

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

**DISTRIBUCIÓN Y SELECCIÓN DE HÁBITAT DE
CETÁCEOS EN EL PACÍFICO ESTE DE
GUATEMALA**

INFORME DE TESIS

Presentado por
Andrea Alejandra Cabrera Arreola

Para optar al título de
Bióloga

Guatemala, abril de 2011

DISTRIBUCIÓN Y SELECCIÓN DE HÁBITAT DE
CETÁCEOS EN EL PACÍFICO ESTE DE
GUATEMALA

INFORME DE TESIS

Presentado por
Andrea Alejandra Cabrera Arreola

Para optar al título de
Bióloga

Guatemala, abril de 2011

JUNTA DIRECTIVA

DR. OSCAR COBAR PINTO	DECANO
LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A.	SECRETARIO
LICDA. LILLIAN RAQUEL IRVING ANTILLÓN, M.A	VOCAL I
LIC. LILIANA VIDES DE URÍZAR	VOCAL II
LIC. LUIS ANTONIO GÁLVEZ SANCHINELLI	VOCAL III
BR. JOSÉ ROY MORALES CORONADO	VOCAL IV
BR. CECILIA LISKA DE LEÓN	VOCAL V

DEDICATORIA

A todas aquellas personas que dedican su vida a la investigación, y que a pesar de las adversidades nunca han perdido la curiosidad y el deseo por descubrir... que está sucediendo...

ACTO QUE DEDICO

A Dios

A mis padres: Héctor Cabrera y Ligia Arreola, por su inmenso apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Gabriela y Gabriel, mi abuelita, tíos, primos y en general a toda mi familia por su apoyo y ejemplo en todos los aspectos.

A todos mis amigos y compañeros de la universidad, en especial a Jenny con quienes compartí cursos, reportes, giras, viajes, proyectos y sobre todo una gran amistad, a Julio R, Rosa, Jacobo, Natalia, Gretchen, Zully, Margoth, Paola A., Carla, Ana, Pablo (chiru), Pablo, Iliana, Paty, Koki, Andrea, Evelyn, Paola H., Yazmin, Diego, Luis, Rita, Berta, Juan Carlos, Julio P., Julio M., Tania, Edson, Alejandro, Vivian, a mis estudiantes y a todos los que no menciono pero que hicieron inolvidables estos años en la Universidad.

A todos mis profesores e instructores dentro y fuera de la Universidad, quienes a través de sus experiencias y clases marcaron mi vida profesional y personal.

Al pueblo de Guatemala que me brindó el privilegio de estudiar en la Universidad de San Carlos de Guatemala, la cual a través de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia y en especial la Escuela de Biología me permitió descubrir el apasionante mundo de la biología y la investigación.

Al Consejo Nacional de Áreas Protegidas y en especial al Departamento de Vida Silvestre, quienes me abrieron las puertas para desarrollarme profesionalmente.

Al deporte que se ha convertido en un elemento crucial para mi vida. En especial al Tae kwon do, el cual a través de mis entrenadores, compañeros y amigos, me ha permitido crecer como persona y me ha mostrado la importancia del trabajo duro, la perseverancia y la disciplina. Y a la federación de esgrima, en especial a Edgar Tuquer con quien compartí todos esos años de entrenamientos.

AGRADECIMIENTOS

A Jenniffer Ortíz y Julio Romero por su amistad e incondicional apoyo en el trabajo de campo y la realización del proyecto (este trabajo no hubiera sido posible sin ustedes). A Miguel Iñíguez por todo su apoyo y asesoría en la elaboración de la investigación. A Franklin Herrera cuyo entusiasmo y apoyo ha sido crucial para realizar este proyecto. A José Yee por su apoyo en el campo y las increíbles fotografías a lo largo de todo el proyecto. A Claudio Méndez quien siempre me ha ayudado a ordenar mis ideas y plantear mejor el problema de investigación. A Lucía Prado por sus revisiones y comentarios del trabajo. Al proyecto “Cetáceos de la Costa Pacífica de Guatemala” a través del cual se realizó este trabajo. Al Consejo Nacional de Áreas Protegidas y en especial al departamento de Vida Silvestre por todo el respaldo a lo largo del proyecto. Al Comando Naval del Pacífico –CONAPAC-, su personal y toda la tripulación cuyo profesionalismo y dedicación hicieron estos viajes posibles. Al Fondo Nacional para la Conservación de la Naturaleza –FONACON-, al Departamento de Interiores de Estados Unidos y la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo – DOI/CCAD y *Cetacean Society Internacional* –CSI por el financiamiento, al Hotel Villas Cairos por su hospitalidad. A *The Nature Conservancy* –TNC- por la proporción de las capas de información geográfica del Pacífico, a Jorge Mario Gómez, por sus asesorías en SIG. A todas las personas que participaron en los viajes de campo, Rosa, Fabiola, Víctor, Ana, Vivian, Paola, Jacobo, Roberto, Ligia, Herman, Celio.

Finalmente a todas las personas que de una u otra forma hicieron que este proyecto se llevara a cabo.

ÍNDICE

1.	RESUMEN	7
2.	INTRODUCCIÓN	8
3.	ANTECEDENTES.....	9
3.1.	LOS CETÁCEOS.....	9
3.1.1.	<i>Origen y Evolución.....</i>	<i>9</i>
3.1.2.	<i>Clasificación.....</i>	<i>9</i>
3.2.	CONSIDERACIONES DEL HÁBITAT	11
3.2.1.	<i>Generalidades</i>	<i>11</i>
3.2.2.	<i>Estudios relacionados con partición de hábitat y correlación entre la distribución de cetáceos y variables ambientales</i>	<i>12</i>
3.3.	CAMBIOS ESTACIONALES	13
3.4.	INVESTIGACIÓN Y OPERACIONES DE AVISTAMIENTO DE CETÁCEOS EN GUATEMALA	13
3.4.1.	<i>Investigaciones en Guatemala.....</i>	<i>13</i>
3.4.2.	<i>Avistamiento de Cetáceos en Guatemala</i>	<i>16</i>
4.	JUSTIFICACIÓN.....	17
5.	OBJETIVOS.....	19
5.1.	GENERAL	19
5.2.	ESPECÍFICOS.....	19
6.	HIPÓTESIS.....	20
7.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
7.1.	ÁREA DE ESTUDIO	21
7.1.1.	<i>Litoral del Pacífico</i>	<i>21</i>
7.2.	<i>Área de Estudio.....</i>	<i>22</i>
7.3.	UNIVERSO	26
7.4.	MATERIALES.....	27
7.5.	MÉTODOS.....	27
7.5.1.	<i>Navegaciones</i>	<i>27</i>
7.5.2.	<i>Toma de datos</i>	<i>28</i>
7.5.3.	<i>Análisis de Datos.....</i>	<i>29</i>
8.	RESULTADOS	32
8.1.	ESFUERZO DE MUESTREO	32
8.2.	FRECUENCIA DE AVISTAMIENTO	34
8.3.	ANÁLISIS DE DISTRIBUCIÓN.....	37
8.3.1.	<i>Distribución y distancia de la costa.....</i>	<i>38</i>
8.3.2.	<i>Profundidad</i>	<i>42</i>
8.3.3.	<i>Pendiente.....</i>	<i>45</i>
8.3.4.	<i>Hábitat béntico.....</i>	<i>48</i>
8.3.5.	<i>Correlación entre variables y diferencias interespecíficas</i>	<i>50</i>
8.3.6.	<i>Distribución temporal.....</i>	<i>53</i>
8.4.	SELECCIÓN DE HÁBITAT	55
9.	DISCUSIÓN	61
10.	CONCLUSIONES.....	70
11.	RECOMENDACIONES.....	72
12.	REFERENCIAS	73
13.	ANEXOS	81
	ANEXO 1. DATOS DE AVISTAMIENTOS.....	81
	ANEXO 2. VALORES OBSERVADOS Y ESPERADOS DE CETÁCEOS POR RANGOS DE PROFUNDIDAD.....	84
	ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE ALGUNAS ESPECIES AVISTADAS	85

1. RESUMEN

La distribución espacial y temporal de los cetáceos se ha relacionado a diversos factores ambientales, donde la fisiografía ha tomado un papel importante; sin embargo la complejidad de las relaciones ecológicas de los cetáceos y su ambiente está muy lejos de ser comprendida. Se analizaron datos de frecuencia, distribución y características de hábitat en el Pacífico Este de Guatemala (PEG), entre febrero 2009 y febrero 2010, con el fin de poner a prueba la hipótesis de diferenciación interespecíficas en la distribución de cetáceos, en la cual se esperaba que en el PEG, un área con variaciones fisiográficas tan marcadas, las especies de cetáceos mostraran diferente distribución espacial, y que éstas pudieran relacionarse a determinadas variables ambientales. Se realizaron 11 navegaciones en el área costera y oceánica en el PEG. Dentro de los 3412km recorridos y 263 horas de observación efectiva, se registraron 153 avistamientos de ocho especies diferentes con una frecuencia de avistamiento promedio relativamente alta (0.045 A/km y 0.583 A/h) en relación a estudios de otras regiones. *Tursiops truncatus* (55.6%), *Stenella attenuata* (14.4%) y *Stenella longirostris* (6.5%) fueron las especies más frecuentes de delfines, y *Balaenoptera edeni* (4.6%) y *Megaptera novaeangliae* (2.0%) de las ballenas. La mayor diversidad y frecuencia de avistamiento se localizó en las regiones escarpadas y cercanas al cañón de San José. Las variables profundidad y distancia fueron las que mejor explicaron las variaciones en la distribución de las especies. Se observó diferenciación en la distribución entre las diferentes especies de cetáceos, aunque con regiones de sobreposición, lo cual sugiere una partición de hábitat en el área probablemente debida a una forma de exclusión competitiva no sólo de localidades físicas sino a factores como especialización de recursos y comportamiento. *T. truncatus* fue la especie de mayor distribución en el área, *S. attenuata* y *M. novaeangliae* se encontraron sobre todo en áreas costeras y de baja profundidad, *Delphinus delphis* se encontró en áreas oceánicas profundas, *S. longirostris* se distribuyó principalmente en un área mesobéntica muy restringida del lado este del cañón de San José y *B. edeni* se encontró mayormente en regiones asociadas al talud continental. Los cambios en la distribución entre la época lluviosa y seca, especialmente de *T. truncatus* y *S. attenuata* sugirieron la existencia de movimientos estacionales de pequeña escala, probablemente asociados a cambios en la productividad de la zona. Los patrones en la distribución espacial y temporal de los cetáceos en el área, así como la partición de hábitat entre especies, pueden ser descritas en función de variables ambientales, en especial la profundidad; sin embargo, la abundancia y distribución de las presas parecen ser clave para entender esta alta variabilidad, en donde el cañón de San José podría jugar un papel muy importante como un área de alto potencial de recursos.

2. INTRODUCCIÓN

La distribución de los cetáceos, tanto a escala espacial como temporal, ha sido considerada por varios autores, quienes han centrado sus estudios en la interacción entre las especies y diversos factores ecogeográficos. En los cuales la fisiografía, ha mostrado jugar un rol importante en la distribución y selección de hábitat de muchas especies (Kiszka, Macleod, Van Canneyt, Walker, & Ridoux, 2007; Ballance, Pitman, & Fiedler, 2006; Cechetti, 2006; Moore, DeMaster, & Dayton, 2000), observándose en algunos casos una aparente partición de hábitat entre las especies (Cechetti, 2006; Macleod, Hauser, & Peckham, 2004; Griffin & Griffin, 2003). Sin embargo, la complejidad de las relaciones ecológicas de los cetáceos y del ambiente que los rodea está aún muy lejos de ser comprendida (Ballance et al., 2006), en especial en áreas tan poco estudiadas como es el caso de las costas de Guatemala.

Este trabajo pretende ser una primera aproximación a la comprensión de la distribución y selección de hábitat de las principales especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala. Se busca poner a prueba la hipótesis de partición de hábitat a nivel interespecífico, en la cual se espera que en el Pacífico Este de Guatemala, un área con variaciones fisiográficas tan marcadas (CONAP & MARN, 2009), las especies de cetáceos muestren diferente distribución espacial, y que éstas puedan estar relacionadas a la selección de determinadas variables ambientales. Esta asociación entre características ambientales y datos de avistamientos, será la base para analizar las preferencias o selección de hábitat de las especies.

Para ello, se realizaron diversas navegaciones mensuales a lo largo de un año, en la zona costera y oceánica del Pacífico Este de Guatemala. Los datos de avistamiento se correlacionaron a variables ambientales, en el que la profundidad y distancia de la costa fueron las que mejor explicaron las variaciones en la distribución de las especies. Se observó diferenciación en la distribución de las especies, con especies distribuidas principalmente en regiones costeras, otras cercanas al talud continental y otras en regiones oceánicas, sugiriendo una forma de exclusión competitiva entre ellas o partición de hábitat, la cual parece ligada de forma directa o indirecta a factores fisiográficos.

3. ANTECEDENTES

3.1. Los Cetáceos

3.1.1. Origen y Evolución

La palabra Cetacea proviene del griego *ketos*, que significa ballena y del latín *cetus*, monstruo marino (Sáenz, Wong, & Carrillo, 2004; Berta & Sumich, 1999), e incluye a las ballenas, delfines y marsopas.

Se cree que los cetáceos evolucionaron de un grupo de mamíferos terrestres llamados mesoniquios, criaturas parecidas a lobos con cuatro patas y cola, pero con pezuñas, que poco a poco pasaron más tiempo en el agua y que con el tiempo su cuerpo se fue modificando. Se volvieron más hidrodinámicos, la cola se volvió más fuerte y aplanada, sus extremidades delanteras se convirtieron en aletas, y sus extremidades posteriores empezaron a desaparecer, y para ayudar en la respiración, las narinas se desplazaron a la parte superior del cráneo (proceso de telescopización). Los primeros fósiles de cetáceos datan del Eoceno Medio (52-42 Ma) y corresponden a los arqueocetos, animales que presentaban ya el cuerpo de una ballena, aunque con menos adaptaciones (Carwardine, 2006; Sáenz et al., 2004; Berta et al., 1999).

Los cetáceos se consideran como un grupo monofilético cuyo taxa hermano existente más cercano son los hipopótamos (Hippopotamidae) (Agnarsson & May-Collado, 2008; Berta et al., 1999). Dentro de las características derivadas que los agrupan como grupo monofilético es la presencia de un proceso sigmoidal en el cráneo, la rotación de los huesos del oído medio, paquiosteosclerosis del martillo (hueso del oído medio) y el hueso ectotimpánico. (bulla auditiva), posicionamiento anteroposterior de los dientes incisivos, entre otras (Berta et al., 1999).

3.1.2. Clasificación

Los cetáceos pertenecen al orden Cetartiodactyla, suborden Cetancodonta, e infraorden Cetacea (Perrin, 2009; Appeltans et al., 2009; Agnarsson et al., 2008). De acuerdo a la

Comisión Ballenera Internacional (CBI), existen 86 especies de cetáceos, incluyendo 16 especies de Mysticeti o cetáceos con barbas y 72 Odontoceti, o cetáceos con dientes.

La mayor parte de los estudios de cetáceos en el Pacífico de Guatemala, han sido trabajos realizados a nivel regional, dentro de los cuales se han reportado especies de 5 familias para el país. De estas familias, una corresponde al grupo de los Mysticeti y el resto a los Odontoceti. Balaenopteridae es la única familia reportada dentro de los Mysticeti, con tres especies: ballena jorobada, *Megaptera novaeangliae* (Calambokidis et al., 2008; Herrera & Calderón, 2006); ballena Bryde, *Balaenoptera edeni* (Jackson et al., 2004; Kinzey et al., 2001) y ballena azul, *Balaenoptera musculus* (Ballance et al., 2006; Kinzey et al., 2001; Kinzey et al., 2000). Dentro de los Odontoceti, se reporta la familia Kogiidae con una especie, cachalote enano, *Kogia sima* (Jackson et al., 2004). La familia Physeteridae, con el cachalote, *Physeter macrocephalus* (Quintana-Rizzo & Gerrodette, 2009). La familia Ziphiidae con el zifio de cuvier, *Ziphius cavirostris* (Kinzey et al., 2001) y zifio pigmeo, *Mesoplodon peruvianus* (Quintana-Rizzo et al., 2009). Delphinidae es la familia más diversa con 11 especies reportadas, orca, *Orcinus orca* (Kinzey et al., 2000); calderón de aleta corta, *Globicephala macrorhynchus* (Quintana-Rizzo et al., 2009); orca pigmea o calderón pigmeo, *Feresa attenuata*, (Quintana-Rizzo et al., 2009); delfín de Risso, *Grampus griseus* (Kinzey et al., 2000); falsa orca, *Pseudorca crassidens* (Cabrera & Ortíz, 2008; Chivers et al., 2007); delfín listado, *Stenella coeruleoalba* (Au & Perryman, 1985); delfín manchado, *Stenella attenuata* (Gerrodette, Watters, & Forcada, 2005; Kinzey et al., 2001; Reilly, 1990; Au et al., 1985; Holt, 1983); delfín tornillo, *Stenella longirostris* (Reilly, 1990; Au et al., 1985; Holt, 1983); delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis* (Kinzey et al., 2001); delfín común, *Delphinus delphis* (Jackson et al., 2008; Kinzey et al., 2000; Au et al., 1985) y delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus* (Jackson et al., 2004; Kinzey et al., 2001; Kinzey et al., 2000; Au et al., 1985).

Así mismo, en esta región, ocurre endemismo a nivel de subespecie, con dos subespecies exclusivas de las aguas costeras del Pacífico Tropical Oriental: *S. longirostris centroamericana* y *S. attenuata graffmani* (May-Collado, 2009).

3.2. Consideraciones del hábitat

3.2.1. Generalidades

Por debajo de lo que parece ser una superficie monótona, los océanos y mares son verdaderamente diferentes. El fondo del océano presenta tantos accidentes geográficos como la tierra. Así, podemos encontrar altas cordilleras, grandes cañones y valles, afloramientos escarpados y amplias praderas. El agua misma presenta variaciones de temperatura y salinidad, en las profundidades la intensidad de la luz varía notablemente y a través de movimientos de mareas y corrientes, las masas de agua se enfrían o calientan (Cawardine, Hoyt, Iñiguez, & Tossenberger, 2006). Todo esto genera la formación de diferentes hábitats, con características muy particulares. Los hábitats de los cetáceos son diversos, pudiendo encontrarse a lo largo del planeta en océanos, costas y ríos, desde el Ártico, a través de los trópicos ecuatoriales, hasta el Antártico (Prideaux, 2003).

El estudio de la distribución espacial y temporal de los cetáceos, implica la realización de investigaciones ecológicas sobre variables ambientales y su correlación con los cetáceos. Diversos estudios han mostrado la importancia e influencia de factores ecogeográficos en la ocurrencia y distribución de los cetáceos (Ballance et al., 2006; Tynan et al., 2005; Macleod et al., 2004; Griffin et al., 2003; O'Callaghan & Baker, 2002; Baumgartner, Mullin, May, & Leming, 2001; Valles-Jiménez, 1998). Para muchas especies de cetáceos, su hábitat crítico puede relacionarse con áreas geográficas convencionales o parámetros fijos como la batimetría y tipo de sedimento. Para otras especies, el hábitat crítico puede ser definido por parámetros oceanográficos más "fluidos" como temperatura, salinidad, y corriente marina, como las áreas menos fijas de alimentación que dependen del afloramiento de nutrientes u otras condiciones oceanográficas cambiantes (Cechetti, 2006; Prideaux, 2003). Otros autores sugieren que la distribución oceánica de pequeños cetáceos está determinada por la profundidad, mientras la distribución costera por las variaciones en la temperatura (O'Callaghan et al., 2002).

La preferencia de diversas especies de cetáceos por ciertas áreas, así como la distribución de sus presas, está determinada en ocasiones por las características

topográficas del fondo marino (Rodríguez-Fonseca, 2001). Rangos de diferentes profundidades, y tipos de sedimento caracterizan los rangos de hábitat de muchas especies (Kiszka et al., 2007; Cechetti, 2006; Baird, Webster, & McSweeney, 2005; Moore et al., 2000). Es más, estudios anteriores han mostrado que los hábitat de los cetáceos, dentro de varios cientos de kilómetros de la costa, pueden ser divididos efectivamente a través de la profundidad (Baumgartner et al., 2001). La pendiente del suelo marino, relacionado al fenómeno de afloramiento y a la mezcla mecánica y distribución de nutrientes, está involucrada en la productividad primaria y disponibilidad de alimento de toda la cadena alimenticia (Cechetti, 2006).

Los parámetros no fijos, como las corrientes marinas, los frentes y remolinos, también han mostrado tener una relación especie-específico con los cetáceos (Ballance et al., 2006), además de que conllevan la concentración de nutrientes y organismos debido a la estratificación y mezcla de agua. En el caso de la temperatura, los valores altos de temperatura, están involucrados en el crecimiento del fitoplancton, y por lo tanto, en la productividad primaria (Cechetti, 2006; Prideaux, 2003).

Todos estos factores ambientales implican una discontinuidad y grado de agregación en la disponibilidad y distribución de alimento y conllevan una influencia indirecta en la distribución de cetáceos (Kiszka et al., 2007; Cechetti, 2006) y la separación de nichos (Macleod et al., 2004).

3.2.2. Estudios relacionados con partición de hábitat y correlación entre la distribución de cetáceos y variables ambientales

Uno de los primeros estudios que mostró una selección de hábitat en los cetáceos, se realizó entre 1976-1980 con el fin de determinar la distribución de los delfines *S. attenuata*, *S. longirostris*, *S. coeruleoalba* y *D. delphis* en el Pacífico Tropical Oriental –PTO- (Au et al., 1985). Un estudio similar se realizó entre 1982-1986 en el PTO, en donde se estudiaron los cambios estacionales a gran escala en la distribución y diferencias de hábitat entre delfines (Reilly, 1990). En el Ártico de Alaska, se utilizaron datos de 10 años (1982 -1991) de avistamientos, para estudiar la selección de hábitat de varios cetáceos, tomando como base la batimetría (Moore, 2000; Moore et al., 2000).

Otros estudios como el realizado entre 1992-1994 en el norte del Golfo de México, o entre 1998-2000 en Florida, analizaron aspectos como la profundidad, pendiente,

temperatura superficial, concentración de clorofila, biomasa epipelágica de zooplancton, entre otras, para analizar distribución, abundancia y preferencias de hábitat de los cetáceos (Griffin et al., 2003; Baumgartner et al., 2001).

A partir de estas observaciones, se han planteado varias hipótesis como la del mínimo traslape entre las especies (Griffin et al., 2003), o la ocupación de diferentes nichos entre las especies (Macleod et al., 2004), sin embargo aún hacen falta muchos estudios.

3.3. Cambios estacionales

Muchos cetáceos emprenden migraciones estacionales, a menudo atravesando miles de kilómetros desde los territorios de alimentación a las áreas de cría. La mayoría de ballenas dentadas no migran en absoluto, aunque pueden presentar movimientos estacionales para buscar alimento. Las migraciones de grandes ballenas son sin duda las más importantes. Muchas ballenas con barbas se congregan para comer durante el verano en las productivas aguas de las regiones polares y durante el invierno migran a aguas cálidas para reproducirse (Castro & Huber, 2007). Dentro de los delfines, se han observado movimientos estacionales de pequeña escala, especialmente poblaciones costeras, aparentemente en respuesta a fluctuaciones estacionales del hábitat, como la temperatura superficial del agua, y la profundidad de la termoclina, que ocasionan cambios en el movimiento de las presas (May-Collado, Gerrodette, Calambokidis, Rasmussen, & Sereg, 2005a; Reilly, 1990). Debido a que la variación ambiental en aguas tropicales es relativamente pequeña, se asume que tiene poca influencia en las poblaciones de delfines que habitan en ella. Sin embargo algunas poblaciones parecen responder a la estacionalidad local que se observa particularmente en el Pacífico (May-Collado & Morales, 2005b).

Podemos decir, por tanto, que los cetáceos suelen moverse hora tras hora, día a día, semana tras semana, según el estado del mar, del tiempo, la disponibilidad de presas, el impacto ocasionado por la actividad humana y otros factores (Cawardine et al., 2006).

3.4. Investigación y Operaciones de Avistamiento de Cetáceos en Guatemala

3.4.1. Investigaciones en Guatemala

Se han realizado muy pocas investigaciones sobre cetáceos en el país. La mayor parte de la información que se tiene proviene de estudios realizados por la NOAA -SWFC

(*National Oceanic and Atmospheric Administration – Southwest Fisheries Science Center*) a lo largo de todo el PTO, los cuales surgieron como una preocupación a los altos índices de captura incidental de delfines por la pesca de atún (Holt, 1983).

