiesta que se encuentran sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación. ***Lista de Especies Amenazadas de Guatemala –**LEA**– (CONAP 2009): Categoría 1: Las especies que se encuentran en peligro de extinción. Categoría 2: Las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). Categoría 3: Las especies que si bien en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento.

Anexo 2: Especies de tortugas marinas (Orden Testudines), con distribución potencial y confirmada para el Pacífico de Guatemala.

Familia	Especie	Nombre común	*UICN	**CITES	***LEA
Cheloniidae	<i>Lepidochelys olivacea</i>	Parlama	EN	I	3
	<i>Caretta caretta</i>	Cabezona, Cahuama	EN	I	3
	<i>Eretmochelys imbricata</i>	Carey	CR	I	2
	<i>Chelonia mydas agassizii</i>	Negra	EN	I	3
Dermochelyidae	<i>Dermochelys coriacea</i>	Baule	CR	I	2

Fuente: (Bisby *et al.*, 2007; www.catalogueoflife.org; Fischer *et al.*, 1995). *Criterios de la Unión Mundial para la Naturaleza **UICN**: EX (extinta), EW (extinta en estado silvestre), CR (Peligro crítico), EN (En Peligro), VU (Vulnerable), R (rara), CT (amenazada por comercio), NT (Casi amenazado), LC (Preocupación menor), DD (Datos insuficientes), **Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres **CITES**: Apéndice I: Incluyen todas las especies en peligro de extinción que son o pueden ser afectadas por el comercio. Apéndice II: a) Incluye todas las especies que, aunque en la actualidad aún no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, podrían llegar a esa situación si el comercio de especímenes de dichas especies no se reglamenta estrictamente a fin de evitar utilización incompatible con su supervivencia. b) Se incluyen aquí todas aquellas especies no afectadas por el comercio, pero que deben sujetarse a reglamentación con el fin de permitir un eficaz control de su comercio. Apéndice III: Incluye todas las especies que cualquiera de las Partes Firmantes del Convenio manifiesta que se encuentran sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación. ***Lista de Especies Amenazadas de Guatemala –LEA– (CONAP, 2009): Categoría 1: Las especies que se encuentran en peligro de extinción. Categoría 2: Las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas). Categoría 3: Las especies que si bien en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento.

Anexo 3: Especies de Peces Istiofóridos (Orden Perciformes) familia Istiophoridae, con distribución potencial y confirmada para el Pacífico de Guatemala.

Especie	Nombre común	*UICN	**CITES	***Vulnerabilidad	****LEA
<i>Istiophorus platypterus</i>	Pez Vela	No evaluado	Datos deficientes	Alta a muy alta	3
<i>Makaira indica</i>	Aguja negra	No evaluado	Datos deficientes	Alta a muy alta	-
<i>Makaira mazara</i>	Aguja azul del Indo-Pacífico	No evaluado	Datos deficientes	Alta a muy alta	-
<i>Tetrapturus angustirostris</i>	Marlin trompa corta	No evaluado	Datos deficientes	Alta a muy alta	-
<i>Tetrapturus audax</i>	Marlin rayado	No evaluado	Datos deficientes	Alta a muy alta	-

Fuente: (Froese & Pauly, 2007; Bisby *et al.*, 2007; www.catalogueoflife.org; Fischer *et al.*, 1995). *Criterios de la Unión Mundial para la Naturaleza **UICN**: No evaluado. **Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres **CITES**: Datos deficientes. ***Criterios de vulnerabilidad (w.cheung@fisheries.ubc.ca). **** Lista de Especies Amenazadas de Guatemala –**LEA**- (CONAP, 2009): Categoría 3: Las especies que si bien en la actualidad no se encuentran en peligro de extinción, podrían llegar a estarlo si no se regula su aprovechamiento.

Anexo 4: Especies de Peces Batoideos (Orden Rajiformes), con distribución potencial y confirmada para el Pacífico de Guatemala.