Los primeros estudios se realizaron a través de datos obtenidos por científicos observadores a bordo de embarcaciones de pesca de atún a lo largo de los años 1968-74, junto con el análisis de especímenes de museo y literatura, permitieron los primeros estudios de la región (Holt, 1983; Perrin, 1975). A través de ellos, se realizaron las primeras estimaciones de abundancias poblacionales de delfines y se identificaron diversas razas o formas de delfines a lo largo del Pacífico Tropical Oriental. Se encontraron al menos dos razas de delfines manchados, *S. attenuata*, tres de delfines tornillo *S. longirostris* y dos posibles formas de delfín listado, *S. coeruleoalba* (Perrin, 1975). Posteriormente, dos de estas formas se reconocieron como subespecies endémicas para las costas de Centroamérica (May-Collado, 2009; Perrin, 1990; Holt, 1983).

Entre 1976-1980 la SWFC desarrolló 17 cruceros en el PTO, principalmente entre enero y mayo, utilizando la embarcación de investigación *David Star Jordan* y *Townsend Cromwell* de la NOAA, con el fin de estudiar algunos aspectos de la distribución de cetáceos (Au et al., 1985). Durante mayo-agosto, 1982 y a bordo de *David Star Jordan*, se desarrolló un crucero con el fin de obtener información de las densidades poblacionales de delfines, en las áreas de pesca de atún del PTO (Holt, 1983). Durante junio-noviembre de los años 1982, 1986 y 1987 se realizaron navegaciones en las que se estudiaron los cambios a gran escala en la distribución y diferencias de hábitat entre delfines en el PTO (Reilly, 1990). Los años 1986 y 1987 de este estudio, corresponden a un programa de 6 años de monitoreo de abundancia de delfines en el PTO, con estos datos fue que en 1996, Gerrodette y Palacios, proveyeron estimaciones preliminares de los tamaños de poblaciones de los grupos de cetáceos en la Zona Económica Exclusiva del Pacífico, para cada uno de los países desde México hasta Ecuador, sin embargo, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua se unieron como una categoría debido a sus áreas marítimas tan pequeñas y la falta de bordes marítimos claros entre algunos países (May-Collado, 2009). Ellos encontraron que la abundancia y diversidad de cetáceos decrecía desde México a Ecuador. La especie más abundante era *Stenella* spp. y *D. delphis* seguido de *T. truncatus*, *G. griseus*, *S. bredanensis*, *G. macrorhynchus* y

zifidos. Los Rorcuales tuvieron las abundancias más bajas en el área (May-Collado, 2009).

Los trabajos de la NOAA-WFSC continuaron en el PTO y durante los años 1998-2000, 2003 y 2006, realizaron varios cruceros a bordo de *McArthur* y *David Starr Jordan*, en el que se obtuvieron datos de abundancias, acústica, muestras de tejido, foto-identificación y comportamiento (Jackson et al., 2008; Gerrodette & Forcada, 2006; Gerrodette et al., 2005; Jackson et al., 2004; Kinzey et al., 2001; Kinzey et al., 2000). En 2009 se realizó una compilación de los datos obtenidos durante estos cruceros, para la Zona Económica Exclusiva de Guatemala, en el que se identificaron 18 especies de cetáceos para Guatemala (Quintana-Rizzo et al., 2009)

Estudios específicamente para Guatemala, son muy escasos. A principios del año 2006, Paulina Godoy de la Universidad Autónoma de Baja California, realizó una investigación para determinar el uso del Pacífico Guatemalteco por *M. novaeangliae* como área de reproducción en temporada de invierno (Herrera et al., 2006). En 2007 se realizó un estudio sobre la relación de variables físicas del océano sobre la presencia y tamaño de grupo de los cetáceos, en el cual se encontró que la profundidad y distancia de la costa son las variables que explican con mayor grado, las variaciones en el tamaño de grupo y presencia de los delfines, y que mientras más alejado de la costa existe una tendencia a encontrar grupos de mayor tamaño (Cabrera et al., 2008). Ese mismo año se realizó un estudio para evaluar la presencia de las ballenas en el país, y la capacidad de las embarcaciones de los pescadores para realizar avistamiento de cetáceos. El estudio se basó principalmente en encuestas a pescadores y algunas navegaciones, en los cuales se confirmó la presencia de la ballena jorobada (Ruano et al., 2008).

En 2009 se realizaron dos estudios relacionados con el comportamiento, durante febrero y mayo 2009, se realizó un estudio sobre el registro de comportamientos superficiales de los delfines (*S. attenuata*, *S. longirostris* y *T. truncatus*). En el cual se registraron 21 comportamientos diferentes, clasificados en cuatro categorías (Romero, 2009). El otro estudio se realizó durante febrero y julio de 2009. En éste, se analizó el efecto de variables oceánicas sobre el comportamiento de las mismas tres especies (Ortíz, 2009).

3.4.2. Avistamiento de Cetáceos en Guatemala

El avistamiento de cetáceos es una actividad humana en la cual se realizan encuentros de cetáceos en su hábitat natural. Puede ser por motivos científicos, educativos o recreacionales (Hoyt, 2008).

En los últimos 15 años, el avistamiento turístico de cetáceos ha mostrado un fuerte y constante crecimiento en toda América Latina y se ha convertido en una fuente importante para comunidades costeras que tradicionalmente han vivido de la pesca, aportando de manera significativa a su desarrollo económico (Hoyt & Iñíguez, 2008; Flórez-González et al., 2007). A nivel mundial, esta industria movilizó unos cuatro millones de personas en 1991 y llegó a cerca de nueve millones en 2001, con una tasa de crecimiento de 21.4% anual, y con base al crecimiento que se ha dado en los últimos años, se estima que en el 2006, 12 millones de personas avistaron cetáceos con ingreso anual de USD \$1.5 billones (Hoyt, 2008). Para América Latina, en el año 2006 había 885,679 observadores de cetáceos, con USD \$79.4 millones en gastos directos (precios del boleto) y USD \$278.1 millones en gastos totales (Hoyt et al., 2008). En el caso concreto de Guatemala para la temporada 2006/2007 han sido reportados ingresos por USD \$152,000 generado por 800 turistas que realizaron avistamiento de cetáceos (Hoyt et al., 2008).

A pesar de los grandes beneficios económicos de esta actividad, es posible que pueda ser positiva o negativa, pues un avistamiento irresponsable o masivo puede ocasionar graves molestias o daños en estos animales (Cawardine et al., 2006), reconociéndose que la respuesta varía según la especie y la región (Flórez-González et al., 2007).

4. JUSTIFICACIÓN

Los cetáceos afrontan diversas amenazas en un mundo en constante cambio (Prideaux, 2003). Hace más de un siglo que se vienen capturando ballenas y delfines de su medio natural, y son confinados al cautiverio para ser entrenados o exhibidos en acuarios (Cawardine et al., 2006). Muchos se ven amenazados por la contaminación, destrucción de su hábitat, sobreexplotación pesquera y el cambio climático (Prideaux, 2003). Otros mueren en el mundo cada año en manos del ser humano, ya sea en cacerías legales e ilegales o porque quedan atrapados en redes de pesca, entre otras causas (Cawardine et al., 2006; Morteo, Heckel, Defren, & Schramm, 2004).

El estudio de cetáceos en Guatemala tiene una historia reciente, siendo muy pocas las investigaciones realizadas hasta la fecha (Cabrera et al., 2008; Herrera et al., 2006; Gerrodette et al., 2005; Jackson et al., 2004; Reilly, 1990), lo cual no ha permitido hacer evaluaciones sobre las probabilidades de supervivencia y conservación de las mismas. La importancia del estudio de la distribución y preferencias de hábitat de estas especies, está relacionada con un mejor entendimiento de las dinámicas ecológicas relacionadas con la presencia y distribución de los cetáceos en el área. Así mismo, podría proveer de elementos claves para el desarrollo de estrategias de conservación y manejo de los cetáceos en Guatemala, lo cual representa el primer paso en el diseño de áreas protegidas marinas (APMs) (Cechetti, 2006; Hooker, Whitehead, & Gowans, 1999). Siendo indispensable trabajar, especialmente, con aquellas especies que tienen poblaciones principalmente costeras, y que son más susceptibles al impacto causado por la actividad antrópica, la sobre posición con áreas de pesca (atún y pesca artesanal) y al incremento incontrolado de la actividad turística de avistamiento de cetáceos (May-Collado et al., 2005a).

Con la inclusión de Guatemala por el decreto 61-2005 del Congreso de la República, en la Comisión Ballenera Internacional –CBI-, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas-CONAP- ha promovido el uso no letal de cetáceos a través de investigación y turismo sostenible. La observación de cetáceos es una de las actividades turísticas de más rápido crecimiento en los últimos 10 años, a nivel mundial (Flórez-González et al., 2007), y que puede traer beneficios a las comunidades, siempre que se maneje de forma responsable. La actividad de avistamiento de cetáceos es muy incipiente en Guatemala

como lo refleja Hoyt & Iñíguez (2008). Sin embargo, para que esta actividad sea positiva y no ocasione graves molestias o daños en estos animales, se deben realizar estudios basados principalmente en su distribución y uso de hábitat. Con lo cual, este estudio, va a proveer información útil para que el desarrollo de esta actividad se realice de forma más técnica, beneficiando a las comunidades, principalmente aquellas dentro de los departamentos de Escuintla, Santa Rosa y Jutiapa, y permitiendo a la vez que el turista aprenda más de la biología y conservación de los cetáceos.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Analizar la distribución y selección de hábitat de los cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala

5.2. Específicos

- 5.2.1. Realizar un inventario y frecuencias de avistamiento de las especies de cetáceos avistadas en el Pacífico Este de Guatemala.
- 5.2.2. Analizar la correlación entre la distribución de cetáceos y diversas variables ambientales en el Pacífico Este de Guatemala
- 5.2.3. Analizar las diferencias interespecíficas de la distribución de los cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala

6. HIPÓTESIS

Las especies de cetáceos muestran diferente distribución espacial dentro del Pacífico Este Guatemalteco, y dicha distribución está relacionada a variables ambientales.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Área de Estudio

7.1.1. Litoral del Pacífico

Guatemala cuenta con unos 254km. de línea de costa en el litoral del Pacífico El mar territorial se extiende hasta 12 millas náuticas de la costa y tiene una extensión de 5709km², sin embargo cuenta con una zona económica exclusiva –ZEE–, que comprende hasta las 200millas náuticas, y tiene una extensión de aproximadamente 114,512 km². La zona intermareal está ubicada entre mareas, está expuesta al aire cuando la marea baja y sumergida cuando hay marea alta (Castro et al., 2007). La plataforma continental, que comprende desde la línea de la costa hasta los 200m de profundidad, mide unos 13,707km², tiene un ancho promedio de 60km. (Fig. 1) y está en su mayor parte, cubierta por lodos (arcilla y limo) y arena.

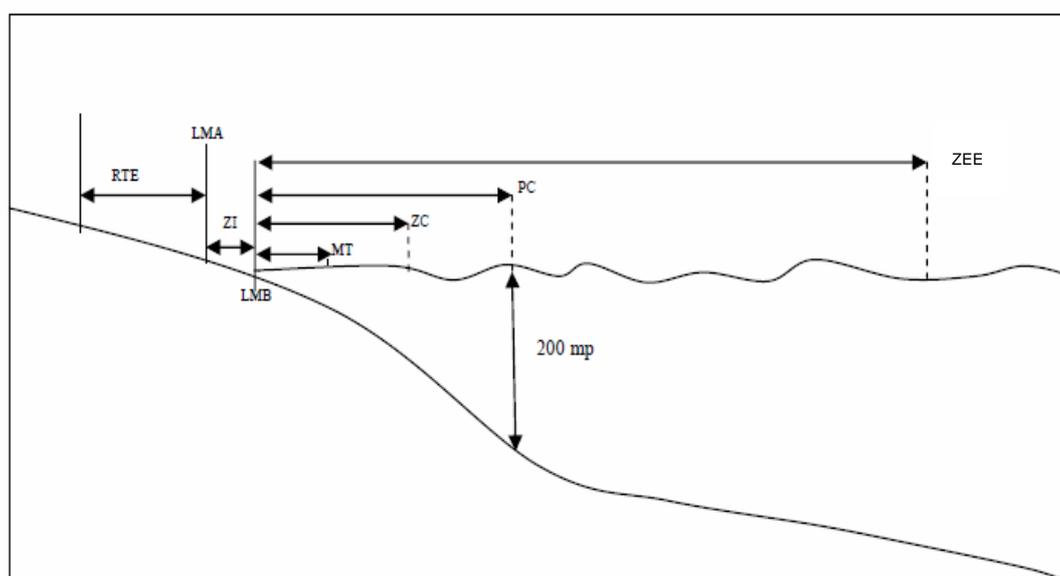


Fig. 1. Perfil esquemático de la zonificación del área marino costera de Guatemala con base en conceptos técnicos y legales. *RTE*: Reservas Territoriales del Estado. *LMA*: Línea de Marea Alta. *ZI*: Zona intermareal. *LMB*: Línea de Marea Baja. *MT*: Mar Territorial. *ZC*: Zona Contigua. *PC*: Plataforma Continental, *ZEE*: Zona Económica Exclusiva (PROBIOMA, 2009).

Los fondos son poco accidentados, mayormente blandos y bastante planos. Los fondos de barro son más comunes en su parte profunda y cerca a las zonas limítrofes con México y El Salvador. Tan sólo el 10-15% de los fondos consisten en áreas rocosas, con geografía submarina accidentada. También se encuentran en la plataforma continental parches de fondos duros (roca y coral) en la costa frente a Champerico y Río Paz (PROBIOMA, 2009; Jolon-Morales, Sanchez-Castañeda, Villagrán-Colón, Mechel, & Jinh, 2005; Ixquiac, 1998)

7.2. Área de Estudio

Se localiza en el Pacífico Este de Guatemala, y se extiende desde San José, Escuintla (91°00'N, 13°55'O) hasta Moyuta, Jutiapa (13°45'N, 90°8'O) (frontera con El Salvador). Abarca una línea de costa de 80km. y un área de 15,000km² aproximadamente (Fig. 2).

La batimetría del área es bastante variable, con sitios planos y de pocos metros de profundidad, en especial cerca de la costa, así como áreas con grandes pendientes y profundidades de más de 6000m cerca de los 130-140km de la costa. Estas variaciones tan marcadas responden a la presencia de un cañón submarino profundo, insertado en el borde de la plataforma continental plana, y la parte superior del talud continental, conocido como cañón de San José (Ladd et al., 1978), y la zona de subducción, donde se unen la placa de los Cocos y la placa del Caribe denominada fosa de Centroamérica o de Mesoamérica, localizada a unos 100km paralelo a la costa (Fig. 2).

A unos 70km (38mn) de la costa aproximadamente, se observa el mayor cambio en la pendiente, con áreas desde un 10% hasta más de un 25% de pendiente. A partir de esta zona, hasta aproximadamente unos 140km (75mn) de la costa, se observa una serie de cambios en la pendiente del área, con áreas de grandes pendientes y otras de pendientes pequeñas (Fig. 16). El área donde se inserta el cañón presenta pendientes sobre un 5% desde unos 30km (16mn) de la costa, sin embargo, la región donde inicia la zona de subducción de la fosa de Centroamérica es donde se encuentran las mayores pendientes del área de estudio

En el área se pueden identificar diversos hábitats bénticos divididos entre planicies, depresiones, crestas y laderas tanto de fondo blando como de fondo duro. En las regiones costeras predominan las planicies de fondo blando. El área del cañón de San José presenta una mayor diversidad de hábitats bénticos, entre ellos dominan las planicies de fondo duro y blando, laderas mesobénticas y batibénticas de fondo blando, crestas y depresiones dispersas. En las regiones más profundas se encuentran las laderas crestas, depresiones y algunas planicies de fondo blanco (CONAP et al., 2009). En el área de estudio los hábitat más frecuentes fueron las planicies de fondo blando, que se encontraron sobre todo en las regiones más cercanas a la costa (<60km), seguidas de las laderas también de fondos blandos en las áreas intermedias y profundas (Fig. 20).

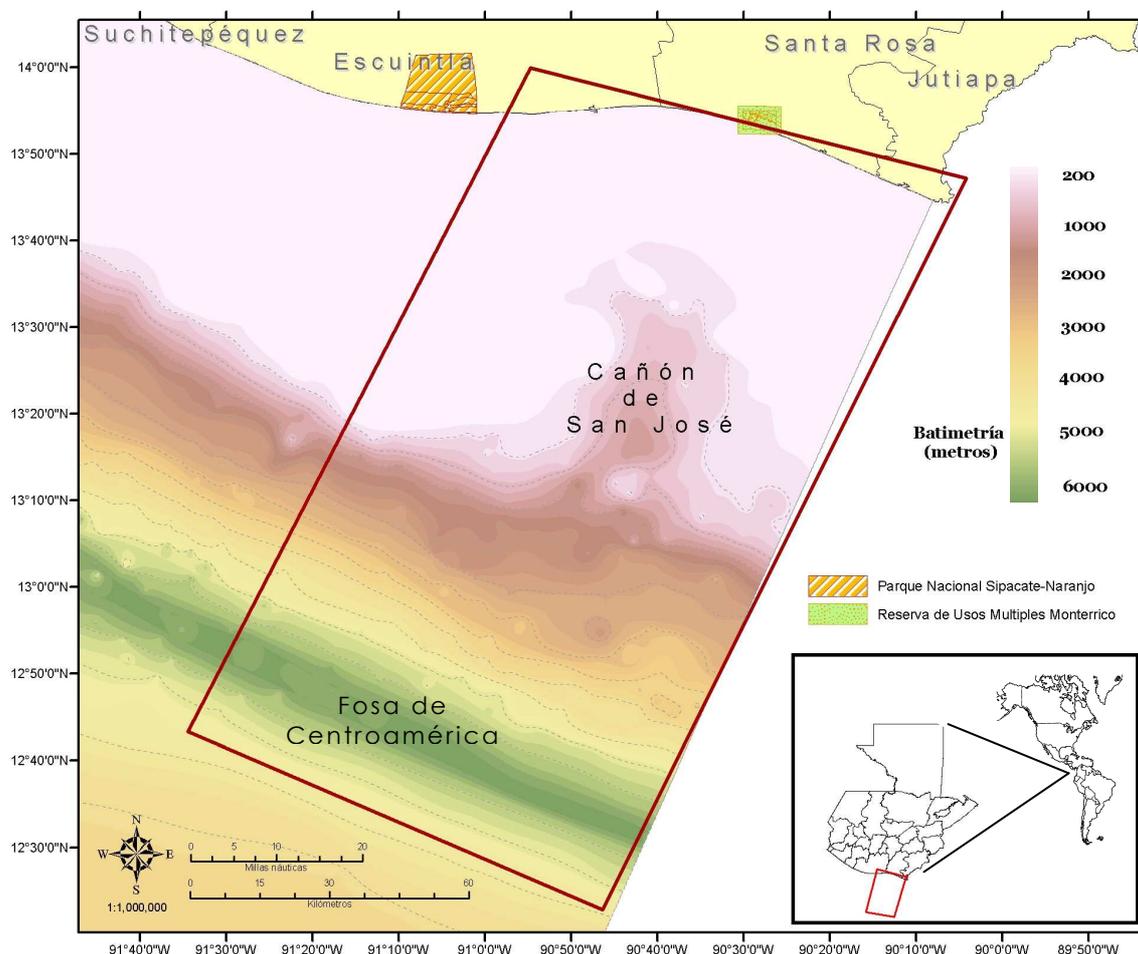


Fig. 2. Área de Estudio (Pacífico Este de Guatemala). *El área de muestreo está representada por el rectángulo rojo. Los colores en el mapa representan la batimetría del área con regiones de menos de 200m (rosado), hasta regiones con más de 6000m (verde). Las capas de batimetría fueron obtenidas de PROBIOMA (2009).*

El Pacífico Este de Guatemala, es parte del Pacífico Tropical Oriental (PTO), un área que contiene uno de los océanos más productivos del mundo (Fiedler, Philbrick, & Chávez, 1991) y con un rol muy importante en la variación climática ocasionada por el fenómeno de El Niño, la producción pesquera y el ciclo global de carbono (Fiedler & Talley, 2006). Además es parte de la cuenca de Centro América (refiriéndose a las aguas costeras desde Guatemala hasta el Ecuador) (May-Collado et al., 2005a; Au et al., 1985). Es un área de aguas tropicales, pero contiene una de las aguas más variables dentro de la Provincia de Aguas Superficiales Tropicales, debido a la influencia de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), donde convergen los vientos del norte y los del sur. Durante la primera mitad del año y durante el invierno del norte (enero-marzo), vientos del noreste soplan a través de Centro América desde el Atlántico, produciendo un afloramiento costero, movimiento de viento y un patrón más complejo de temperatura. Durante la segunda mitad del año, se producen vientos del sur, lluvia, reducción de la salinidad e intensificación de la Contracorriente Ecuatorial (May-Collado et al., 2005a; Au et al., 1985) (Fig. 3).

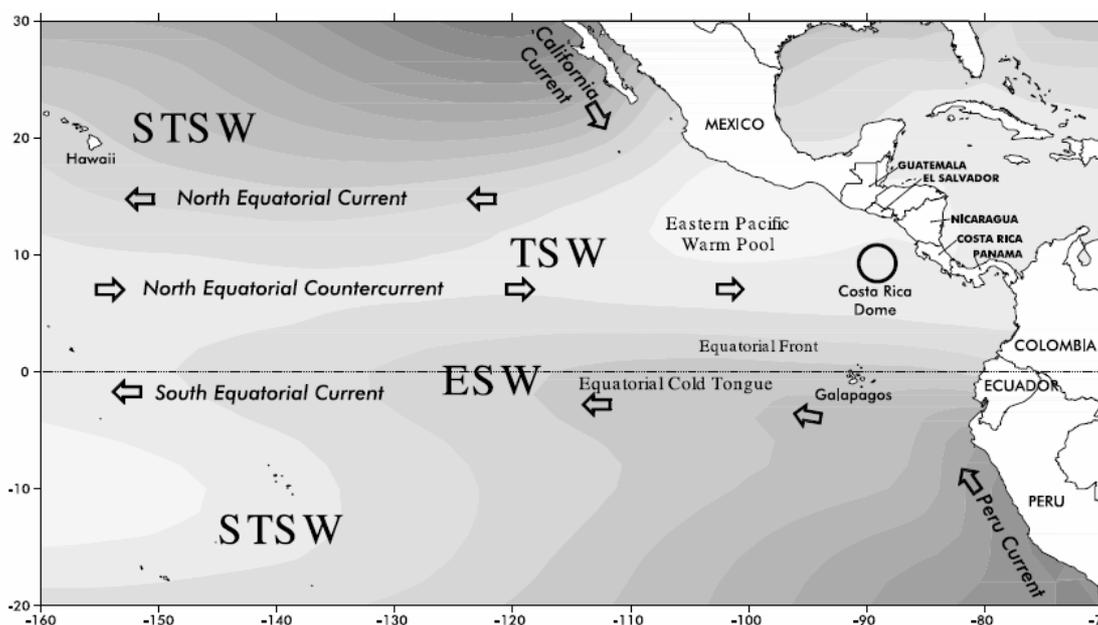


Fig. 3. Diagrama esquemático de las masas de agua y corrientes superficiales del Pacífico Tropical Oriental. *STSW*: Aguas Superficiales Subtropicales; *TSW*: Aguas Superficiales Tropicales; *ESW*: Aguas Superficiales Ecuatoriales. El sombreado representa la media de la temperatura superficial (oscuro: más frío) (Fiedler et al., 2006).

Las variaciones de temperatura en el área de estudio a lo largo de un año de muestreo (febrero 2009- febrero 2010), fueron de aproximadamente dos grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$) (Fig. 4). Observándose las mayores temperaturas ($27\text{-}28^{\circ}\text{C}$ a nivel superficial), durante la época lluviosa, mientras que las temperaturas más bajas ($26\text{-}27^{\circ}\text{C}$ a nivel superficial) se encontraron durante la época seca.

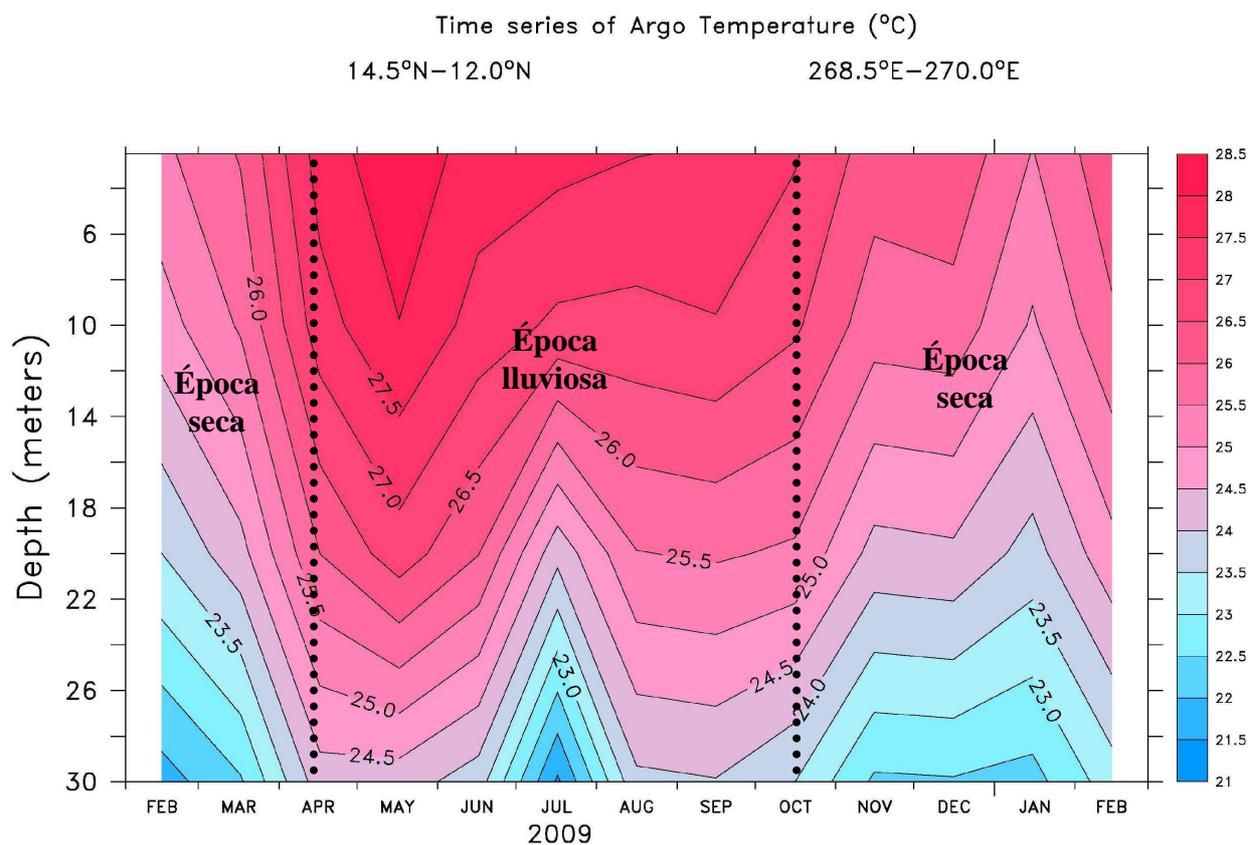


Fig. 4. Variaciones de temperatura del agua dentro de los primeros 30m de profundidad, entre febrero 2009 y febrero 2010. Los datos corresponden a una serie temporal de Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de Argo dentro de las coordenadas: 14.5°N - 12.0°N y 91.5°O - 90°O . Las líneas punteadas dividen las dos temporadas en que se dividió el estudio.

En cuanto a la salinidad, los cambios fueron menores al 1 ‰ (Fig. 5), observándose los niveles más altos ($34.1\text{-}34.4$ ‰) durante la primera mitad del año y los más bajos ($33.7\text{-}34.1$ ‰) durante la segunda mitad del año. Lo cual podría responder en parte a que al incrementarse las lluvias, la salinidad del agua empieza a descender, y al contrario, conforme avanza la época seca, el nivel de salinidad del agua desciende (Au et al., 1985).

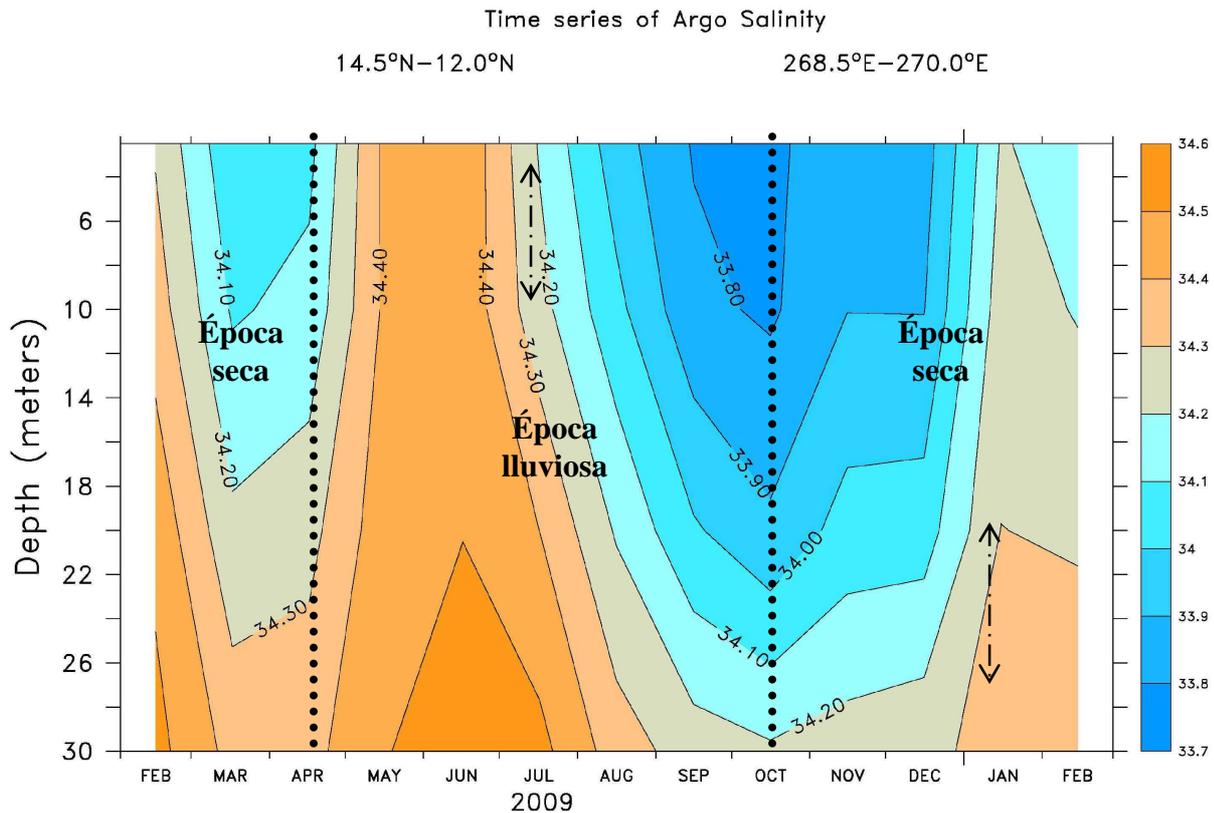


Fig. 5. Variaciones de salinidad del agua dentro de los primeros 30m de profundidad, entre febrero 2009 y febrero 2010. Los datos corresponden a una serie temporal de salinidad (‰) de Argo dentro de las coordenadas: 14.5° N - 12.0° N y 91.5° O - 90° O. Las líneas punteadas dividen las dos temporadas en que se dividió el estudio

7.3. Universo

Población: Especies de cetáceos presentes en el Pacífico Este de Guatemala

Muestra: Grupos de cetáceos encontrados a lo largo de los transectos realizados durante dos días de muestreo mensuales a lo largo de un año (febrero de 2009 a febrero 2010).

Diseño Experimental

Unidad experimental: Grupo de cetáceos avistados en un determinado punto durante un tiempo y espacio.

Distribución espacial: Pacífico Este de Guatemala desde San José, Escuintla hasta Moyuta, Jutiapa, y extendiéndose hasta ± 60 mn mar adentro.

Distribución temporal: Durante los meses de febrero 2009 a febrero 2010.

Variables dependientes: Especies de cetáceos, distribución, frecuencia de avistamiento

Variables independientes: Profundidad, pendiente, hábitat bénticos y distancia de la costa

7.4. Materiales

Equipo

- Embarcaciones y combustible (Guardacostas y embarcación menor)
- Chaleco salvavidas
- Cámaras fotográficas
- Cámara de video
- Radios de dos vías
- Binoculares
- GPS
- Computadoras
- Linterna
- Cronómetro o reloj

Otros materiales

- Materiales de oficina
- Guías y libreta de campo
- Programas de computadora

7.5. Métodos

7.5.1. Navegaciones

Los muestreos se basaron en navegaciones siguiendo la metodología descrita por Baumgartner et al., (2001). Las navegaciones se llevaron a cabo mensualmente (a excepción del mes 5), a lo largo de un año, considerando como inicio de cada mes el día 25 a partir del mes de febrero (Cuadro 1). Se realizó un total de 22 días de navegación en el mar, con un esfuerzo activo de 263 horas de observación y 3412km (1842mn) recorridos. Cada muestreo consistió de dos días de navegación continua (± 24 horas de esfuerzo efectivo y ± 310 km recorridos) a excepción del segundo muestreo en el que se distanciaron los días por la disponibilidad de la embarcación. Para ello, se utilizó un Guardacostas (*Gukumatz* y *Azumanche* de 65pies, y *Kukulkan* de 105pies) y una embarcación menor proporcionados por el Comando Naval del Pacífico –CONAPAC- (Cuadro 1). Se navegó a una velocidad promedio de 11-16.5km/h (6-9 nudos), bajo condiciones superficiales aceptables (escala Beaufort¹ 0-3) y una visibilidad satisfactoria (Benson, Croll, Marinovic, Chávez, & Harvey, 2002). Se utilizaron diferentes transectos lineales colocados en áreas tanto costeras como oceánicas hasta unos 140km de costa, y cubriendo un área de aproximadamente 15000km².

¹ La Escala de Beaufort es una medida empírica para la intensidad del viento, basada principalmente en el estado del mar, de sus olas y la fuerza del viento. Su nombre completo es **Escala de Beaufort de la Fuerza de los Vientos**

El esfuerzo de muestreo y la ubicación de las líneas se diseñó para obtener una muestra amplia y grande de toda la región, y a la vez para obtener una muestra aleatoria de todas las especies (Calambokidis et al., 2008).

Cuadro 1. Navegaciones. Número y fecha de muestreos, mes y período correspondiente y guardacostas utilizado en cada una de las navegaciones.

Muestreo	Fecha	Mes	Periodo	Embarcación
I	28 feb & 1 mar	1	25 feb - 24 mar	<i>Kukulkan</i>
II	26 mar & 7 abr	2	25 mar- 24 abr	<i>Azumanche/Relax</i>
III	30 abr & 1 may	3	25 abr - 24 may	<i>Gukumatz</i>
IV	26 & 27 may	4	25 may - 24 jun	<i>Gukumatz</i>
-	-	5	25 jun - 24 jul	-
V	29 & 30 jul	6	25 jul - 24 ago	<i>Gukumatz</i>
VI	29 & 30 ago	7	25 ago - 24 sep	<i>Gukumatz</i>
VII	26 & 27 sep	8	25 sep - 24 oct	<i>Gukumatz</i>
VIII	21 & 22 nov	9	25 oct - 24 nov	<i>Gukumatz</i>
IX	15 & 16 dic	10	25 nov - 24 dic	<i>Gukumatz</i>
X	18 & 19 ene	11	25 dic - 24 ene	<i>Gukumatz</i>
XI	14 & 15 feb	12	25 ene - 24 feb	<i>Gukumatz</i>

7.5.2. Toma de datos

Durante las navegaciones, de dos a cuatro personas mantuvieron observación visual durante las horas de luz y cuando las condiciones del tiempo lo permitían. La observación se realizó a simple vista o con la ayuda de binoculares de mano (BARSKA® 16x32). Durante todo el recorrido se registró la posición de la embarcación usando un sistema de posicionamiento geográfico (GPS) de mano (GARMIN eTrexVista™ y MAGELLAN® Map 410), estado del mar y condiciones de avistamiento (Benson et al., 2002; Ballance et al., 2001).

Cuando se realizaba un avistamiento, la embarcación se aproximaba al grupo para registrar su posicionamiento (Morteo et al., 2004; Ballance et al., 2001). Para ello se consideró el punto más próximo al primer contacto con los cetáceos (Wilson et al., 1999). Se identificaba a los animales al menor nivel taxonómico posible y cada uno de los observadores (2-4 personas) realizaba una estimación del tamaño de grupo (número mínimo, máximo y mejor estimado), y tomaba notas del comportamiento.

Para determinar el tamaño de grupo, se utilizó como base la definición de Morteo et al., (2004) donde un grupo se define como el número máximo de cetáceos en asociación cercana que exhiben el mismo patrón de comportamiento o realizando actividades semejantes y movilizándose en la misma dirección (May-Collado et al., 2005b). En el caso de haber varias especies en un grupo, se registraba el número de individuos de cada especie (Appler, Barlow, & Rankin, 2004; Jackson et al., 2004). Luego de las estimaciones independientes y cuando las condiciones eran apropiadas, se utilizaba una embarcación menor para tomar fotografías y videos (Appler et al., 2004; Ballance et al., 2001). Lo cual se utilizó para confirmación de datos.

Todos los avistamientos realizados durante las horas de búsqueda se consideraron como avistamientos en esfuerzo activo. Los avistamientos realizados fuera de las horas de búsqueda, como en el caso de la noche, se consideraron como avistamientos en esfuerzo inactivo.

7.5.3. Análisis de Datos

Esfuerzo de muestreo

Los datos de esfuerzo incluyen las horas de muestreo, la distancia recorrida y la velocidad de la embarcación. Los datos de posicionamiento y esfuerzo a lo largo de los muestreos se utilizaron para graficar los recorridos y determinar el esfuerzo en cada una de las áreas y meses de estudio.

Análisis de Distribución

La ubicación geográfica de los avistamientos se obtuvo por medio de GPS (Morteo et al., 2004). Los datos de avistamiento se convirtieron en archivos delimitados por comas (*comma-separated values* -CSV-) y luego fueron incorporados al área de estudio utilizando el programa ArcGis 9.3. El objetivo era resaltar la distribución dentro del área del Pacífico Este de Guatemala y realizar una comparación posterior con las variables ambientales presentes (profundidad, pendiente, hábitat béntico, distancia de la costa). Las capas de profundidad, pendiente y hábitat bénticos utilizadas para la elaboración de los mapas fueron desarrolladas por PROBIOMA (2009). Además, se desarrollaron una serie de histogramas para cada especie y cada variable ambiental para proveer información visual adicional sobre la distribución espacial y temporal presente

(Cechetti, 2006). Posteriormente se determinó si existía una correlación entre las variables ambientales y la distribución espacial de las especies.

Para la realización del análisis de distribución temporal, los datos se dividieron en dos temporadas, época seca (aproximadamente de octubre a marzo) y época lluviosa (aproximadamente de abril a septiembre), esto debido a los cambios no sólo por lluvias, sino por variaciones de diversos factores oceanográficos como la temperatura y la salinidad. Los datos de temperatura y salinidad para el área de estudio se obtuvieron de Argo a través del programa *Pacific Marine Atlas*.

Selección de hábitat

El área de estudio se estratificó en subregiones batimétricas (post-muestreo), para calcular el esfuerzo de muestreo (t-km) y los avistamientos de cetáceos (t-SI). Para cada una de las principales especies se calculó la selección de hábitat y la estimación del radio de selección de hábitat. Así también se determinó si existía variabilidad interespecífica en la selección de hábitat (Moore *et al.*, 2000).

Se realizaron gráficos de curva de respuesta de las especies con respecto a las variaciones en la profundidad y distancia de la costa. Se utilizó un modelo generalizado aditivo (GAM) y una distribución de tipo binomial utilizando el programa Canoco 4.3. Todas las especies, a excepción de *S. longirostris*, se ajustaron de forma significativa al modelo.

Análisis Estadístico

- Frecuencia de avistamiento: se determinaron las frecuencias de avistamiento o tasas de encuentro de los cetáceos de dos formas:

- A. Para determinar la relación entre el número de cetáceos observados y el esfuerzo de búsqueda, tanto en distancia (km y mn), como en tiempo (horas):

$$FA: n / E$$

donde n es el número de avistamientos por especie y E esfuerzo total de búsqueda

- B. Para determinar la relación entre las diferentes especies observadas (en porcentaje):

$$FA: n / N \times 100$$

donde n: número de avistamientos por especie y N: el total de avistamientos (Kiszka *et al.*, 2007; Oviedo & Silva, 2005).

- Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, para determinar la normalidad de las variables ambientales (profundidad, pendiente y distancia de la costa) y las pruebas de análisis posteriores.
- Coeficiente de Correlación de Pearson para evaluar potenciales relaciones entre especies y variables ambientales (Cechetti, 2006; Moore et al., 2000).
- Prueba de Kruskal Wallis para evaluar potenciales diferencias significativas entre especies (Moore *et al.*, 2000). Es decir, la variabilidad interespecífica en la selección de hábitat. Además de la prueba de Mann-Whitney como evaluación posterior a Kruskal-Wallis, para evaluar por pares de especies, las diferencias interespecíficas.
- Análisis de Chi-cuadrado para evaluar potenciales diferencias significativas entre hábitats (Selección de hábitat)

El análisis de Chi-cuadrado se utilizó para probar la hipótesis nula que la distribución de cetáceos es proporcional al esfuerzo de búsqueda en cada una de las subregiones definidas (post-muestreo):

$$X^2 = \sum (O_i - E_i) / E_i$$

donde O_i es el número de cetáceos observados (t-SI) por región definida (profundidad), E_i es t-SI esperado por esfuerzo de muestreo si la distribución fuera uniforme, y I-1 da los grados de libertad donde I es el número de categorías de hábitat (Moore *et al.*, 2000)

Se obtuvieron los radios de selección (y radios estandarizados) para estimar la probabilidad de que una categoría de unidad de hábitat (i) será la siguiente seleccionada en caso de que todos los tipos de hábitat estuvieran igualmente disponibles. Los radios estandarizados proveen índices de selección de hábitat que son directamente comparables entre especies y entre temporadas (Moore *et al.*, 2000). El radio de selección (w_i) se calculó como:

$$W_i = o_i / pE_i$$

donde o_i : la proporción de cetáceos t-SI observados en el hábitat i; y pE_i : proporción de esfuerzo de muestreo (t-km) en el hábitat i. El radio de selección estandarizado (B_i) es:

$$B_i = w_i / \sum_{i=1} w_j$$

donde w_i : radio de selección del hábitat i y $\sum_{i=1} w_j$: es la sumatoria de todos los radios de selección.

8. RESULTADOS

8.1. Esfuerzo de Muestreo

Entre febrero 2009 y febrero 2010 se realizaron un total de 11 muestreos en el Pacífico Este de Guatemala, los cuales representaron 22 días de navegación en el mar, con un esfuerzo activo de 263 horas de observación y 3412km (1842mn) recorridos (Fig. 6; Cuadro 2). Se registraron 164 avistamientos de los cuales 153 se llevaron a cabo durante el esfuerzo activo (Cuadro 2). En el mapa de la figura 6 se presenta el área de estudio con los recorridos realizados en esfuerzo activo durante los once muestreos.

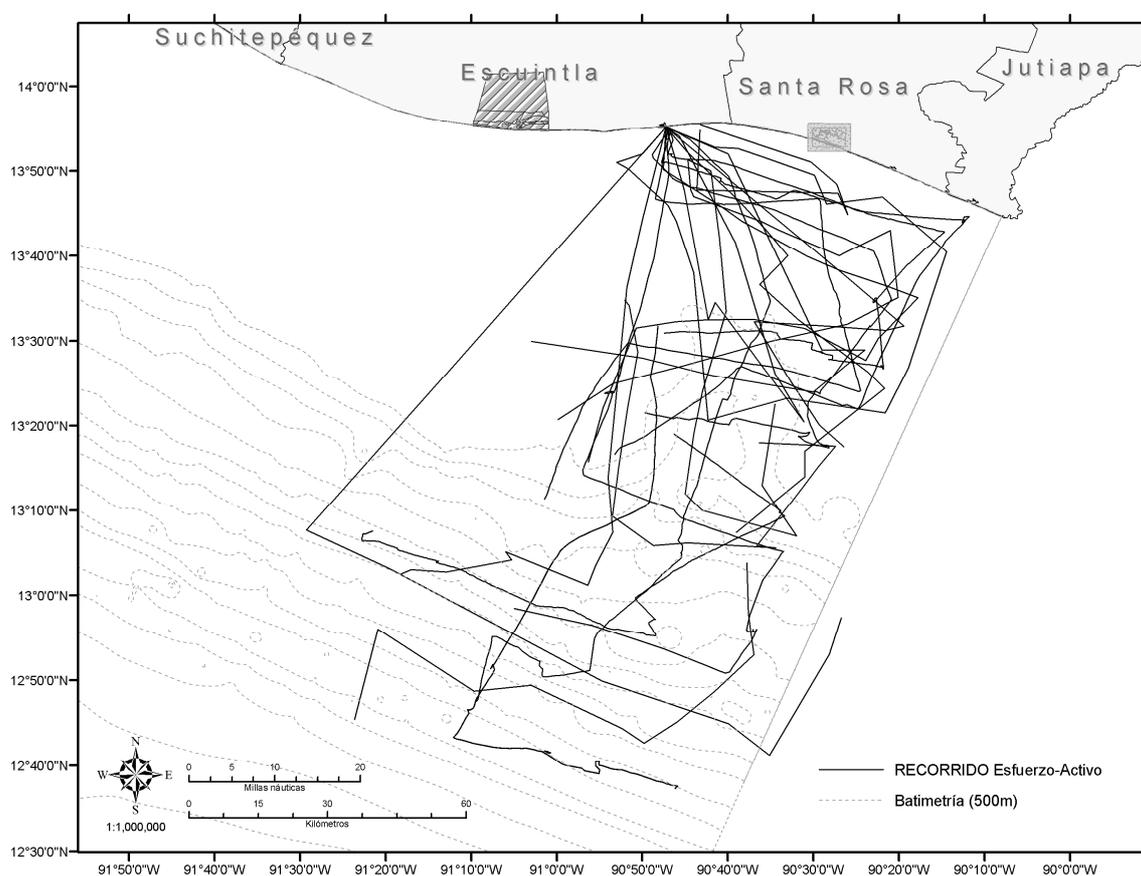


Fig. 6. Transectos de Estudio (Pacífico Este de Guatemala). *Las líneas continuas representan los recorridos en esfuerzo activo y las líneas punteadas la batimetría del área (cada línea equivale a variaciones de 500m en la profundidad).*

Se realizaron en promedio 24 horas de observación y 310km (167mn) recorridos por muestreo, cubriendo tanto áreas costeras como oceánicas desde 2 a 140km (1-76mn) de

la costa. A pesar de que la distancia recorrida en cada uno de los muestreo varió a lo largo del año (X^2 : 50, p : 2.67E-7), no se observó diferencia significativa en cuanto a las horas de observación efectiva (X^2 : 5.17, p : 0.88) y la velocidad media de la embarcación (X^2 :1.45, p : 0.99) (Cuadro 2; Fig. 7). Los muestreos dos (263 km/16h) y tres (200 km/19h) fueron los que presentaron los menores esfuerzos de búsqueda. Estas variaciones a lo largo del año, se deben en gran parte a cambios en las condiciones del tiempo, estado del mar, duración del día, entre otras.

Cuadro 2. Esfuerzo de Muestreo. Distancia recorrida en millas náuticas y kilómetros, horas de observación efectiva, número de avistamientos en esfuerzo activo (E-Activo) e inactivo (E-Inactivo) y velocidad media de la embarcación.