Familia	Especie	Nombre común	*UICN	**Vulnerabilidad
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos productus</i>	Pez guitarra, payaso	NT	Alta a muy alta
	<i>R. glaucostigma</i>		No evaluado	Moderada a alta
	<i>R. leucorhynchus</i>		No evaluado	Moderada
	<i>Zapteryx exasperata</i>	Guitarra rayada	DD	Moderada
	Platyrhinooides triseriata		LC	Moderada a alta
Rajidae	<i>Raja inornata</i>	Manta coreana	No evaluado	Alta
	<i>R. velezi</i>	Raya de Vélez	No evaluado	Alta
	<i>R. equatorialis</i>		No evaluado	Moderada a alta
	<i>R. cortezensis</i>		No evaluado	Moderada
	<i>Batyrāja spinosissima</i>		No evaluado	Muy alta
Dasyatidae	<i>Dasyatis brevis</i>	Manta arenera	No evaluado	Muy alta
	<i>D. longus</i>	Raya-látigo coluda	DD	Muy alta
	<i>Pteroplatytrygon violácea</i>		No evaluado	Muy alta
	<i>Himantura pacifica</i>		No evaluado	Muy alta
Gymnuridae	<i>Gymnura marmorata</i>	Raya Mariposa	DD	Alta
	<i>Gymnura crebripunctata</i>		No evaluado	Baja
Mobulidae	<i>Mobula japonica</i>	Manta diablo	NT	Alta a muy alta
	<i>M munkiana</i>	Manta de Munk	NT	Alta a muy alta
	<i>M tarapacana</i>		DD	Alta a muy alta
	<i>M thurstoni</i>		NT	Alta a muy alta

Continúa anexo 4

Familia	Especie	Nombre común	*UICN	**Vulnerabilidad
Myliobatidae	<i>Myliobatis californica</i>	Tecolote, águila marina, manta ratón	LC	Alta
	<i>M. longirostris</i>	Águila picuda, manta gavilán	NT	Alta a muy alta
	<i>Aetobatus narinari</i>		NT	Alta a muy alta
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera steindachneri</i>	Gavilán negro, tecolote	NT	Alta
Urolopididae	<i>Urobatis concentricus</i>	Raya redonda de manchas o de rayas	DD	Moderada a alta
	<i>U. halleri</i>	Raya de espina, raya redonda de Haller	LC	Alta
	<i>U. maculatus</i>		DD	Moderada a alta
Narcinidae	<i>Diplobatis ommata</i>	Raya eléctrica ocelada	VU	Baja
	<i>Narcine entemedor</i>	Raya eléctrica gigante, raya ocelada	No evaluado	Moderada a alta
Torpedinidae	<i>Torpedo tremens</i>	Torpedo	DD	Alta
Pristidae	<i>Pristis pristis</i>		CR	Muy alta

Fuente: (Froese & Pauly, 2007; Bisby *et al.*, 2008 www.catalogueoflife.org; Compagno, 1984; Fischer *et al.*, 1995).

*Criterios de la Unión Mundial para la Naturaleza **UICN**: EX (extinta), EW (extinta en estado silvestre), CR (Peligro crítico), EN (En Peligro), VU (Vulnerable), R (rara), CT (amenazada por comercio), NT (Casi amenazado), LC (Preocupación menor), DD (Datos insuficientes), **Criterios de vulnerabilidad (w.cheung@fisheries.ubc.ca).

Anexo 5: Embarcaciones utilizadas para la recopilación de datos.



Lancha de pesca artesanal,
dársena y antiguo muelle de
Champerico

Equipo de investigación

Anexo 6: Escala de Beaufort (escala de mar), de acuerdo a altura de ola.