Muestreo	Distancia (mn)	Distancia (km)	Horas	Avistamientos E-Activo	Avistamientos E-Inactivo	Velocidad media (nudos)
I	165	306	22	9	2	7.5
II	142	263	16	8	0	8.9
III	108	200	19	7	1	5.7
IV	194	359	26	9	0	7.5
V	144	267	25	18	0	5.8
VI	168	311	26	16	2	6.5
VII	173	320	27	10	2	6.4
VIII	166	307	26	25	0	6.4
IX	210	388	26	12	3	8.2
X	200	370	26	11	1	7.8
XI	173	321	25	28	0	7.1
	1842	3412	263	153	11	

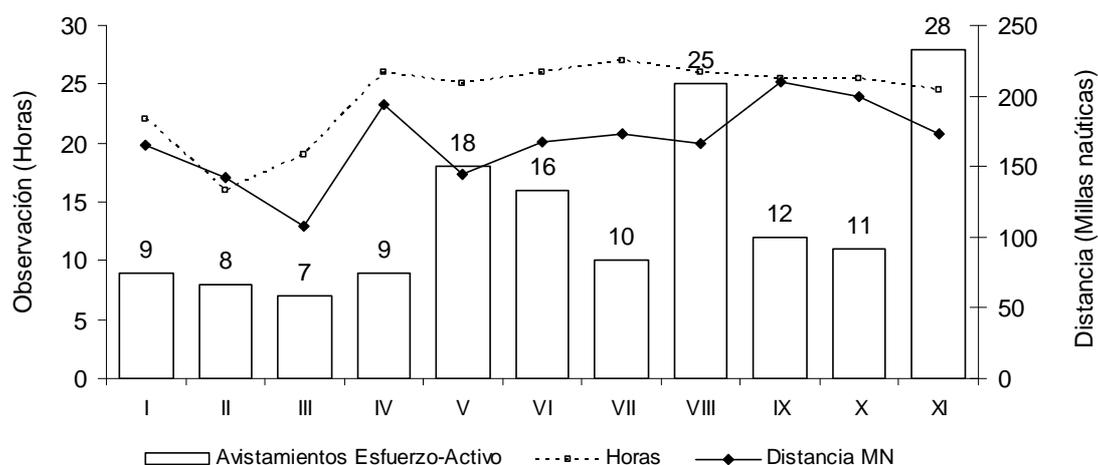


Fig. 7 Esfuerzo de Muestreo y Avistamientos. Relación entre la distancia recorrida (millas náuticas), el tiempo de observación (horas) y el número de avistamientos realizados durante el esfuerzo-activo en cada uno de los muestreos.

Las variaciones en cuanto a número de avistamientos y esfuerzo realizado, tanto en horas como en distancia recorrida, se muestran en la figura 7. El número de avistamientos por muestreo varió entre 7 y 28, con un promedio de 14. Los muestreos ocho y once fueron los que presentaron un mayor número de avistamientos, con 25 y 28 avistamientos respectivamente. Mientras que los muestreos del uno al cuatro presentaron los valores más bajos, con menos de 10 avistamientos cada uno.

8.2. Frecuencia de Avistamiento

Se registraron un total de 164 avistamientos, entre febrero 2009 y febrero 2010, de ocho especies y dos familias de cetáceos. La familia Delphinidae fue la más representada con 150 registros de seis especies, el delfín nariz de botella, *Tursiops truncatus*; el delfín manchado, *Stenella attenuata*; el delfín tornillo, *Stenella longirostris*; el delfín común, *Delphinus delphis*; el delfín de Risso, *Grampus griseus*; y el delfín de dientes rugosos, *Steno bredanensis*. Balaenopteridae fue la otra familia registrada con 14 avistamientos de dos especies diferentes, el rorcual tropical o ballena Bryde, *Balaenoptera edeni* de la subfamilia Balaenopterinae y la ballena Jorobada o Yubarta, *Megaptera novaeangliae*, de la subfamilia Megapterinae. Veinte avistamientos no pudieron determinarse hasta el nivel de especie, por lo que fueron identificados hasta el menor nivel taxonómico posible (Anexo 1).

Dentro de los delfines, *T. truncatus* fue la especie con el mayor número de avistamientos (94; 57%), seguida de *S. attenuata* (22; 13%) y *S. longirostris* (10; 6%). Mientras que dentro de las ballenas, *B. edeni* fue la más avistada (7; 4%) (Cuadro 3; Fig. 8). Aunque en este estudio se trabajó únicamente a nivel de especie, cabe mencionar la presencia de dos subespecies endémicas de las costas de Centroamérica, el delfín tornillo centroamericano, *S. l. centroamericana* y el delfín manchado costero, *S. a. graffmani*.

Cuadro 3. Especies de Cetáceos registradas durante el estudio.

Especie	Nombre común	Familia	*Número de Avistamientos
<i>Tursiops truncatus</i>	Delfín nariz de botella/ Tursión	Delphinidae	94
<i>Stenella attenuata</i>	Delfín manchado	Delphinidae	22
<i>Stenella longirostris</i>	Delfín tornillo	Delphinidae	10
<i>Delphinus delphis</i>	Delfín común	Delphinidae	4
<i>Grampus griseus</i>	Delfín de Risso	Delphinidae	2
<i>Steno bredanensis</i>	Delfín de dientes rugosos	Delphinidae	1
<i>Balaenoptera edeni</i>	Rorcual Tropical/ Ballena Bryde	Balaenopteridae	7
<i>Megaptera novaeangliae</i>	Ballena Jorobada/ Yubarta	Balaenopteridae	4
No determinada		Delphinidae	17
No determinada		Balaenopteridae	3
*Incluye datos en esfuerzo activo e inactivo			164

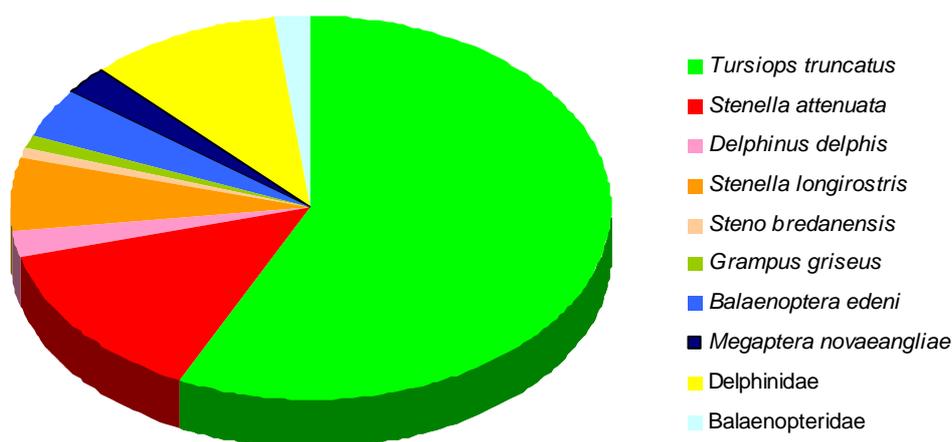


Fig. 8. Frecuencias. Porcentaje de avistamientos de especies de cetáceos para el Pacífico Este de Guatemala incluyendo esfuerzos activo e inactivo.

La frecuencia de avistamiento se midió tanto en distancia recorrida como en horas de observación, esto con el fin de determinar la relación entre el número de cetáceos observados y el esfuerzo de búsqueda. A lo largo de todo el estudio se obtuvo una frecuencia de 0.045 avistamientos por kilómetro recorrido (0.083 A/mn) y 0.583 por hora de observación, lo que quiere decir un avistamiento cada 22.3 km (12.04 mn) o cada 1.72 horas. En el cuadro 4 se presentan los datos de frecuencias para cada uno de los muestreos a lo largo del año. El muestreo XI presentó las frecuencias más altas

(0.1652 A/mn; 1.143 A/h), seguido del muestreo VII (0.151 A/mn; 0.962 A/h) y V (0.125 A/mn; 0.720 A/h). Los valores más bajos se observaron en el muestreo IV (0.046 A/mn; 0.346 A/h), el cual corresponde al muestreo realizado a finales del mes de mayo.

Cuadro 4. Frecuencia de Avistamientos. Frecuencia de avistamientos en esfuerzo activo (E-Activo) por milla náutica (A/mn), kilómetro recorrido (A/km) y por hora de búsqueda (A/h) para cada uno de los muestreos.

Muestreo	Avistamientos E-Activo	A/mn	A/km	A/h
I	9	0.055	0.029	0.409
II	8	0.056	0.030	0.500
III	7	0.065	0.035	0.368
IV	9	0.046	0.025	0.346
V	18	0.125	0.067	0.720
VI	16	0.095	0.051	0.615
VII	10	0.058	0.031	0.370
VIII	25	0.151	0.081	0.962
IX	12	0.057	0.031	0.471
X	11	0.055	0.030	0.431
XI	28	0.162	0.087	1.143
	153	0.083	0.045	0.583

Así mismo, se determinó la frecuencia relativa a nivel interespecífico, con el fin de encontrar la relación entre las diferentes especies observadas (en porcentaje), así como la frecuencia de cada una de ellas en relación a la distancia y horas de esfuerzo de búsqueda (Cuadro 5). *T. truncatus* fue la especie más frecuente con el 55.6%, seguida de *S. attenuata* con el 14.4% y *S. longirostris* con el 6.5% y en el caso de las ballenas *B. edeni* fue la más frecuente con el 4.6%.

Cuadro 5. Frecuencia por Especie. Frecuencia y porcentaje de avistamiento de cada una de las especies avistadas durante el esfuerzo activo, relación del número de avistamientos por distancia recorrida, en millas náuticas (mn) y kilómetros (km) y horas de observación.

Listado de Especies	Avistamientos E-Activo	Frecuencia	Porcentaje	A/mn	A/km	A/h
<i>Tursiops truncatus</i>	85	0.556	55.6%	0.046	0.025	0.324
<i>Stenella attenuata</i>	22	0.144	14.4%	0.012	0.006	0.084
<i>Stenella longirostris</i>	10	0.065	6.5%	0.005	0.003	0.038
<i>Grampus griseus</i>	2	0.013	1.3%	0.001	0.001	0.008
<i>Delphinus delphis</i>	4	0.026	2.6%	0.002	0.001	0.015
<i>Steno bredanensis</i>	1	0.007	0.7%	0.001	0.000	0.004
<i>Balaenoptera edeni</i>	7	0.046	4.6%	0.004	0.002	0.027
<i>Megaptera novaeangliae</i>	3	0.020	2.0%	0.002	0.001	0.011
Delphinidae	16	0.105	10.5%	0.009	0.005	0.061
Balaenopteridae	3	0.020	2.0%	0.002	0.001	0.011
Total	153	1	100%	0.083	0.045	0.583

8.3. Análisis de distribución

Se registraron avistamientos de cetáceos en toda el área de estudio, sin embargo las mayores densidades de encuentro se registraron en la parte costera (<15km) entre los departamentos de Escuintla y Santa Rosa y frente a la Reserva de Usos Múltiples Monterrico; en la parte este del cañón de San José a una distancia entre los 30 y 60 km de la costa; y en la región sur y oeste del cañón de San José entre los 50 y 90km de la costa (Fig. 9).

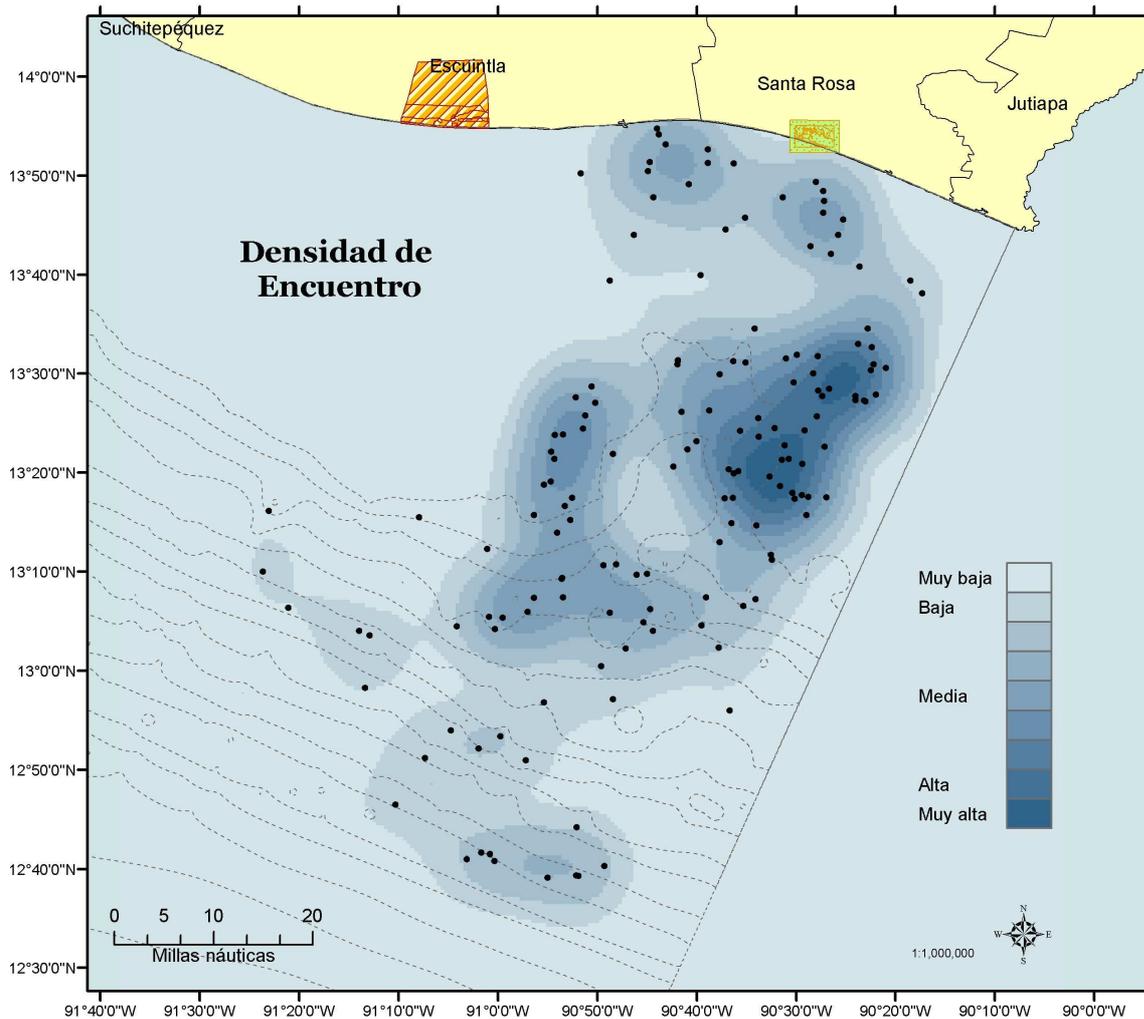


Fig. 9. Densidad de Encuentro de Cetáceos. *Puntos de avistamiento y densidad de Kernel (0.15) de los cetáceos registrados en el Pacífico Este de Guatemala entre febrero 2009 y febrero 2010. Las áreas más oscuras representan las áreas con mayor densidad en cuanto a número de avistamiento. Las líneas punteadas representan la batimetría del área (cada línea equivale a variaciones de 500m en la profundidad).*

8.3.1. Distribución y distancia de la costa

A lo largo del área de estudio, se observaron variaciones en la distribución y frecuencia de las diferentes especies avistadas. En el mapa de la figura 10 se observa que la región más costera está dominada por la presencia de *S. attenuata* y *M. novaeangliae* (esta última principalmente durante la época migratoria, de noviembre a abril). Luego se observa una franja entre los 10 y 20km de la costa, en donde *T. truncatus* es la especie

más frecuente. En la región del cañón de San José (entre los 30 y 70km aproximadamente) se observa una gran diversidad de especies, con avistamientos de *T. truncatus*, *S. attenuata*, *S. longirostris*, *B. edeni*, *M. novaeangliae*, *G. griseus* y *S. bredanensis*. Posteriormente, entre los 70 y 100km, *T. truncatus* y *B. edeni* son las especies más frecuentes, y en la región más distante *D. delphis* empieza a ser una de las especies más comunes.

Al comparar la distribución en relación a la distancia de la costa, entre las diferentes especies de cetáceos (Fig. 10-12), se encontró que *T. truncatus* fue la especie más cosmopolita dentro de los delfines, presentando una distribución que se ajusta bastante a la normalidad (Fig. 12). Esta especie se encontró tanto en zonas cercanas como lejanas de la costa, desde 2.5km hasta cerca de 140km de la costa, con las mayores frecuencias de avistamientos en distancias intermedias de la costa (el 50% de los datos entre los 45 y 91km), y las menores frecuencias en los extremos (Fig. 10-12). *S. attenuata* en su forma costera (*S. a. graffmani*) se observó sobre la plataforma continental y asociada a distancias menores de 67km (36mn) (Fig. 10). Presentó la distribución más cercana de la costa entre todos los cetáceos, con avistamientos desde los 7 hasta los 65km de la costa y con el 50% de los datos entre 9 y 41km. (Fig. 11). La tendencia que parece mostrar la frecuencia de sus avistamientos es que éstos disminuyen conforme se aleja de la costa (Fig. 11). Por el contrario, *D. delphis* fue observada únicamente en zonas oceánicas a más de 107km (58mn) de la costa y con avistamientos entre los 107 y 117km de la costa (Fig. 10-11).

En una región intermedia y principalmente en la parte este del cañón de San José, se encontró *S. longirostris*, con avistamientos entre los 44 y 80km (24-43mn) de la costa y sus mayores frecuencias entre los 45 y 65km de la costa (Fig. 8-10). *G. griseus* (n: 2) y *S. bredanensis* (n:1) fueron avistados en muy pocas ocasiones (Fig. 10), por lo que no podrían hacerse inferencias sobre sus patrones de distribución, y en el caso del gráfico de caja (Fig. 11), sus avistamientos se presentan únicamente como puntos en el gráfico. Dentro de la familia Balaenopteridae, *M. novaeangliae* fue la especie que se encontró en las distancias más cercanas de la costa, asociada, al igual que *S. attenuata* a áreas costeras sobre la plataforma continental (Fig. 10). Sus avistamientos estuvieron entre los 2 y 57km y con un promedio de 30km de la costa (Fig. 11). De estos avistamientos, los dos grupos con crías avistados, fueron los que se encontraron a distancias menores.

B. edeni, presentó un rango mayor de distribución en relación a la distancia, con avistamientos desde los 37 hasta los 110km de la costa, con una media cercana a los 68km (Fig. 10-11). Presentó una distribución que parece bastante uniforme dentro de un área entre los 40 y 110km (50-59mn) de la costa (Fig. 12), sin embargo, harían falta un mayor número de datos para poder observar con mayor certeza algún patrón en la distribución de ésta y el resto de las especies con un menor número de datos.

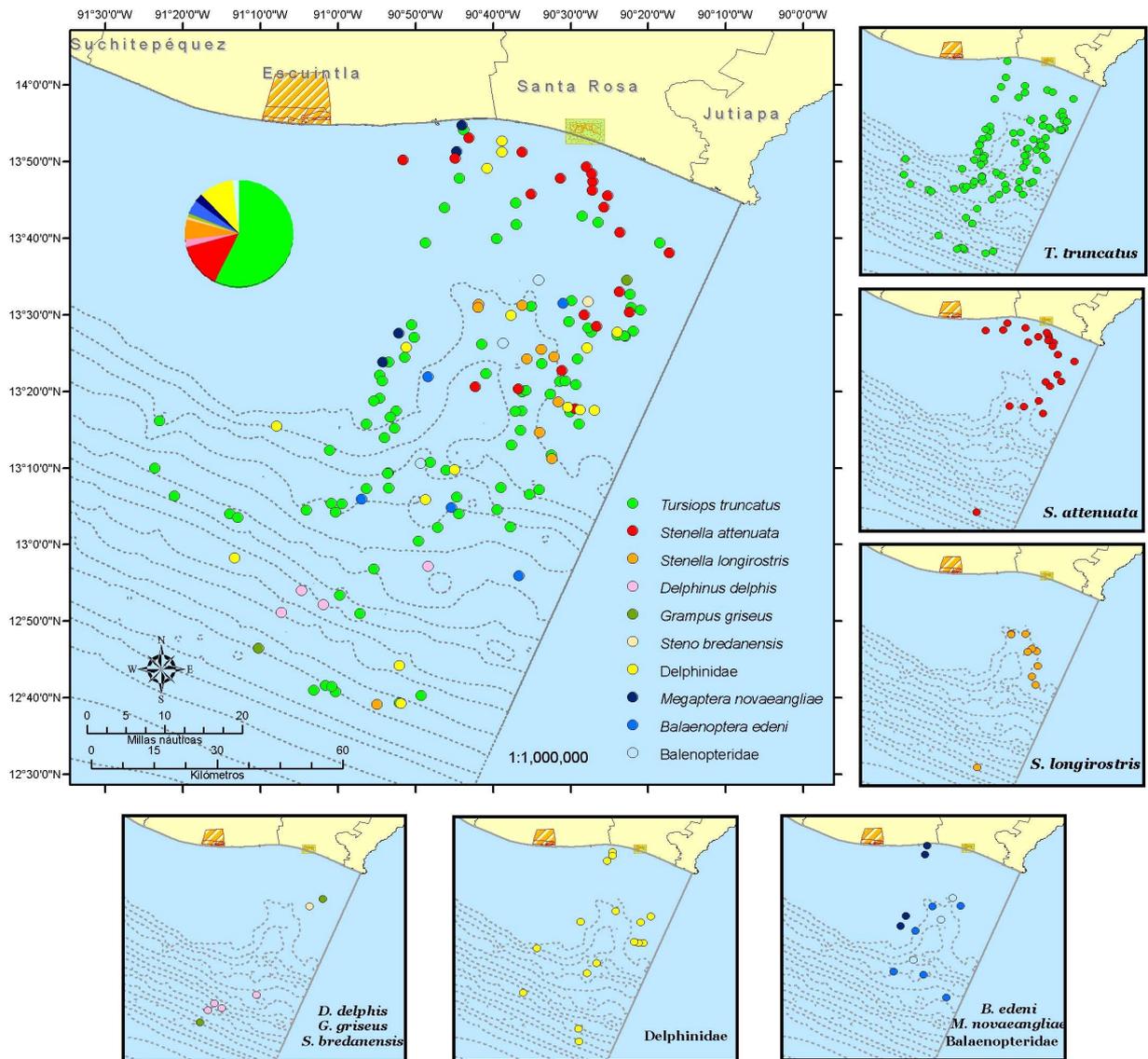


Fig. 10. Distribución total y específica de cetáceos identificados en el Pacífico Este de Guatemala entre febrero 2009 y febrero 2010.

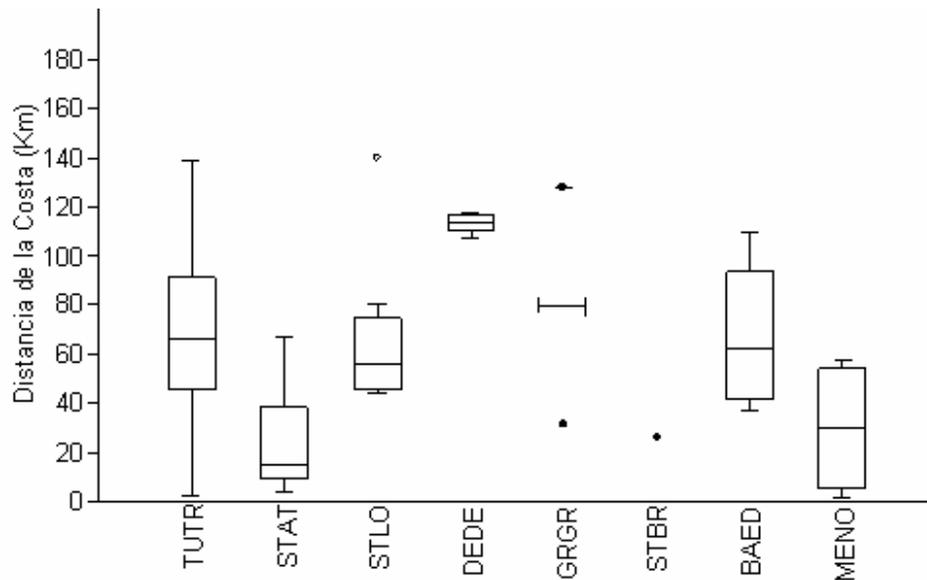


Fig. 11. Variaciones de la distancia de la costa para las diferentes especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala. TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*.