Altura de olas (m)	Especificaciones
0	Calma, el mar esta como un espejo
0.1(0.1)	Olitas con apariencia de escalas, sin espuma en las crestas.
0.2(0.3)	Olas pequeñas, pero más pronunciadas, las crestas tienen apariencia vidriosa y no se rompen,
0.6(1)	Olas regulares, las crestas empiezan a romperse, con espuma de apariencia vidriosa, como caballos blancos dispersos,
1(1.5)	Olas pequeñas llegando a ser más largas, como una clara sucesión de caballos blancos,
2(2.5)	Olas moderadas, adquiriendo una forma más pronunciada y larga. Muchos caballos blancos formados (posibles pulverizaciones)
3(4)	Se empiezan a formar grandes olas, las espumas blanca de las crestas es más extensa por doquier con pulverización,
4(5.5)	Mar amontonado, espuma blanca por ruptura de olas, es soplada en hiladas a lo largo de la dirección del viento,
5.5(7.5)	Olas moderadamente altas de longitud mayor, filo de crestas quebrándose en rizos, espuma soplada en hiladas con el viento
7(10)	Olas altas, densas hiladas de espuma con el viento, crestas volcándose cayendo en rollos, visibilidad pobre por pulverización.
9(12.5)	Muy altas olas, largas crestas sobre colgando, espuma en parches grandes es soplada en densas hiladas blancas con el viento, superficie, mala visibilidad.
11.5(16)	Olas excepcionalmente altas, barcos medianos se dejan de ver por un momento detrás de las mismas, mar cubierto por grandes parches blancos de espuma, crestas con filo espumoso por doquier y mala visibilidad.
14(--)	El aire lleno de espuma y agua pulverizada, mar completamente blanco con violenta pulverización, visibilidad muy mala.

Fuente: OBIMAR 1998.

Anexo 8. Varamiento de Ballena tropical (*Balaenoptera edeni*) Balaenopteridae



Abdomen y aleta pectoral



Cuerpo varado



Aleta caudal



Cabeza y mandíbulas mostrando las barbas

Fotos: Secretario Alcaldía de Champerico.

Anexo 9. Guía de las principales especies de megafauna pelágica del Pacífico de Guatemala.

MEGAFAUNA MARINA DEL PACÍFICO DE GUATEMALA

Guía de identificación de las principales especies

DELFINES

Con hocico prominente, longitud hasta 3 metros



Estenela giratoria o delfín tornillo
Stenella longirostris

Longitud: 1.3 a 2.1 m. Color: raya gris oscuro del ojo a la aleta pectoral, cuerpo gris oscuro, parche blanco en el vientre. Hocico: más largo que las otras especies, negro en la parte superior y blanco en la inferior. Estatus: común. Hábitat: costero u oceánico.



Estenela moteada o delfín moteado
Stenella attenuata

Longitud: 1.7 a 2.4 m. Color: cuerpo con capa gris oscuro sobre la espalda con pequeñas manchas blancas, línea oscura del hocico a la aleta pectoral, vientre gris pálido. Hocico: punta y labios blancos. Estatus: común. Hábitat: costero y oceánico. Ecotipos: costero y oceánico.



Delfín común
Delphinus delphis

Longitud: 1.50 a 2.40 m. Color: mancha oscura en forma de V bajo la aleta dorsal, patrón de coloración en los costados en forma de 8, parche amarillo bronceado en cada flanco. Hocico: corto y prominente. Estatus: común. Hábitat: oceánico, rara vez costero. Ecotipos: de hocico largo y de hocico corto.



Delfín nariz de botella
Tursiops truncatus

Longitud: 1.90 a 3.90 m. Color: azul oscuro a gris café-zusco, flancos gris pálido, vientre blanco a rosado. Hocico: ancho y corto. Cuerpo: robusto y largo. Estatus: común. Hábitat: costero y oceánico. Ecotipos: costero y oceánico.

Sin hocico prominente, longitud 3 a 10 metros



Falsa orca
Pseudorca crassidens

Longitud: 4.3 a 6 m. Color: cuerpo gris oscuro a negro, pecho gris o blanco, cabeza gris a gris oscuro. Hocico: redondo. Cuerpo: robusto. Estatus: raro. Hábitat: oceánico, rara vez costero.

Cuerpo con 15 franjas verticales azul claras



Aguja azul del Indo-Pacífico
Makaira mazara

Longitud: 3.5 a 4.3 m. Cuerpo: alargado. Color: dorso azul, vientre plateado, 15 franjas azules verticales en los flancos. Rostro: mandíbula superior prolongada en un pico robusto, dos aletas dorsales, aletas pectorales falciformes. Estatus: migratorio. Hábitat: oceánico.