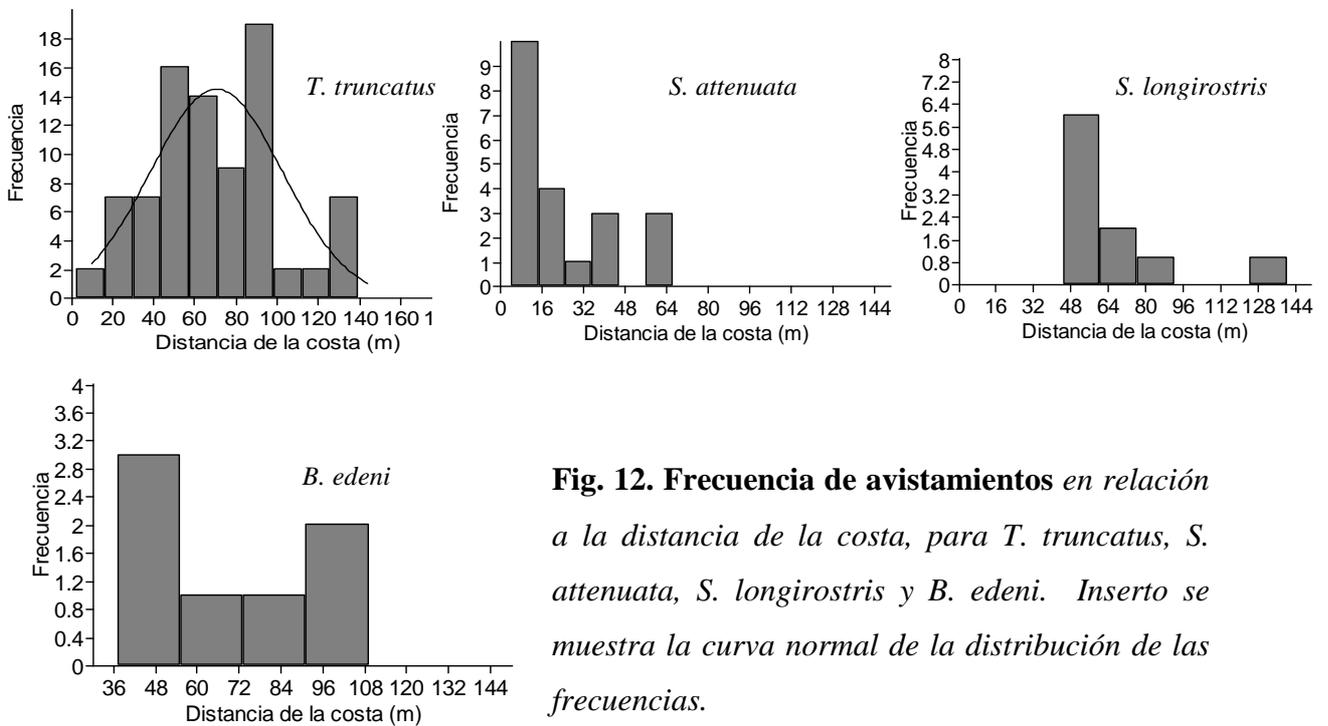


Fig. 12. Frecuencia de avistamientos en relación a la distancia de la costa, para *T. truncatus*, *S. attenuata*, *S. longirostris* y *B. edeni*. Inserto se muestra la curva normal de la distribución de las frecuencias.

8.3.2. Profundidad

La distribución de los cetáceos en relación a la profundidad se presenta en la figura 13, en donde *T. truncatus* mostró el mayor rango de distribución en relación a la profundidad. Se encontró desde los 25m hasta los 6000m de profundidad (Fig. 14). Mostró la mayor frecuencias de avistamientos en regiones menores de 800m de profundidad y posteriormente un número relativamente bajo y constante de avistamientos a lo largo de los otros rangos de profundidad (Fig. 15). Se avistó en su mayoría cerca de los bordes del cañón de San José, y en regiones de baja profundidad, aunque no tan costeras como en el caso de *S. attenuata*, la cual se encontró en regiones de muy baja profundidad (<80m) (Fig. 14). En cuanto a la distribución de sus frecuencias de avistamientos, se observó un comportamiento similar al de *T. truncatus* (Fig. 15), en la que las mayores frecuencias se dieron cerca de la costa (<120m) y las menores frecuencias en los rangos más distantes.

S. longirostris presentó una distribución muy localizada, por arriba del rango de distribución de *S. attenuata*, y sobre todo en la región este del cañón de San José. El rango de distribución estuvo entre los 200 y 500m de profundidad, con un único avistamiento cerca de los 5500m de profundidad (Fig. 13-14). Aunque con muy pocos datos para poder hacer inferencias sobre el tipo de distribución de sus avistamientos, esta podría tomar una tendencia de distribución bimodal (Fig.15).

D. delphis se distribuyó en las regiones de grandes profundidades, muy cerca del inicio de la zona de subducción de la fosa de Centroamérica. Se obtuvieron avistamientos desde los 2500m, hasta cerca de los 5000m de profundidad, y con una media de 3792m (Fig. 13-14). Las otras dos especies de delfines avistadas, fueron *G. griseus* avistada en dos ocasiones, una de ellas a 77m y la otra a 5800m de profundidad, y *S. bredanensis* avistada en una ocasión a 91m de profundidad (Fig. 13-14).

En el caso de las ballenas, *B. edeni*, el rorcual más frecuente en el área, fue avistado en áreas desde los 120m de profundidad hasta más de 2500m (Fig. 13), sin embargo, la mayoría de avistamientos estuvieron en zonas de menor profundidad, con un 50% de los datos por debajo de los 500m de profundidad (Fig. 14). En general, la distribución de las frecuencias de avistamiento de esta especie en relación a la profundidad, pareciera

ser un poco aleatoria (Fig. 15), sin embargo al igual que con la distancia de la costa, el bajo número de datos puede ser un factor clave que no permite observar una tendencia en los datos. *M. novaeangliae* mostró preferencia por regiones de muy baja profundidad, al igual que *S. attenuata*, encontrándose desde los 13m hasta los 141m de profundidad. (Fig. 13-14).

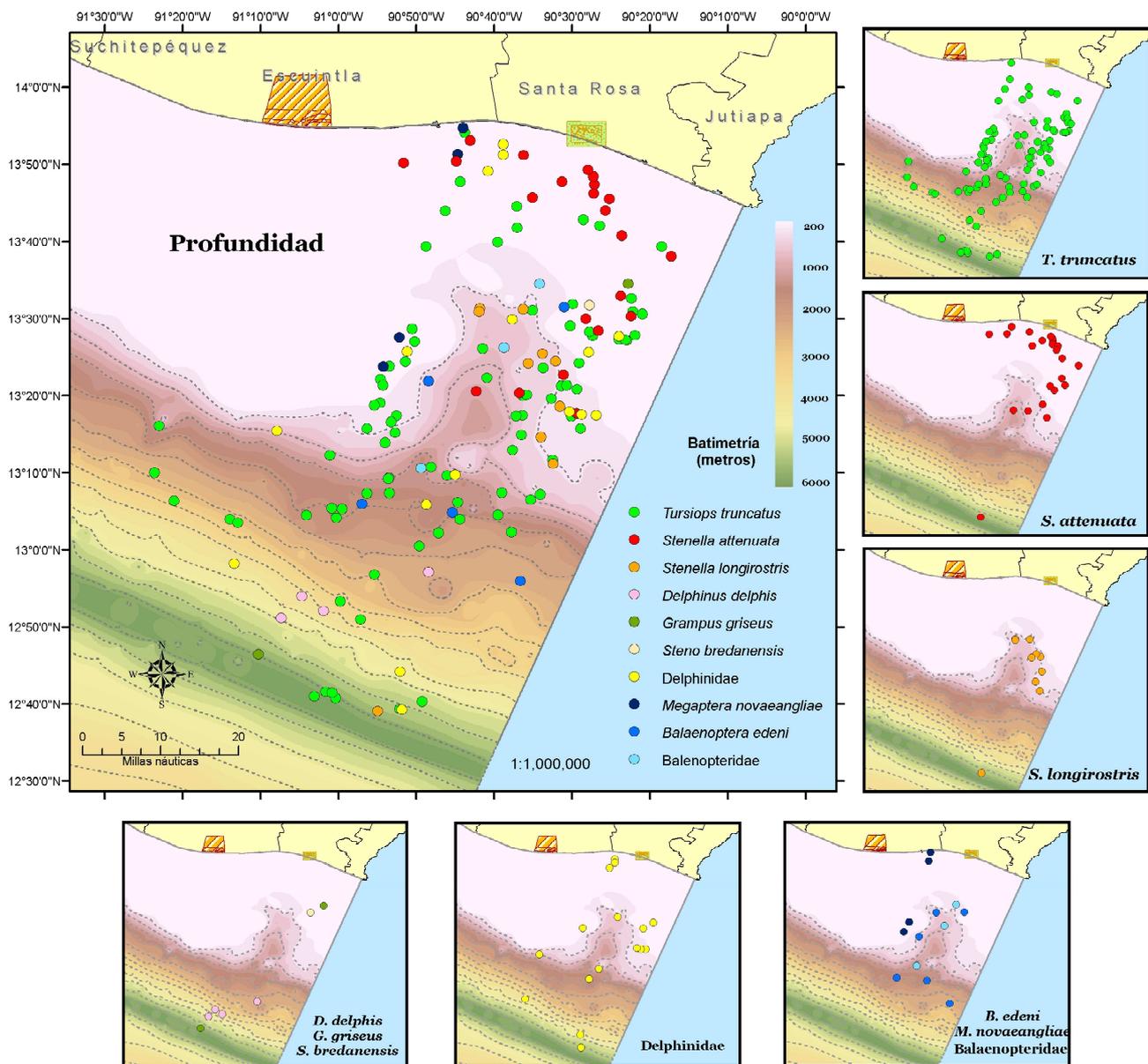


Fig. 13. Profundidad. Avistamientos de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala según la profundidad. Los colores representan las variaciones en la batimetría del área, cada color equivale a cambios de 200m de profundidad y las líneas punteadas representan variaciones de 500m.

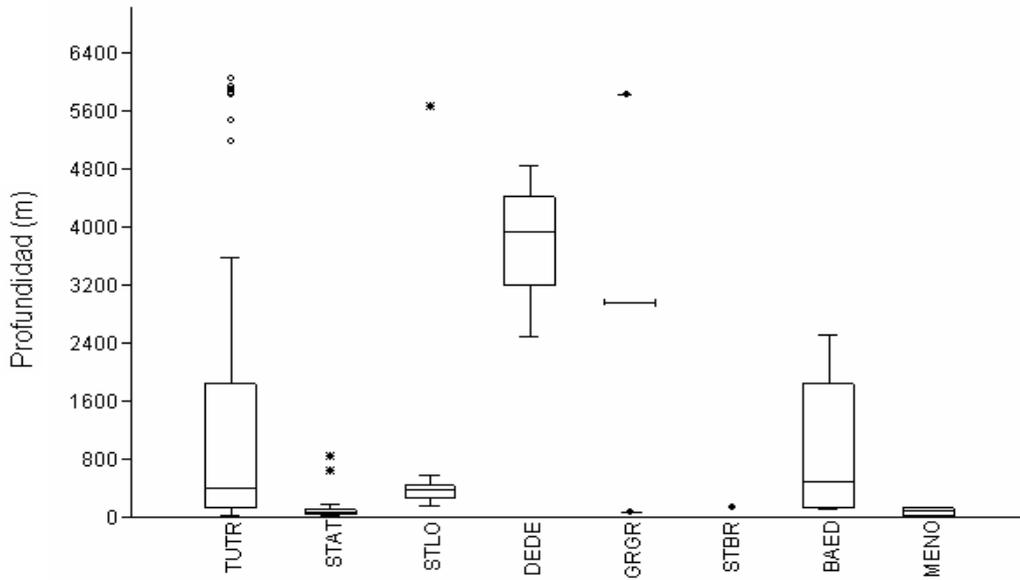


Fig. 14. Variaciones de la profundidad de la costa para las diferentes especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala. TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*.

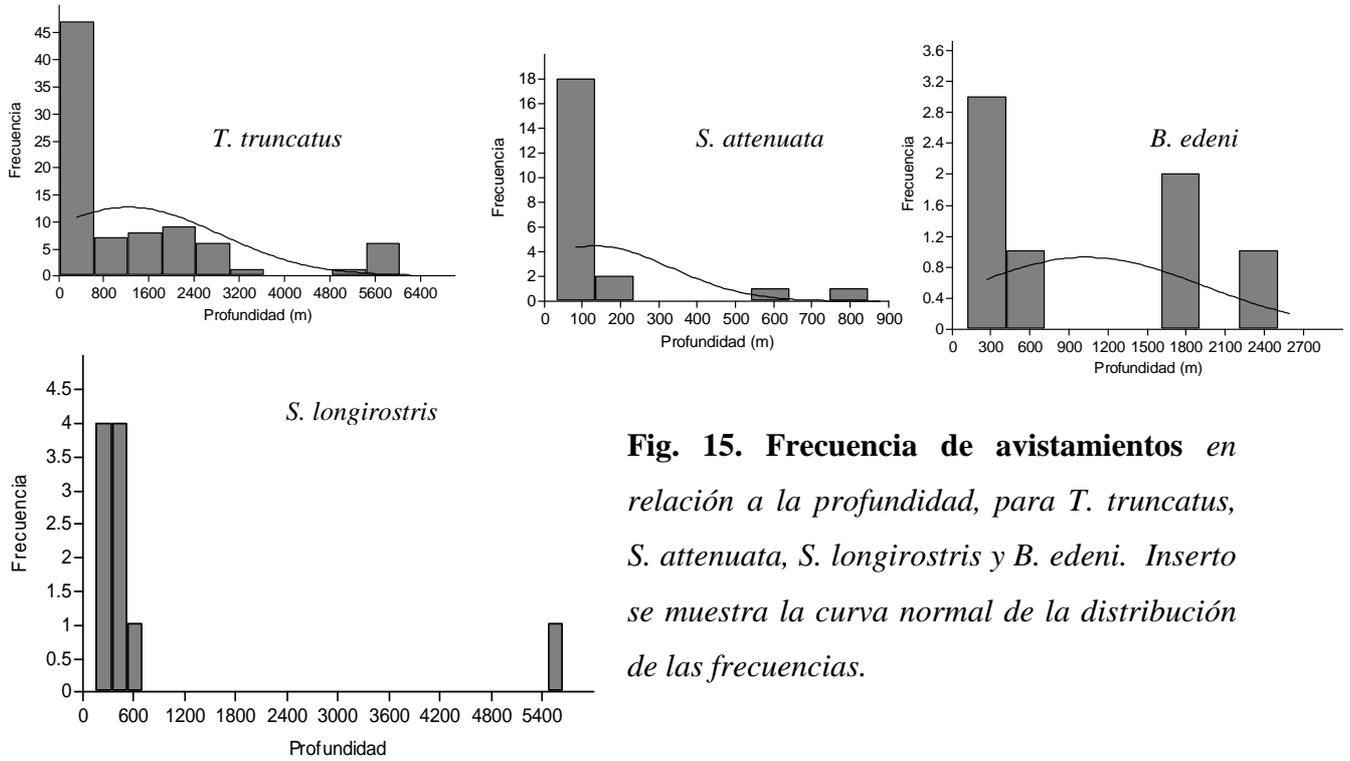


Fig. 15. Frecuencia de avistamientos en relación a la profundidad, para *T. truncatus*, *S. attenuata*, *S. longirostris* y *B. edeni*. Inserto se muestra la curva normal de la distribución de las frecuencias.

8.3.3. Pendiente

La distribución de los cetáceos en relación a la pendiente, se muestra en las figuras 16-18, donde *S. attenuata* y *M. novaeangliae* mostraron una distribución bastante restringida sobre regiones con pendientes muy pequeñas (<1%). *S. longirostris*, se encontró arriba del rango de distribución de *S. attenuata*, en regiones con pendientes mayores al 1%, pero menores del 5%, a excepción de un avistamiento que se encontró en una zona con una pendiente de más del 12%.

T. truncatus, aunque distribuida ampliamente, más del 75% de sus avistamientos se encontraron en regiones con menos del 7% de pendiente, el resto de avistamientos estuvieron en regiones con pendientes mayores incluso en áreas de casi un 25% de pendiente, lo cual se observa con claridad en la forma de distribución de sus frecuencias en la figura 16, donde la mayor parte de avistamientos fueron en pendientes bajas y las frecuencias de avistamientos disminuyeron conforme se incrementaba la pendiente.

D. delphis se encontró en áreas con pendientes bastante variables desde 2.5% hasta 12.8%, en su mayoría arriba del rango de la distribución de *S. longirostris* (Fig. 17). A diferencia de la profundidad y distancia, con la pendiente, *D. delphis* presentó un rango de distribución mayor que *S. attenuata* y *S. longirostris*, ya que en las otras variables, *D. delphis* se caracterizó por presentar la distribución más restringida.

B. edeni también mostró un rango de distribución relativamente amplio en cuanto a la pendiente a la que fueron encontrados sus avistamientos (1.8- 9.5%), sin embargo más del 75% de los datos se encontraron en sitios con menos de 4% de pendiente (Fig. 17), a pesar de ello y al igual que *S. longirostris*, no mostró un patrón claro en la distribución de sus frecuencias (Fig. 18), probablemente debido al bajo número de avistamientos. *G. griseus*, con sólo dos avistamientos, se encontró en dos sitios con pendientes muy diferentes, uno de ellos a menos de 0.3% de pendiente y el otro a más de 12%.

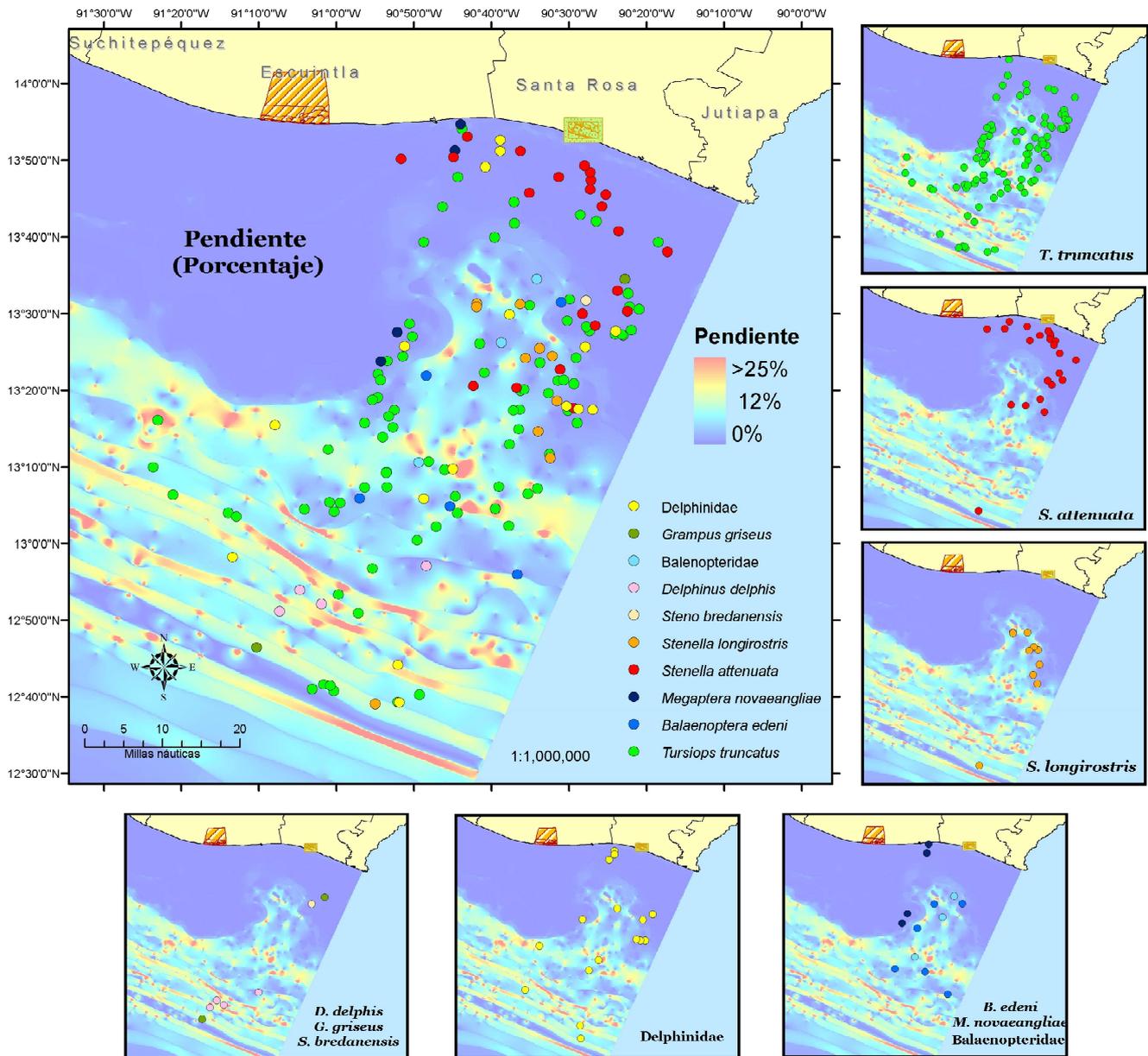


Fig. 16. Pendiente. Avistamientos de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala según la pendiente. Los colores representan las variaciones en la pendiente, desde áreas con 0% de pendiente (morado), hasta regiones con más de un 25% de pendiente (rojo).

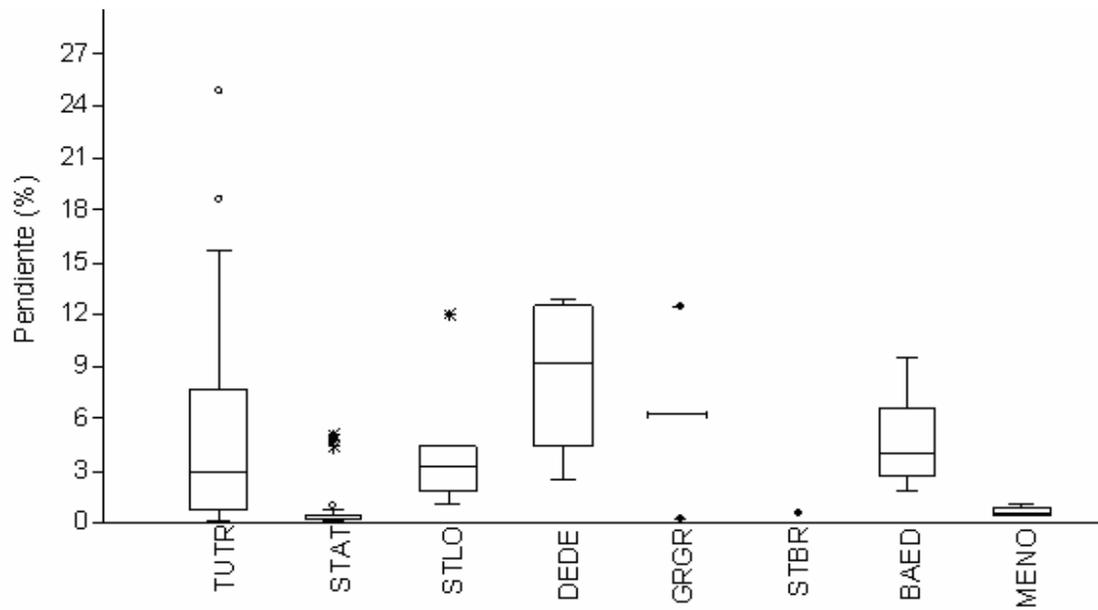


Fig. 17. Variaciones de la pendiente de la costa para las diferentes especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala. TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*.

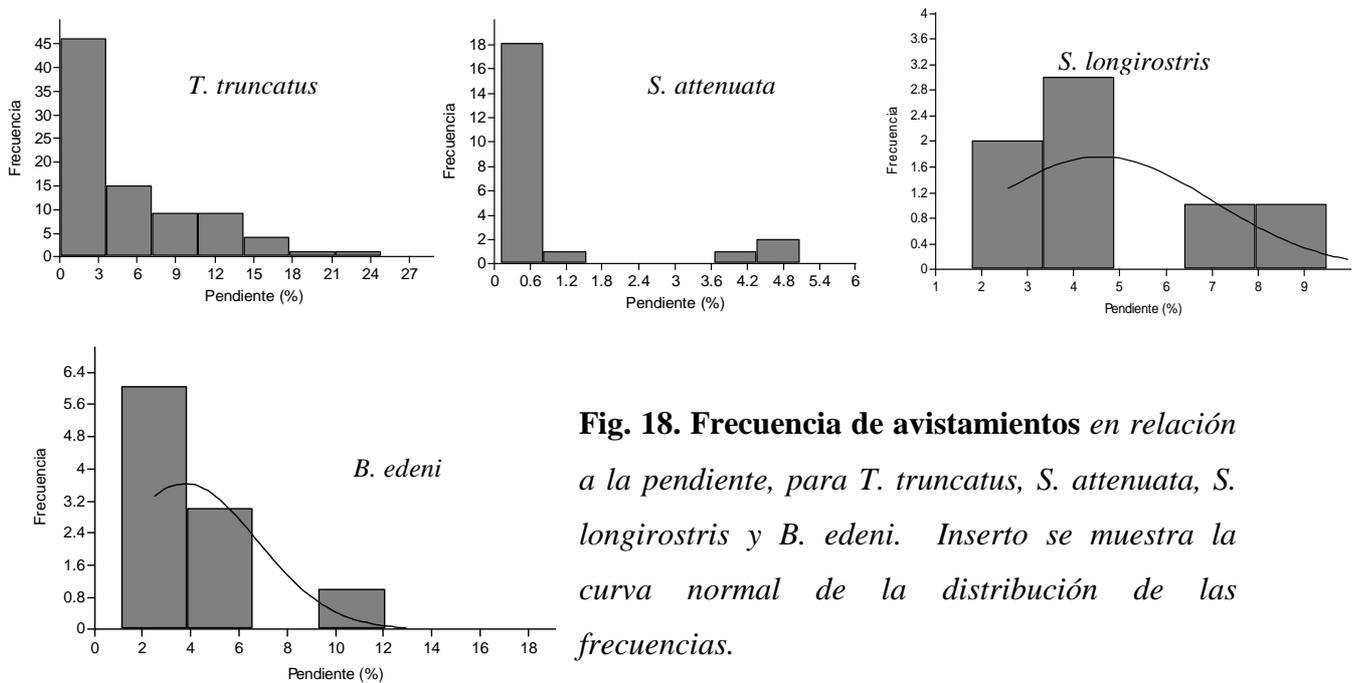


Fig. 18. Frecuencia de avistamientos en relación a la pendiente, para *T. truncatus*, *S. attenuata*, *S. longirostris* y *B. edeni*. Inserto se muestra la curva normal de la distribución de las frecuencias.

8.3.4. Hábitat béntico

La distribución de las diferentes especies de cetáceos en relación a los diferentes hábitats bénticos de la región, así como su frecuencia se muestra en la figura 19-20. *T. truncatus* se encontró sobre todo en planicies de fondo blando, principalmente en la zona circalitoral fuera de la costa y en las zonas mesobénticas. Después de las planicies, los hábitats de laderas de fondo blando fueron los más frecuentes, en especial en la zona batibéntica (Fig. 19). *S. attenuata* se encontró únicamente en áreas de planicies de fondo blando, sobre todo en la parte circalitoral. *S. longirostris* se encontró en las planicies mesobénticas de fondo blando y un pequeño porcentaje fue avistado en las laderas abismales. *D. delphis* presentó una mayor diversidad de hábitats bénticos, todos sus avistamientos se encontraron en diferentes hábitats, incluyendo planicies, laderas y crestas (Fig. 19).

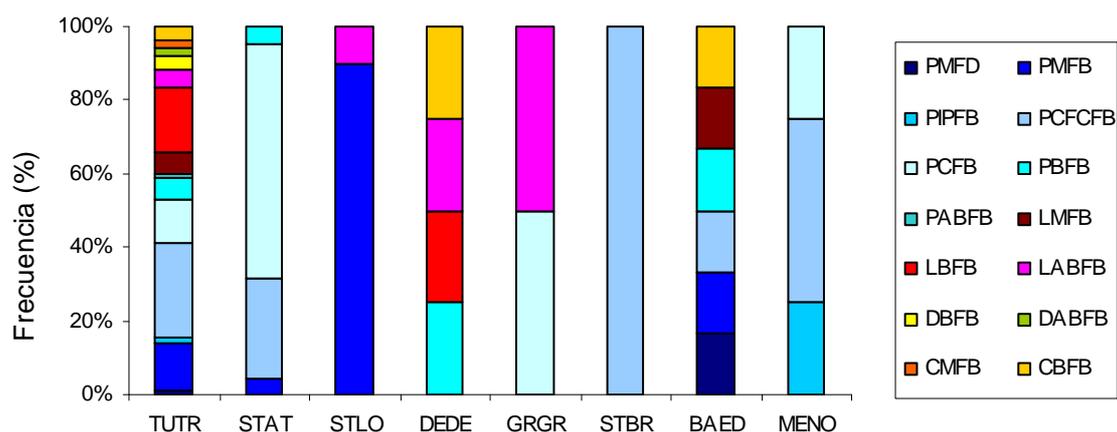


Fig. 19. Frecuencia (%) de los diferentes hábitats bénticos del Pacífico Este de Guatemala, para las diferentes especies de cetáceos avistadas entre febrero 2009 y febrero 2010. TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae* (CABFB: Cresta abisal béntico de fondo blando; CBFB: Cresta batibéntico de fondo blando; CMFB: Cresta mesobéntico de fondo blando; DABFB: Depresión abisal béntico de fondo blando; DBFB: Depresión batibéntico de fondo blando; LABFB: Ladera abisal béntico de fondo blando; LBF: Ladera batibéntico de fondo blando; LMFB: Ladera mesobéntico de fondo blando; PABFB: Planicie abisal béntico de fondo blando; PBF: Planicie batibéntico de fondo blando; PCFB: Planicie circalitoral de fondo blando; PCFCFB: Planicie circalitoral fuera de costa de fondo blando; PIPFB: Planicie infralitoral profundo de fondo blanco; PMFB: Planicie mesobéntico de fondo blando; PMFD: Planicie mesobéntico de fondo duro. Clasificación de acuerdo a PROBIOMA (2009), elaborada con base en datos de geomorfología, batimetría y tipos de fondos identificados).

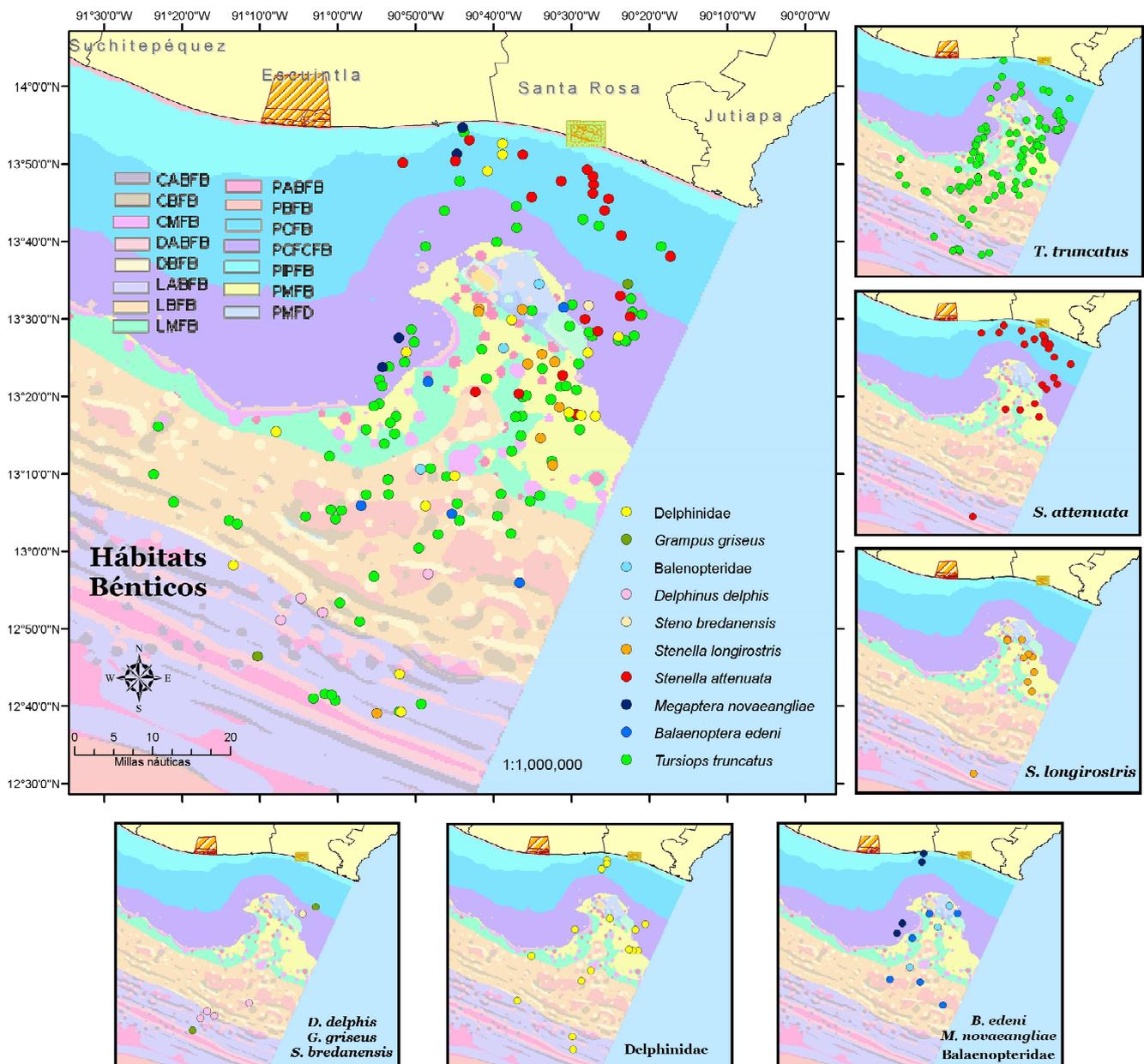


Fig. 20. Hábitat Béntico. Diferentes hábitats bénticos del Pacífico Este de Guatemala y puntos de encuentro de las diferentes especies de cetáceos avistadas entre febrero 2009 y febrero 2010. En la leyenda de hábitat se incluye únicamente aquellas en las que había al menos un avistamiento. La simbología de los hábitats y las especies es la misma que la presentada en la figura 19.

En el caso de las ballenas, *B. edeni* se encontró en una gran variedad de sitios, más del 65% de los avistamientos se encontraron en planicies de fondo blando, el resto de avistamientos estuvo repartido entre laderas y crestas. *M. novaeangliae*, al igual que *S. attenuata*, se encontró únicamente en planicies litorales de fondos blando.

Algo importante es que la frecuencia de ocurrencia de los diferentes hábitats bénticos, para los cetáceos en general, es muy similar a la disponibilidad de cada uno de los hábitat en el área de estudio, por lo que la distribución de los avistamientos en relación al hábitat béntico, podría ser un efecto más bien de la disponibilidad del sitio o de otras variables.

8.3.5. Correlación entre variables y diferencias interespecíficas

Para evaluar las potenciales relaciones entre las diferentes especies y las variables ambientales, primero se realizó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk (Cuadro 6), la cual mostró una no normalidad ($p < 0.001$) para las variables profundidad y pendiente, mientras que para la distancia, el valor p se encontró en el límite entre la normalidad y no normalidad. Por lo que para el análisis de correlación, se utilizó la prueba no paramétrica de Spearman (Cuadro 7).

Cuadro 6. Prueba de Shapiro-Wilk, para determinar la normalidad de las variables ambientales (profundidad, pendiente y distancia de la costa). Media, desviación estándar (DevSt), parámetro (W), valor de p .

	Media	DevSt	Shapiro-Wilk		
			W	p(normal)	p
Profundidad (m)	1105.2	1617.3	0.6808	7.47 E-17	<0.001
Pendiente (%)	4.2601	4.9098	0.8021	3.70E-13	<0.001
Distancia (km)	64.243	35.718	0.9688	0.0014	0.001

El análisis de correlación de Spearman mostró que *S. attenuata* y *M. novaeangliae* presentan un correlación negativa con la profundidad y con la distancia (R_s : -0.441; R_s : -0.177; $p < 0.05$), es decir que a mayor distancia y profundidad, menor es la probabilidad o frecuencia de encuentro de estas especies. Por el contrario, *T. truncatus* y *D. delphis* mostraron una correlación positiva significativa (R_s : 0.215; R_s : 0.220; $p < 0.05$) para estas mismas dos variables. La correlación entre la pendiente y las especies de cetáceos, únicamente fue significativa para *S. attenuata* y *T. truncatus* ($p < 0.05$), siendo positiva para *T. truncatus* y negativa para *S. attenuata*.

Cuadro 7. Prueba de correlación de Spearman, entre ocho especies de cetáceos y variables ambientales (profundidad, pendiente, distancia de la costa). Coeficiente de correlación de Spearman (Rs), valor de significancia (p).

Especie	Profundidad		Distancia		Pendiente	
	Rs	p	Rs	p	Rs	p
<i>T. truncatus</i>	0.215	0.006	0.237	0.002	0.181	0.020
<i>S. attenuata</i>	-0.441	0.000	-0.423	0.000	-0.407	0.000
<i>S. longirostris</i>	0.063	0.425	0.002	0.975	0.055	0.483
<i>D. delphis</i>	0.220	0.005	0.222	0.004	0.144	0.067
<i>G. griseus</i>	0.023	0.765	0.022	0.777	-0.006	0.941
<i>S. bredanensis</i>	-0.082	0.297	-0.072	0.360	-0.036	0.651
<i>B. edeni</i>	0.074	0.349	0.027	0.734	0.088	0.263
<i>M. novaeangliae</i>	-0.177	0.023	-0.154	0.049	-0.126	0.109

Para determinar las diferencias interespecíficas de cetáceos en relación a las variables profundidad, pendiente y distancia de la costa, se seleccionó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Cuadro 8) encontrándose diferencia significativa para todas las variables ($p < 0.001$). Por lo que se realizó la prueba posterior no paramétrica de Mann-Whitney, para analizar las diferencias por pares entre especies. Los datos de *G. griseus* y *S. bredanensis* se eliminaron debido al bajo número de datos para cada una.

Cuadro 8. Diferencias interespecíficas. Análisis estadístico utilizando la prueba de Kruskal-Wallis para determinar las diferencias significativas entre las especies de cetáceos, relacionadas a las tres variables ambientales: profundidad, pendiente y distancia de la costa. Coeficiente (H); grados de libertad (g.l), y valor de p.

Variable	H	g.l.	p
Profundidad (m)	44.82	7	1.48 E-7 < 0.001
Pendiente (%)	32.99	7	2.65 E -5 < 0.001
Distancia (km)	42.19	7	4.77 E-7 < 0.001

La variable profundidad fue la que mostró el mayor número de diferencias significativas (11) entre especies (Cuadro 9), seguida de la distancia de la costa (9) (Cuadro 10) y la pendiente (7) (Cuadro 11). *T. truncatus* mostró diferencia significativa ($p < 0.05$) con tres especies, *S. attenuata*, *D. delphis* y *M. novaeangliae* tanto para la profundidad como para la distancia de la costa. En el caso de la pendiente, únicamente fue diferente con *S. attenuata*.

S. attenuata mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) con todas las especies, a excepción de *M. novaeangliae*, para las tres variables. *S. longirostris* mostró diferencias significativas ($p < 0.05$) con *S. attenuata*, *D. delphis* y *M. novaeangliae* para la profundidad, mientras que para la pendiente las diferencias ($p < 0.05$) fueron únicamente con *S. attenuata* y *M. novaeangliae* y para la distancia con *S. attenuata* y *D. delphis*. *D. delphis* fue la especie con las mayores diferencias, siendo significativamente diferente ($p < 0.05$) con todas las especies para la variable profundidad y distancia de la costa. Para la pendiente fue diferente únicamente para *S. attenuata* y *M. novaeangliae*.

B. edeni mostró diferencia significativa ($p < 0.05$), para las tres variables, con *S. attenuata* y *M. novaeangliae*, las dos especies con distribución más costera y con *D. delphis* para la profundidad y distancia, la especie con distribución más oceánica. *M. novaeangliae*, con la profundidad, mostró una diferencia significativa ($p < 0.05$) con todas las especies, excepto *S. attenuata*. Para la pendiente, además de *S. attenuata*, no mostró diferencia con *T. truncatus*, y para la distancia de la costa, únicamente fue significativa la diferencia para *D. delphis* y *T. truncatus*, este último, contrario a la pendiente.

Cuadro 9. Prueba de Mann-Whitney, para analizar diferencias interespecíficas en relación a la profundidad. Se consideraron significativos los valores de $p < 0.05$.

Profundidad	TUTR	STAT	STLO	DEDE	BAED	MENO
TUTR		3.19E-08	0.9035	0.007733	0.6909	0.01331
STAT			0.000234	0.001992	0.001012	0.9717
STLO				0.02838	0.6256	0.005821
DEDE					0.01816	0.03038
BAED						0.03764
MENO						

TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*

Cuadro 10. Prueba de Mann-Whitney, para analizar diferencias interespecíficas en relación a la pendiente. Se consideraron significativos los valores de $p < 0.05$.

Pendiente	TUTR	STAT	STLO	DEDE	BAED	MENO
TUTR		1.27E-06	0.8891	0.1109	0.4889	0.05475
STAT			0.000687	0.003999	0.001722	0.09491
STLO				0.1039	0.435	0.005821
DEDE					0.2986	0.03038
BAED						0.01073
MENO						

TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*

Cuadro 11. Prueba de Mann-Whitney, para analizar diferencias interespecíficas en relación a la distancia de la costa. Se consideraron significativos los valores de $p < 0.05$.

Distancia	TUTR	STAT	STLO	DEDE	BAED	MENO
TUTR		3.95E-08	0.4971	0.00687	0.9179	0.02656
STAT			0.000356	0.002097	0.002493	0.9115
STLO				0.02838	1	0.1376
DEDE					0.01816	0.03038
BAED						0.1564
MENO						

TRTR: *T. truncatus*; STAT: *S. attenuata*; STLO: *S. longirostris*; DEDE: *D. delphis*; GRGR: *G. griseus*; STBR: *S. bredanensis*; BAED: *B. edeni*; MENO: *M. novaeangliae*

8.3.6. Distribución temporal

Para analizar la distribución temporal de los cetáceos, los datos se dividieron en dos temporadas, época seca (\pm octubre-marzo) y época lluviosa (\pm abril-septiembre). La frecuencia de avistamiento de los cetáceos entre las dos épocas, no parece ser significativa (X^2 : 13.53 p : 0.14), observándose una frecuencia similar en las diferentes especies (Fig. 21). La riqueza de especies también fue bastante similar entre las dos épocas de año, en donde se observaron ocho especies durante la época seca y siete especies durante la época lluviosa.

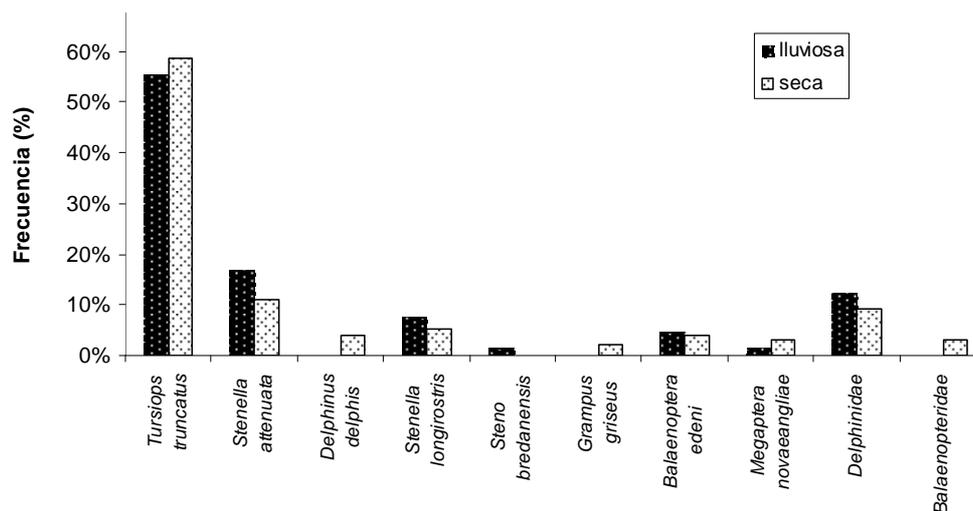


Fig. 21. Frecuencia de avistamiento de las diferentes especies de cetáceos en Pacífico Este de Guatemala durante la época lluviosa y la época seca.

Las variaciones a nivel temporal se observaron principalmente en la distribución espacial de las especies entre las dos temporadas. Durante la época lluviosa los avistamientos de cetáceos presentaron una distribución bastante agregada y muy relacionada a los bordes del cañón de San José (Fig. 22A), mientras que durante la época seca, la distribución fue más dispersa (Fig. 22B). *S. attenuata* fue una de las especies que mostró los mayores cambios en la distribución temporal, ya que durante la época lluviosa la mayor parte de sus avistamientos se encontraron en regiones muy cercanas a la costa (<20km), mientras que durante la época seca sus avistamientos estuvieron más dispersos y en regiones incluso hasta los 70km de la costa. *T. truncatus*, al igual que *S. attenuata* presentó un mayor número de avistamientos costeros durante la época seca en comparación con la época lluviosa. En el caso de *S. longirostris*, no se observó variación en su distribución a lo largo del año.

M. novaeangliae y *D. delphis* mostraron una variación temporal marcada más bien por su presencia o ausencia en el área de estudio. *D. delphis* fue observada únicamente durante la época seca y en la región oceánica. *M. novaeangliae* también se observó principalmente durante la época seca, aunque a diferencia de *D. delphis* ésta estuvo distribuida en la región costera, sobre la plataforma continental.

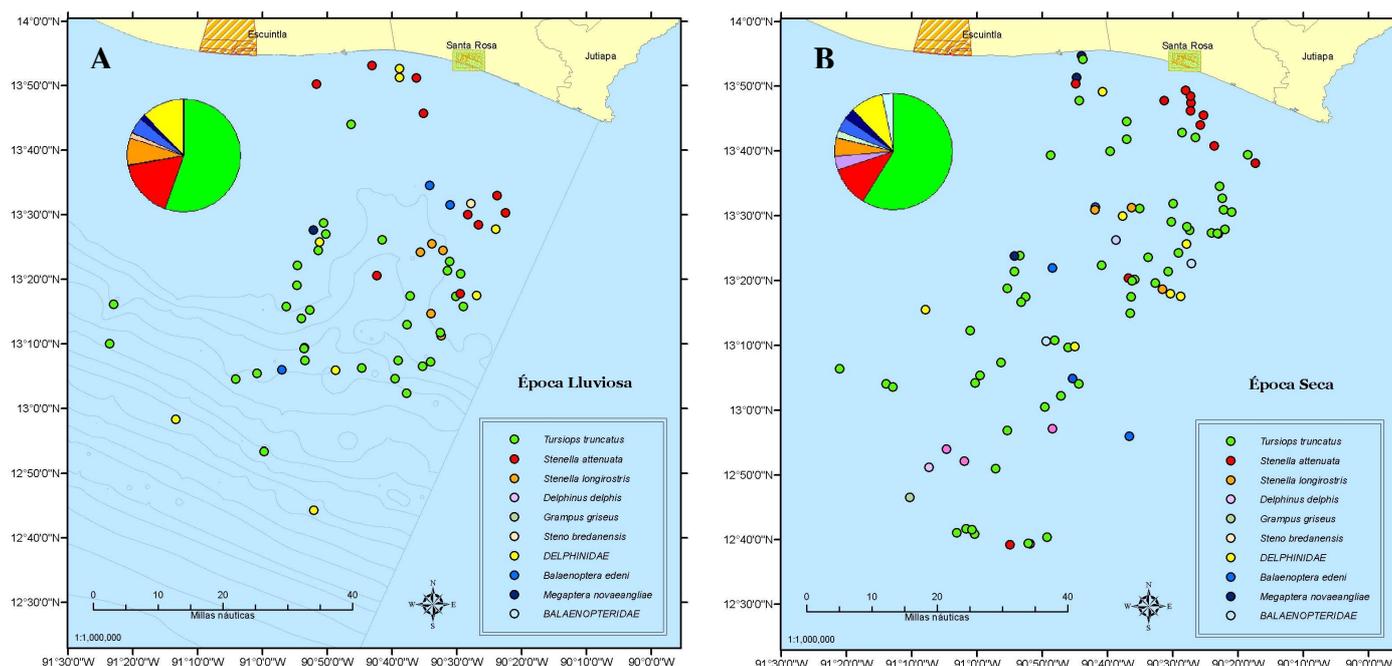


Fig. 22. Distribución temporal y frecuencia de las diferentes especies de cetáceos en Pacífico Este de Guatemala. A. Época lluviosa (incluye los muestreos 3, 4, 5, 6 y 7) B. Época seca (incluye los muestreos 1, 2, 8, 9, 10 y 11).

8.4. Selección de hábitat

Dado que la profundidad fue una de las variables que mejor explicaba las variaciones entre las diferentes especies se utilizó como base, junto diferentes características oceanográficas, para llevar a cabo el análisis de selección de hábitat. Para ello, el área de estudio se dividió en seis regiones batimétricas y se determinó el esfuerzo de búsqueda en kilómetros de transecto recorrido (t-km) para cada una de ellas (Cuadro 12), no encontrándose diferencia significativa en el esfuerzo de búsqueda entre regiones (X^2 : 64.4; p : <0.001).