PECES PICUDOS

Sin hocico prominente, longitud más de 10 metros



Ballena jorobada *Megaptera novaeangliae*

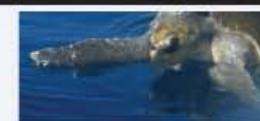
Longitud: 11.5 a 15 m. Color: cuerpo negro a gris oscuro, vientre blanco. Aletas pectorales blancas abajo y negras encima. Aleta dorsal: con una joroba pronunciada al frente. Aleta caudal: delgada y aserrada en el borde posterior. Cabeza: aplanada con protuberancias encima de la cabeza y debajo de la quijada. Estatus: rara, migratoria. Hábitat: costero y oceánico.



Ballena tropical *Balaenoptera edeni*

Longitud: 11.5 a 14.5 m. Color: dorso gris oscuro azulado, ahumado, vientre claro. Cabeza: con 3 crestas que van desde las narinas hasta el hocico. Aleta dorsal: prominente, falcada o concava. Aleta caudal: larga, aplanada y termina en puntas. Estatus: común localmente. Hábitat: costero y oceánico.

Carapacho liso, longitud hasta 72 cm.



Tortuga parlama
Lepidochelys olivacea

Longitud recta del carapacho: máxima 72 cm. Color: olivo oscuro. Forma de carapacho: liso, corto y ancho, elevado en adultos, 5 a 9 pares de escudos costales asimétricos. Cabeza: grande, triangular, ancho hasta 13 cm, dos pares de escamas prefrontales. Estatus: común localmente. Hábitat: costero y oceánico.



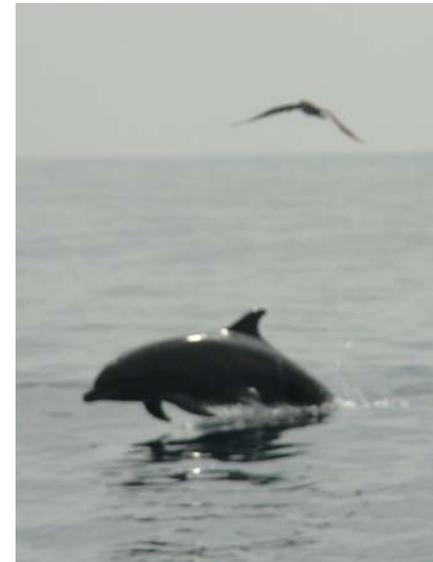
TORTUGAS

BALLENAS

Anexo 10. Observación de conductas de alimentación en delfines tornillo.



Anexo 11. Delfines tornillo y nariz de botella en compañía de la pardela colicuña *Puffinus pacificus* Procellaridae



Anexo 12. Delfines atraídos a acoplarse a las olas de proa o al lado de la embarcación.



Delfines tornillo.



Delfín nariz de botella.



Delfines manchados.

Anexo 13. Principales comportamientos de grupos de falsas orcas, delfines comunes y delfines manchados.



Falsas orcas



Delfines comunes



Delfines manchados

Anexo 14. El comportamiento de las ballenas jorobadas (*M. novaeangliae*) incluye desplazamientos, buceos, saltos y la natación.



Anexo 15. Especies de cetáceos que presentaron crías en los grupos.



Ballenas jorobadas



Delfines tornillo



Delfines manchados



Anexo 16. Tortugas parlama (*Lepidochelys olivacea*) CHELONIIDAE flotando en la superficie.



Anexo 17. Apareamiento en tortugas parlama en junio de 2008.



Anexo 18. Tortugas marinas siendo utilizada como percha por las aves marinas.



Phalaropus sp. Plumaje invernal 19/12/2008



Sula granti SULIDAE



Sterna sp. LARIDAE



Sula leucogaster SULIDAE

Anexo 19. Amenazas para las tortugas marinas en el área de estudio.



Captura en pesca fantasma 12/06/2008



Captura en palangre 19/12/2008.



Tortuga parlama atropellada 22/05/2008

Anexo 20. Comportamiento habitual de peces picudos, familia ISTIOPHORIDAE



Pez Vela (*Istiophorus platypterus*)



Pez vela con aletas dorsales fuera del agua.