La distribución de los cetáceos no fue uniforme con respecto a la profundidad (Fig. 23; Anexo 2). *T. truncatus* fue observado en mayor frecuencia que el valor estimado de acuerdo al esfuerzo, en la región fuera de la costa y final de la plataforma continental (100-199.9), así como en el área del talud continental (500-1999.9) Los radios de selección estandarizado para estas dos regiones fueron los más altos para esta especie (B_3 : 0.26 y B_5 : 0.28) (Fig. 23; Cuadro13).

Cuadro 12. Rangos de Profundidad. Rangos o regímenes de profundidad y sus características oceanográficas.

Rango Profundidad (m)	Características /Descripción	Esfuerzo (t-km)
0-49.9	Cerca de la costa, zona litoral	467
50-99.9	Región costera sobre la plataforma continental, zona nerítica	640
100-199.9	Fuera de la costa, final de la plataforma continental y de la zona nerítica	584
200-499.9	Inicio del talud continental y de la zona oceánica	465
500-1999.9	Talud continental y zona oceánica	593
≥2000	Zona oceánica profunda, incluye las zonas profundas del cañón de San José y la Fosa de Centroamérica.	667

S. attenuata presentó los valores más altos en las dos primeras regiones, que corresponden a la zona costera (Fig. 23). La zona litoral, cercana a la costa la seleccionó dos veces más frecuente (B_1 : 0.52) que la región costera de la zona nerítica (B_2 : 0.23) y cerca de cinco veces más frecuente que la zona fuera de la costa, el talud continental y las zonas oceánicas profundas (B_{3-6} : 0.17; 0.00; 0.08; 0.00) (Cuadro 13).

Las especies que mostraron radios de selección más altos para una determinada región fueron *S. longirostris* y *D. delphis*. *S. longirostris* fue observada particularmente en la región correspondiente al inicio del talud continental (200-499.9) (Fig.23), mostrando un radio de selección estandarizado (B_3) de 0.75, muy por arriba de las otras regiones (Cuadro 9). *D. delphis* fue observado únicamente en las regiones oceánicas de grandes profundidades (≥ 2000) (Fig.23), mostrando un radio de selección (B_6) de 1 (Cuadro 13).

En el caso de las ballenas, *B. edeni* presentó mayores índices de selección para las regiones desde las afuera de la costa o final de la plataforma continental y a lo largo de todo el talud continental (100- 1999.99), con radios de selección similares entre estas tres regiones (B_3 : 0.27; B_4 : 0.34; B_5 : 0.27). *M. novaeangliae* presentó valores arriba del esperado para las regiones costeras, tanto cercanas (0-49.9) como fuera de la costa (100-199.9), siempre sobre la plataforma continental (Fig. 23), manifestándose en valores de selección altos para estas dos regiones (B_1 : 0.56; B_3 : 0.44) (Cuadro 13).

Los radios de selección de hábitat, reflejaron diferencias significativas ($p < 0.01$) en el análisis de chi cuadrado (χ^2) para *T. truncatus*, *S. attenuata* y *S. longirostris*, las tres especies más frecuentes. Para las otras especies no se aplicó ningún análisis estadístico debido al bajo número de avistamientos por región, por lo que deben analizarse con precaución los valores de frecuencias y radios de selección, en especial para *G. griseus*, *S. bredanensis* y todas las ballenas.

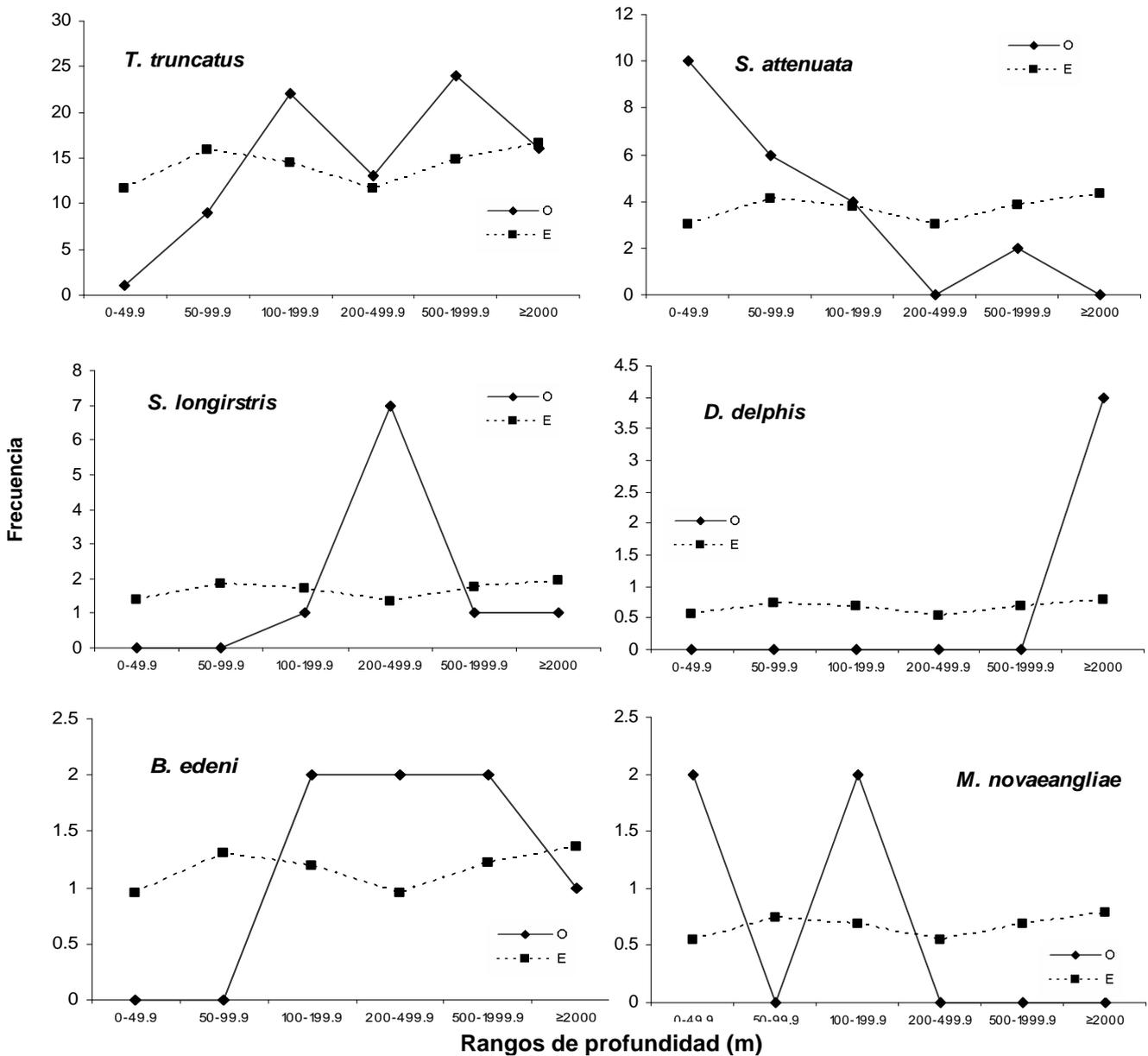


Fig. 23. Frecuencias observadas y esperadas para seis especies de cetáceos (*T. truncatus*; *S. attenuata*; *S. longirostris*; *D. delphis*; *B. edeni* y *M. novaeangliae*) en los diferentes regímenes de profundidad en el Pacífico Este de Guatemala

Cuadro 13. Selección de hábitat de profundidad. Radio de selección de hábitat de profundidad (w_i) y radio estandarizado (B_i) para seis especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala (o_i : proporción de cetáceos observados t-SI; pE_i : proporción de esfuerzo de muestreo t-km).

Rango Profundidad (m)	pEi	<i>T. truncatus</i>			<i>S. attenuata</i>			<i>S. longirostris</i>		
		oi	wi	Bi	oi	wi	Bi	oi	wi	Bi
0-49.9	0.14	0.01	0.09	0.01	0.45	3.32	0.52	0.00	0.00	0.00
50-99.9	0.19	0.11	0.57	0.10	0.27	1.46	0.23	0.00	0.00	0.00
100-199.9	0.17	0.26	1.51	0.26	0.18	1.06	0.17	0.10	0.58	0.09
200-499.9	0.14	0.15	1.12	0.19	0.00	0.00	0.00	0.70	5.14	0.75
500-1999.9	0.17	0.28	1.63	0.28	0.09	0.52	0.08	0.10	0.58	0.08
≥2000	0.20	0.19	0.96	0.16	0.00	0.00	0.00	0.10	0.51	0.08
Total	1	1	5.88	1	1	6.37	1	1	6.82	1

Rango Profundidad (m)	pEi	<i>D. delphis</i>			<i>B. edeni</i>			<i>M. novaeangliae</i>		
		oi	wi	Bi	oi	wi	Bi	oi	wi	Bi
0-49.9	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	3.66	0.56
50-99.9	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100-199.9	0.17	0.00	0.00	0.00	0.29	1.67	0.27	0.50	2.92	0.44
200-499.9	0.14	0.00	0.00	0.00	0.29	2.10	0.34	0.00	0.00	0.00
500-1999.9	0.17	0.00	0.00	0.00	0.29	1.64	0.27	0.00	0.00	0.00
≥2000	0.20	1.00	5.12	1.00	0.14	0.73	0.12	0.00	0.00	0.00
Total	1	1	5.12	1	1	6.15	1	1	6.58	1

La comparación de los radios entre las especies indica que *S. attenuata* y *M. novaeangliae* seleccionaron regiones costeras, mientras que *D. delphis* regiones oceánicas de grandes profundidades. *S. longirostris* seleccionó áreas sobre el inicio del talud continental y *B. edeni* toda la región del talud, desde la región que corresponde al final de la plataforma continental.

Para analizar de mejor forma la interacción entre las especies y la selección de hábitat, se generaron curvas de respuesta de cada una de las especies de cetáceos avistadas, sobre dos de las variables que mostraron las mayores correlaciones con la distribución de las especies, profundidad y distancia de la costa (Fig. 24). En ambas variables se observa un mismo patrón general en cuanto a la respuesta de las especies, lo cual podría deberse a que ambas variables están fuertemente correlacionadas entre ellas.

S. attenuata y *M. novaeangliae* mostraron los valores más altos de respuesta en las distancias y profundidades menores. Aunque en la profundidad fue similar la respuesta

entre ambas especies, en el caso de la distancia, fue mucho mayor la respuesta de *S. attenuata* a distancias menores. Conforme la curva de respuesta de estas especies desciende, se observa un crecimiento de la curva de respuesta de *T. truncatus*, la cual se mantiene como dominante y relativamente constante a lo largo de todo el rango de distancia y profundidad, aunque decreciendo un poco a la mitad y al final del rango, donde se encuentra la curva de *D. delphis*. *S. longirostris* presentó una curva con dos picos de valores altos, uno en la parte intermedia, justo en la región donde decrece la curva respuesta de *S. attenuata* y *M. novaeangliae* y empieza la curva de *T. truncatus* y otra en la parte más profunda y distante. *B. edeni* presentó una respuesta bastante constante en la zona intermedia, sin un área específica más dominante. *G. griseus* presentó la respuesta más alta en las zonas profundas y distantes, sin embargo, al igual que *S. bredanensis* el número de datos es muy bajo como para poder hacer inferir sobre algún patrón de estas especies.

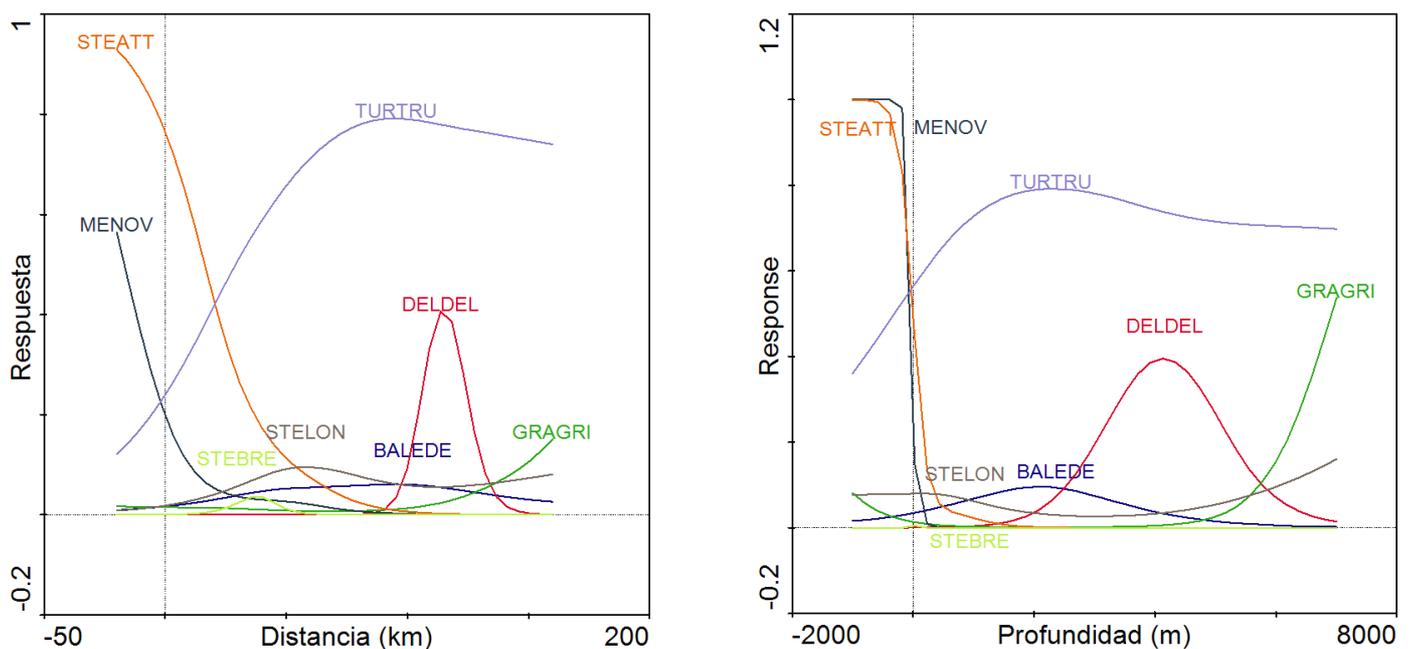


Fig. 24. Curva de respuesta de las especies de cetáceos a la distancia y profundidad en el Pacífico Este de Guatemala

En general entre las cuatro especies más frecuentes de delfines del área, se observó un mínimo de traslape en la distribución relacionada con la profundidad, lo que podría reflejar una partición de hábitat entre ellas. En la figura 25 se muestra esta interacción entre especies utilizando como referencia la frecuencia de avistamientos en cada uno de los rangos de profundidad definidos.

En el primer rango de profundidad (0-49m), domina *S. attenuata*, la frecuencia de *T. truncatus* y de otras especies es muy baja. En el segundo rango (50-99m), la frecuencia de *S. attenuata* disminuye y empieza a incrementarse la frecuencia de *T. truncatus*. En el tercer rango (100-199m), una de las regiones con mayor diversidad de especies, domina totalmente la frecuencia de *T. truncatus*, la frecuencia de *S. attenuata* disminuye aún más y se observan otras especies en proporciones muy bajas. En el siguiente rango (200-500m) se observa una marcada disminución de la frecuencia de *T. truncatus* y un incremento en la frecuencia de *S. longirostris*. Posteriormente al disminuir la frecuencia de *S. longirostris* vuelve a incrementarse la frecuencia de *T. truncatus*. En el último rango analizado (>2000m) disminuye de nuevo la frecuencia de *T. truncatus* y en ese caso se incrementa la frecuencia de *D. delphis* (Fig. 25).

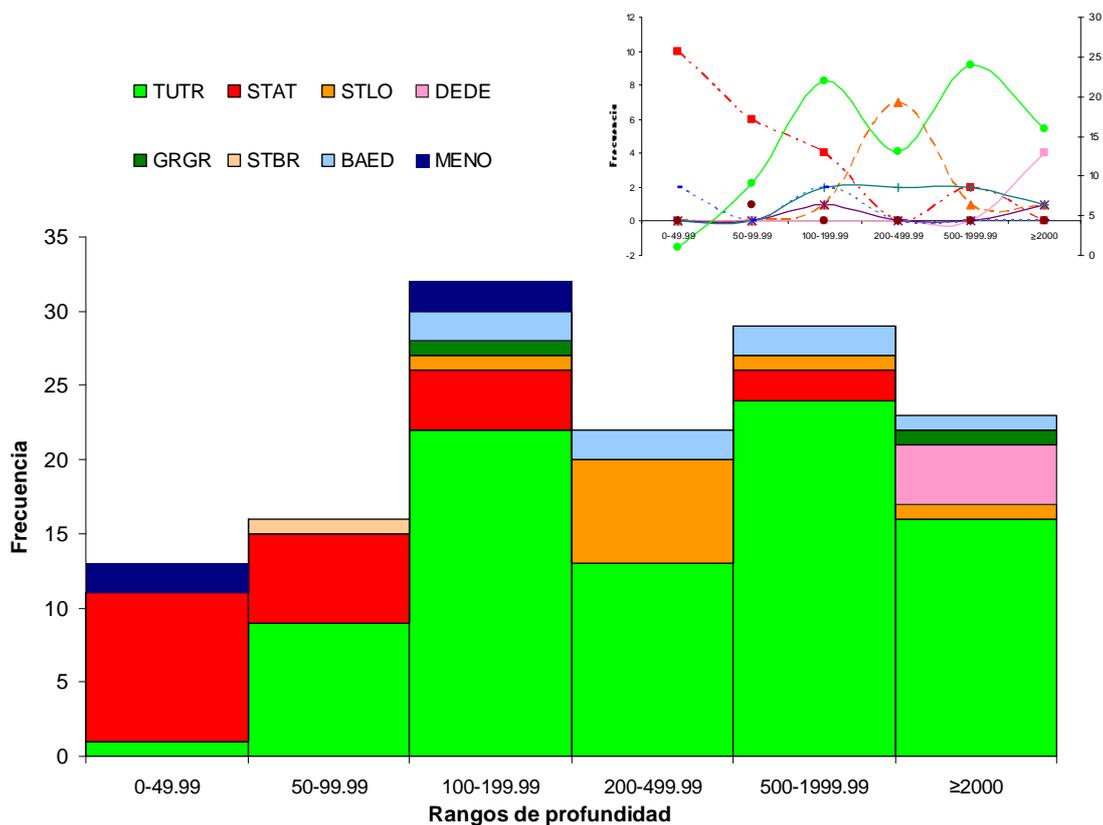


Fig. 25. Frecuencia según rango de profundidad de las especies de cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala En el gráfico inserto arriba se muestran las curvas de frecuencia del gráfico principal, el eje "y" derecho corresponde a la escala de *T. truncatus* y el eje "y" izquierdo a la escala del resto de especies.

9. DISCUSIÓN

Como en todo trabajo de campo, existen múltiples factores que intervienen en la obtención de resultados. En este trabajo se buscó realizar un esfuerzo constante y un diseño de muestreo que permitiera cubrir la mayor área posible dando una probabilidad de encuentro similar para todas las especies en el área. Esperando con ello que los resultados obtenidos reflejen variaciones y patrones que puedan aproximarse a la realidad. Aunque teniendo en cuenta que la oportunidad de observar una especie depende del comportamiento, coloración, tamaño, etc. (Au et al., 1985) y que para tener una mejor aproximación, sería necesario realizar un trabajo de varios años. Algunos factores que pudieron influir en este estudio, especialmente en cuanto al número de avistamientos por muestreo, principalmente durante la época lluviosa, están los factores atmosféricos como el viento, el oleaje y la nubosidad, que son claves para una buena visibilidad y por ende dificultar o facilitar un avistamiento (Mullin & Fulling, 2003). Así también, los sismos frecuentes de la región², que pudieron afectar el comportamiento y con ello la presencia de cetáceos, como los ocurridos en el área de estudio, durante el primer día del muestreo X, ya que durante ese día no se avistó ningún cetáceo, sino hasta las 20:00 horas.

Frecuencia de avistamiento

Las tres especies de delfines más comunes encontradas dentro del área de estudio, *T. truncatus*, *S. attenuata* y *S. longirostris* concuerdan con lo obtenido en los trabajos realizados por la NOAA-SWFC para la Zona Económica Exclusiva de Guatemala – ZEE- (Quintana-Rizzo et al., 2009), así como en trabajos realizados en áreas cercanas de la costa (<10km) en el Pacífico de Costa Rica (Rodríguez & Rodríguez-Fonseca, 2004). A nivel regional, han sido reconocidas, *T. truncatus*, *S. attenuata* y *S. longirostris*, como tres de las especies dominantes (Baird et al., 2005; May-Collado et al., 2005a; Au et al., 1985), sin embargo en ninguno de los casos se menciona a *T. truncatus* como la más común, excepto en algunas regiones del Caribe (Gamboa-Poveda & May-Collado, 2006; Oviedo et al., 2005). En la mayoría de ellos colocan a *S. attenuata* como la más frecuente (Baird et al., 2005; May-Collado et al., 2005a;

² El 18 de enero se registraron tres sismos con epicentro en el Pacífico Este de Guatemala. El primero de ellos a las 9:40 con una magnitud de 5.8 grados en la Escala de Richter ubicado en 13.696° N 90.333° W; el segundo a las 10:58 de 4.3 grados ubicado en 13.545° N 90.301° W y el tercero a las 13:36 de 4.9 grados Richter con epicentro en 13.655°N 90.473° W. Fuente: INSIVUMEH.

Ballance & Pitman, 1998; Perrin, 1975) e incluyen a *S. coeruleoalba* y *D. delphis* como especies comunes, especies que en este estudio o no fueron avistadas o se avistaron de forma ocasional. Estas diferencias podrían deberse a que estos estudios se centran en áreas oceánicas muy distantes de la costa donde especies de hábitats más oceánicos se vuelven más frecuentes, mientras que en el área de estudio fueron más frecuentes especies consideradas de hábitats costeros o cercanos a la plataforma continental. De acuerdo a la clasificación de las comunidades de delfines en el PTO de Au & Perriman (1985), el área de estudio se encuentra dentro del Área I, que corresponde a la región norte dominada principalmente por la presencia de *S. attenuata*, *T. truncatus* y *S. longirostris* y caracterizada por la presencia de aguas tropicales superficiales y donde la cresta de la termoclina es un factor físico dominante.

Con respecto a las ballenas, *B. edeni* y *M. novaeangliae* fueron las dos únicas especies confirmadas. La primera de ellas, aunque con un comportamiento que dificulta sus avistamientos e identificación, fue la más avistada. Esto podría deberse al hecho de que *B. edeni* es una especie residente para esta región mientras que *M. novaeangliae* es una especie migratoria (Sáenz et al., 2004) y por ellos, la mayor parte de avistamientos de *M. novaeangliae* estuvieron restringidos a un período corto de tiempo.

Se debe considerar que la probabilidad de detección entre las diferentes especies va a variar debido a diversos factores, incluyendo la duración del buceo, el tamaño de grupo, el comportamiento superficial y el rechazo (o atracción) hacia el barco de investigación (Baird et al., 2005). Por lo que es probable que muchas especies puedan estar subestimadas, como en el caso de especies de familias como Ziphiidae, Kogiidae, Physteridae que por sus características y buceos típicamente largos (>20 min), tienen una probabilidad de detección muy baja (Baird et al., 2005).

Aunque es difícil comparar las tasas de encuentro entre diferentes estudios debido a las diferencias en el método de muestreo, como el número y experiencia de los observadores, la altura de la embarcación y la velocidad, la temporada, el hábitat, el ángulo de búsqueda, la forma y ancho de banda de los transectos, todos estos factores que influyen las tasas de encuentro (Aliaga-Rossel, McGuire, & JHamilton, 2006), la frecuencia de avistamiento de cetáceos obtenida y en especial la de las tres especies más frecuentes en este estudio, podría considerarse dentro de las más altas reportadas para

estas especies en la región. En un estudio realizado en Hawai en el que concuerdan tres de las cuatro especies más frecuentes (Baird et al., 2005), se reportaron frecuencia de 0.0045 A/km para *S. attenuata* y 0.0037 A/km para *T. truncatus*, valores por debajo de los obtenidos (0.006 y 0.025 A/km respectivamente), mientras que para *S. longirostris* las frecuencias fueron las mismas con 0.0029 A/km (Cuadro 5). Oviedo y Silva (2005), en el noreste de Venezuela, reportan una frecuencia global de avistamientos de cetáceos de 0.022 A/km, aproximadamente la mitad de lo obtenido en este estudio (0.045 A/km) y específicamente para *T. truncatus*, la especie más frecuente (70%) para esa zona, una frecuencia de 0.0145 A/km. En el norte del golfo de México, aunque concuerdan las dos especies más frecuentes, estas invierten su posición ya que *S. attenuata* es la especie más frecuente con 0.011 A/km y *T. truncatus* ocupa la segunda posición con 0.0098 A/km (Baumgartner et al., 2001). En este caso la frecuencia de *S. attenuata* fue aproximadamente el doble del obtenido en este estudio pero en el caso de *T. truncatus* fue cerca de 2.5 veces más baja.

Las altas tasas de encuentro en el área podrían deberse a la alta productividad de las aguas, no solo por ser parte del PTO, considerado como uno de los océanos más productivos del mundo (Fiedler et al., 1991), sino porque recibe en gran parte influencia de la región del Domo de Costa Rica (Fig. 3), una zona caracterizada por una termoclina muy superficial, una alta concentración de nutrientes, una alta productividad y afloramientos muy dinámicos que la convierten en la única concentración masiva de plancton conocida en el Pacífico Tropical y por lo tanto trascendental para la dinámica de las redes alimenticias de la región (Rodríguez-Fonseca, 2001).

Distribución espacio-temporal y su correlación con variables ambientales

La mayor parte de avistamientos se localizaron en las regiones cercanas al cañón de San José y donde inician las grandes pendientes; siendo éstos resultados similares a los de Bearzi (2005) en la bahía de Santa Mónica, donde se encontró un mayor número de avistamientos en localidades cercanas a cañones, escarpes o pendientes, que en planicies. Algunos estudios han mostrado una asociación entre el incremento en la diversidad de cetáceos y tasa de encuentro con la complejidad de la topografía o del hábitat en general (Walker, 2005). Esto debido a que estos sitios presentan características oceanográficas que son óptimas para la mezcla de nutrientes que van a

proveer de áreas ricas en alimentación para los delfines y que permiten a varias especies coexistir en la misma zona (Bearzi, 2005). Lo cual explica a su vez, que en el área de mayores pendientes y cercanas al cañón de San José, se observara el mayor número de especies.

La distribución de las especies de cetáceos se encontró correlacionada a varias variables ambientales, de las cuales la más importante fue la profundidad, como ha sido mostrado en otros trabajos en donde los rangos de diferentes profundidades parecen caracterizar los rangos de hábitat de muchas especies (Kiszka et al., 2007; Cechetti, 2006; Baird et al., 2005; Baumgartner et al., 2001; Moore et al., 2000). Esto debido a que la topografía del suelo está relacionada al fenómeno de afloramiento y a la mezcla mecánica y distribución de nutrientes, que a su vez está involucrada en la productividad primaria y disponibilidad de alimento de toda la cadena alimenticia (Cechetti, 2006). Estas variaciones en el hábitat podrían provocar una especialización de recurso entre las especies y con ello una distribución desigual entre ellas; lo cual podría ser la razón de haber obtenido una correlación diferente de estas variables entre especies, como en el caso de *T. truncatus* y *D. delphis* que mostraron una correlación positiva con respecto a las variables topográficas, mientras que en *S. attenuata* y *M. novaeangliae* fue negativa, así como diferencia significativa entre especies para cada una de estas variables. Sin embargo, aún deben considerarse otros parámetros no fijos como las corrientes marinas, los frentes y remolinos, la temperatura que también han mostrado tener una relación especie-específico con los cetáceos (Ballance et al., 2006).

T. truncatus fue la especie que presentó la distribución más cosmopolita de todas, encontrándose tanto en zonas cercanas como lejanas de la costa, así como en zonas de bajas como de grandes profundidades, lo cual concuerda con diversos estudios que han evidenciado que poblaciones de *T. truncatus* pueden encontrarse tanto en aguas oceánicas como costeras e incluso pueden habitar en bahías, esteros y canales (Reeves, Stewart, Clapham, & Powell, 2002; Moller, Allen, & Harcourt, 2002). Algunos motivos propuestos para explicar este comportamiento, es la distribución discontinua de las presas de esta especie (Morteo et al., 2004) y la capacidad de la misma para adaptarse a diferentes condiciones ambientales, lo que ha resultado en la formación de formas o ecotipos diferentes tanto genética como morfológicamente (Tezanos-Pinto et al., 2009; Moller, Wisziewski, Allen, & Beheregaray, 2007).

De acuerdo a los hábitos que presenta *S. attenuata*, es más común encontrarla mar adentro (Reid, 1997), sin embargo en este estudio se encontró principalmente en las áreas más costeras y en planicies de baja y mediana profundidad. Esto podría deberse a que en esta región está presente la subespecie *S. a. graffmani*, una subespecie endémica de las costas (<200km de la costa) desde México hasta Perú (Dizon, Perrin, & Akin, 1994), y que para Centroamérica ha sido considerada como de las especies más abundantes (Fernández & Oviedo, 2009; Rodríguez et al., 2004).

S. longirostris es considerada una especie de distribución tropical y subtropical, que se encuentra en poblaciones geográficas discretas (Reeves et al., 2002). En este estudio presentó una distribución muy localizada a lo largo del año, principalmente en una zona mesobéntica del lado este del cañón de San José, la cual corresponde al área de distribución conocida para la subespecie *S. l. centroamericana* (Jackson et al., 2008; Jackson et al., 2004), que se distribuye en aguas costeras hasta los 80km de la costa, sobre la plataforma continental desde el sur del Golfo de Tehuantepec hasta el norte de la bahía de Panamá (Shirihai & Jarrett, 2006). A pesar de ello, algunos de los avistamientos correspondieron a la subespecie *S. l. orientalis*, la cual tiene un área de distribución más distante de la costa; aunque en algunos estudios se reporta también en áreas bastante costeras y de traslape con *S. l. centroamericana* (Jackson et al., 2008; May-Collado et al., 2005a).

Según Fernández y Oviedo (2009) la distribución del *D. delphis* está asociada a grandes profundidades, por lo que se le puede encontrar a lo largo del borde de la plataforma continental y la densidad se incrementa al lado de áreas con pendientes pronunciadas. Esto concuerda con lo observado, que muestra la presencia de esta especie a más de 120km de la costa y en profundidades superiores a los 3000m. Su presencia en esta zona podría estar influenciada además, por la cercanía que tiene con el lado oeste del Domo de Costa Rica, un área de afloramiento, donde la disponibilidad de nutrientes y presas atrae a esta especie (Ballance et al., 2006; Danil & Chivers, 2006; Au et al., 1985).

S. bredanensis es considerado como una especie mayormente oceánica y de aguas profundas (Reeves et al., 2002), sin embargo durante el estudio fue avistado en una ocasión en un punto cercano a la costa y sobre la plataforma continental. Jefferson et al.

(1994) señalan que especies oceánicas pueden encontrarse en aguas costeras donde la profundidad es mayor de lo normal, como ocurre en esta zona debido a la presencia del cañón de San José. *G. griseus* también es considerado como una especie oceánica (Reeves et al., 2002), aunque según observaciones realizadas por Wade y Gerrodette (1993), frente a las costas de México, Guatemala y el Golfo de Panamá puede moverse en algunas ocasiones sobre la plataforma continental, como ocurrió en uno de los dos avistamientos realizados. Es posible que *S. bredanensis* y *G. griseus*, por ser especies que se encuentran en grupos pequeños y con comportamientos poco vistosos (Wade & Gerrodette, 1993), algunos de sus avistamientos no hayan podido ser detectados, subestimando así su frecuencia y área de distribución, por lo que para poder analizar su patrón de distribución espacio-temporal, se requeriría de un esfuerzo mayor de búsqueda.

La distribución principalmente costera y sobre la plataforma continental de *M. novaeangliae* en el área de estudio concuerda con los hábitos generales de la especie, la cual es conocida por habitar generalmente en aguas neríticas, y con suaves pendientes, especialmente en las áreas de crianza (Oviedo & Solis, 2008; Flórez-González et al., 2007; Oviedo et al., 2005). Esta forma de distribución es debida a que las hembras con cría tienden a preferir aguas someras y cercanas a la costa, para minimizar la amenaza de depredadores y el acoso de los machos en busca de apareamiento (Flórez-González et al., 2007).

B. edeni se avistó durante todo el año y en áreas cercanas a la periferia del cañón de San José, una zona que como ya se mencionó anteriormente podría tener una productividad mayor, coincidiendo con lo mencionado por Reeves et al, (2002) que describe la distribución de esta especie como de aguas tropicales y templadas pero en áreas con una productividad inusualmente alta.

Los movimientos estacionales a pequeña escala observados en varias de las especies de cetáceos, especialmente en *T. truncatus* y *S. attenuata* coinciden con fluctuaciones estacionales del hábitat, y en el cual el cañón de San José parece ser un elemento importante. La distribución más dispersa y cercana a la costa de las especies, observada durante la época seca, coincide con los afloramientos costeros que se dan en la primera

mitad del año, así como con los patrones de temperatura más complejos (May-Collado et al., 2005a; Au et al., 1985), mientras que la separación de la costa de los avistamientos y su agregación en las áreas cercanas al cañón de San José durante la época lluviosa concuerda con la época de menor productividad en el área, donde la temperatura superficial del agua es menor, dominan los vientos del sur y se reduce la salinidad del agua (Au et al., 1985). Esta relación observada entre los movimientos estacionales de los cetáceos, especialmente costeros y las fluctuaciones de del hábitat ha sido observada por otros autores, los cuales proponen que podrían relacionarse a cambios en el movimiento de las preseas (May-Collado et al., 2005a; Reilly, 1990), y por ello, durante la época de menor productividad se asocian al cañón, que como se mencionó anteriormente, sus características oceanográficas le permiten mantener una productividad mayor.

Diferenciación interespecífica y selección de hábitat

La distribución de las especies de cetáceos fue desigual en el área de estudio, especialmente entre especies similares, ocupando cada una un área diferente, aunque con una región de sobreposición. Esta diferencia entre localidades físicas podría ser resultado de exclusión competitiva entre especies. Se cree que especies similares que co-ocurren compiten por recursos a menos que ocupen diferentes localidades físicas y/o se alimenten de diferentes presas (Bearzi, 2005), como podría estar ocurriendo en las regiones de sobreposición. Estas áreas de co-ocurrencia podrían estar relacionadas a áreas de alimentación lo suficientemente ricas en presas que permiten los requerimientos de alimentación de todas las especies (Bearzi, 2005; Macleod et al., 2004). Aunado a la diferenciación en la distribución también se observó cierta complementariedad en la frecuencia de avistamientos, ya que en las regiones donde se incrementaba la frecuencia de una especie, disminuía la de las otras y viceversa. Esto fue observado a mayor escala en un estudio en el PTO donde se encontró que la distribución espacial de los avistamientos y las tasas de encuentro de *S. longirostris*, *S. attenuata* y *D. delphis* era complementaria en su patrón, aunque con una banda de sobreposición (Au et al., 1985).

En cuanto a la separación más clara observada entre las especies más comunes y la presencia en el área de algunas especies de forma esporádica, Macleod et al., (2004) plantearon la hipótesis de que las especies permanentes pueden excluir

competitivamente a las especies similares, resultando en un número bajo de especies, como ocurrió en este caso, mientras que las especies esporádicas, pueden entrar al área únicamente cuando hay una productividad mayor de la usual.

La selección de regímenes batimétricos específicos entre las diferentes especies de cetáceos, sugiere una división de hábitats en el Pacífico Este de Guatemala que podría estar directa o indirectamente relacionada con la profundidad. La batimetría ha sido ligada a partición de hábitat de cetáceos en otras áreas. Un estudio en el Golfo de México encontró que la profundidad era la variable ambiental más significativa en términos de partición de hábitat (Davis et al., 1998). Un trabajo realizado en el Ártico de Alaska, en el cual se utilizaron datos de 10 años (1982 -1991) de avistamientos, para estudiar la selección de hábitat de *Balaena mysticetus*, *Delphinapterus leucas* y *Echrichtius robustus*, encontró una marcada diferencia en la selección de hábitat entre las tres especies de ballenas estudiadas utilizando como base la batimetría y los regímenes de cobertura de hielo para definir hábitats (Moore, 2000; Moore et al., 2000). En las Bahamas se mostró que las cuatro especies de delfines permanentes diferían significativamente en los cuadros de profundidad utilizados, sugiriendo que las especies ocupan cuatro nichos separados (Macleod et al., 2004). Otros estudios sobre selección de hábitat que se pueden mencionar, incluyen el de Au y Perryman (1985) realizado entre 1976-1980 en el PTO, en el cual se mostró una selección de hábitat en los cetáceos y en el que las principales diferencias encontradas pudieron ser descritas en términos oceanográficos. Un estudio similar realizado por Reilly (1990) entre 1982-1986 en el PTO, encontró que las áreas de alta densidad, para los tres grupos de delfines estudiados (*S. attenuata*/*S. longirostris*, *S. coeruleoalba* y *D. delphis*), estaban claramente separadas. Un estudio similar se llevó a cabo entre 1998-2000 en Florida, donde se observó que las características ambientales y productividad del hábitat entre *T. truncatus* y *S. frontalis*, eran muy diferentes, dando soporte a la hipótesis de mínimo traslape entre las especies (Griffin et al., 2003). En un estudio realizado entre 1992-1994 en el norte del Golfo de México se analizó la distribución, abundancia y preferencias de hábitat de los cetáceos utilizando diferentes variables ambientales y los resultados mostraron una clara separación en la partición de hábitat de las especies y sugirieron que la partición de acuerdo a las preferencias de hábitat de las especies, se basa presumiblemente en la distribución de las presas. Notando que esta partición no necesariamente implica separación espacial (Baumgartner et al., 2001).

Aunque en este trabajo como en los estudios mencionados anteriormente, se menciona que la distribución de los cetáceos puede ser diferenciada con base en variables ambientales, como la batimetría, se debe considerar que estos factores ambientales implican una discontinuidad y grado de agregación en la disponibilidad y distribución de alimento (Kiszka et al., 2007; Cechetti, 2006). Por lo que las variaciones en la distribución podrían estar relacionadas, en realidad, a patrones de forrajeo o alimentación diferentes (Moore et al., 2000); lo que conllevaría que estos factores ambientales tuvieran una influencia indirecta en la distribución de cetáceos (Kiszka et al., 2007; Cechetti, 2006) y la separación de nichos (Macleod et al., 2004). Viddi & Lecrauwaet (2005) mencionan que en algunos estudios se ha propuesto que la selección de hábitat y los patrones de uso en delfines costeros ocurren principalmente como una función de la distribución, movimientos y abundancia de sus presas, y de forma secundaria como una forma de refugio a los depredadores; sin embargo las presas también responden a variables ambientales específicas, que son al mismo tiempo las variables seleccionadas por los cetáceos (Viddi & Lecrauwaet, 2005; Griffin et al., 2003; Baumgartner et al., 2001; Reilly, 1990; Au et al., 1985). Por lo que aunque la abundancia y distribución de las presas podrían ser claves para entender la alta variabilidad en la distribución de los cetáceos en el área, esta hipótesis debe ser puesta a prueba y como en este caso, aspectos fisiográficos como la batimetría podrían proveer aproximaciones importantes para inferir la distribución de las presas, en ausencia de datos de pesca (Robinson, Tetley, & Mitchelson-Jacob, 2009) así como patrones en la distribución, selección y/o partición de hábitat de los cetáceos.

Estos resultados son preliminares y están limitados a un año de trabajo de campo, con pocas réplicas por temporada. Sin embargo, son importantes como una primera aproximación al estudio de estas especies en la región y deben ser vistos dentro de un contexto de resultados a largo plazo.

10. CONCLUSIONES

1. *T. truncatus*, *S. attenuata* y *S. longirostris* corresponden a las tres especies más frecuentes de delfines dentro del área de estudio. Mientras que *B. edeni* y *M. novaeangliae* son las ballenas más frecuentes, aunque esta última de forma temporal.
2. Existe una alta frecuencia de avistamiento de cetáceos en el Pacífico este de Guatemala (0.045 A/km; 0.583 A/h en promedio) en relación a estudios realizados en países de la región. Aspecto que podría relacionarse a la alta productividad de las aguas del Pacífico Tropical Oriental, la influencia del Domo del Costa Rica y las características oceanográficas del cañón de San José.
3. La mayor diversidad de especies y frecuencia de avistamientos se localizó en las regiones escarpadas y cercanas al cañón de San José, especialmente en el lado este. Lo cual podría ser una consecuencia de la mezcla de nutrientes que se da en esas áreas y que proveen de áreas ricas en alimentación.
4. Entre las variables analizadas, la profundidad y distancia de la costa son las variables que explican mejor las variaciones en la distribución de las especies. Existiendo una correlación significativa ($p < 0.05$) entre los patrones de distribución y las mismas, ya sea de forma positiva (Ej. *T. truncatus* y *D. delphis*) o negativa (Ej. *S. attenuata* y *M. novaeangliae*).
5. *T. truncatus* es la especie de mayor distribución en el área, *S. attenuata* y *M. novaeangliae* se encuentran sobre todo en áreas costeras y de baja profundidad, *D. delphis* se encuentra en áreas oceánicas profundas, *S. longirostris* se distribuye principalmente en un área mesobéntica muy restringida del lado este del cañón de San José y *B. edeni* se encuentra mayormente en regiones asociadas al talud continental.
6. Durante la época seca los avistamientos, especialmente de *T. truncatus* y *S. attenuata*, se asocian a regiones más cercanas a la costa en relación a la época lluviosa, época en la cual los avistamientos se distribuyen sobre todo en las regiones

cercanas al cañón de San José, sugiriendo la existencia de movimientos estacionales de pequeña escala, probablemente asociados a los afloramientos costeros presentes durante la época seca y a la disminución general de nutrientes durante la época lluviosa cuando el cañón se convierte en un área potencial para la obtención de presas.

7. Los datos dan soporte a la hipótesis de que existe diferenciación en la distribución entre las diferentes especies de cetáceos. Con especies distribuidas principalmente en regiones costeras, otras en regiones cercanas al talud continental y otras especies de regiones oceánicas.
8. La diferente distribución espacial encontrada, entre las especies de cetáceos, con regiones de sobreposición, sugiere una partición de hábitat en el área debida probablemente a exclusión competitiva entre especies que no sólo ocupan localidades físicas diferentes sino que se separan por otros factores como especialización de recursos alimenticios y diferentes patrones de comportamiento.
9. Los patrones en la distribución espacial y temporal de los cetáceos en el área, así como la partición de hábitat entre especies, pueden ser descritas en función de variables ambientales, en especial la profundidad; sin embargo, la abundancia y distribución de las presas parecen ser la clave para entender esta alta variabilidad.

11. RECOMENDACIONES

1. Desarrollar este proyecto en las regiones central y occidental del país, para determinar si los patrones observados están ocurriendo en todo el Pacífico del país, o si varían los patrones a lo largo de la costa.
2. Continuar el estudio en el área a través de proyectos a largo plazo, lo cual permitirá obtener datos más precisos sobre los patrones de distribución espacial y temporal de los cetáceos en el área. Además de que permitirá observar cambios debido a eventos estocásticos o eventos como el cambio climático.
3. Enfocar esfuerzos de investigación en el cañón de San José, un área que parece ser clave para la dinámica de las poblaciones dentro del área y que podría estar actuando como una zona de alta diversidad y refugio para las especies a los cambios ambientales estacionales y de productividad.
4. En respuesta a la necesidad de generar información sobre la biodiversidad marina de Guatemala, establecida por la comisión de Análisis de Vacíos del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas –SIGAP-, se recomienda utilizar los datos obtenidos como base en la toma de decisiones respecto al establecimiento de áreas marinas protegidas o santuarios para las especies de cetáceos. Para las cuales se debe considerar la distribución y dinámica de las poblaciones tanto espacial como temporalmente.
5. Investigaciones a futuro: es importante la realización de estudios a largo plazo que permitan obtener datos demográficos y estructura genética de las poblaciones, distribución y movimientos estacionales de los cetáceos y sus presas, uso de hábitat, comportamiento, historia natural y evolución, interacciones con pesquería, impacto de actividades antropogénicas entre ellas las actividades de avistamiento de cetáceos, la producción de ruido por embarcaciones, actividades industriales, exploraciones mineras, entre otros.
6. Considerando los altos costos de la investigación en el mar, se recomienda el desarrollo de programas de investigación multidisciplinarios con el fin de obtener la mayor información posible y optimizar recursos.

12. REFERENCIAS

1. Aliaga-Rossel, E., McGuire, T. L., & JHamilton, H. (2006). Distribution and encounter rates of the river dolphin (*Inia geoffrensis boliviensis*) in the central Bolivian Amazon. *J.Cetacean Res.Manage*, 8, 87-92.
2. Appeltans, W., Bouchet, P., Boxshall, G. A., Fauchald, K., Gordon, D. P., Hoeksema, B. W. et al. (2009). World Register of Marine Species. 2010. Disponible en: <http://www.marinespecies.org>.
3. Appler, J., Barlow, J., & Rankin, S. (2004). *Marine mammal data collected during the Oregon California and Washington line-transect expedition (OrcaWale) conducted aboard the NOAA Ships McArthur and David Starr Jordan, July-December 2001*. Reporte NOAA-TM-NMFS-SWFSC-3. 32 pp.
4. Au, D. W. K. & Perryman, W. L. (1985). Dolphin habitats in the Eastern Tropical Pacific. *Fishery Bulletin*, 83, 623-643.
5. Baird, R. W., Webster, D. L., & McSweeney, D. J. (2005). *Biases and data limitations of odontocete cetacean sighting data from small-boat based surveys around the main hawaiian islands* Reporte N62742-05-P-1880. Cascadian Research. 11 pp.
6. Ballance, L. T., Pitman, R. L., & Fiedler, P. C. (2006). Oceanographic influences on seabirds and cetaceans of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69, 360-390.
7. Ballance, L. T., Anderson, R. C., Pitman, R. L., Stafford, K., Shaan, A., Waheed, Z. et al. (2001). Cetacean sightings around the Republic of the Maldives, April 1998. *J.Cetacean Res.Manage*, 3, 213-218.
8. Ballance, L. T. & Pitman, R. L. (1998). Cetaceans of the Western Tropical Indian Ocean: Distribution, Relative Abundance, and Comparisons with Cetacean Communities of Two Other Tropical Ecosystems. *Marine Mammal Science*, 14, 429-459.
9. Baumgartner, M. F., Mullin, K. D., May, L. N., & Leming, T. D. (2001). Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. *Fishery Bulletin*, 99, 219-239.
10. Bearzi, M. (2005). Habitat Partitioning by Three Species of Dolphins in Santa Monica Bay, California. *Bull.Southern California Acad.Sci.*, 104, 113-124.

11. Benson, S. R., Croll, D. A., Marinovic, B. B., Chávez, F. P., & Harvey, J. T. (2002). Changes in the cetacean assemblage of a coastal upwelling ecosystem during El Niño 1997–98 and La Niña 1999. *Progress in Oceanography*, 54, 279-291.
12. Berta, A. & Sumich, J. L. (1999). *Marine Mammals: Evolutionary Biology*. San Diego, California: Academic Press. 494 pp.
13. Cabrera, A. & Ortíz, J. (2008). Efecto de Variables Oceánicas sobre Grupos de Delfines en el Pacífico de Guatemala. XII Congreso Sociedad Mesoamerica para la Biología y Conservación. *Mesoamericana*, 12, 64.
14. Calambokidis, J., Falcone, E. A., Quinn, T. J., Burdin, A. M., Clapham, P. J., Ford, J. K. et al. (2008). *SPLASH: Structure of populations, levels of abundance and status of Humpback whales in the North Pacific* Washington: Reporte AB133F-03-RP-00078. Cascadian Research. 57 pp.
15. Carwardine, M. (2006). *Whales & Dolphins. Get to know the natural world*. London: Harper Collins Publishers. 255 pp.
16. Castro, P. & Huber, M. (2007). *Biología Marina*. (6ta ed.) España: McGraw-Hill,Internacional. 486 pp.
17. Carwardine, M., Hoyt, E., Iñiguez, M., & Tossenberger, V. (2006). *Manual de introducción a la observación turística de cetaceos*. Fundación Cethus y WDC (Whale and Dolphin Cetacean Society). 30 pp.
18. Cechetti, A. (2006). *The Spatial and Temporal Distribution of Cetaceans within Skjálfandi Bay, North East Iceland*. Tesis Maestría, University of Wales, Bankor, UK. 114 pp.
19. Chivers, S. J., Baird, R. W., McSweeney, D. J., Webster, D. L., Hedrick, N. M., & Salinas, J. C. (2007). Genetic variation and evidence for population structure in eastern North Pacific false killer whales (*Pseudorca crassidens*). *Can.J.Zool.*, 85, 783-794.
20. CONAP & MARN (2009). *Biodiversidad Marina de Guatemala: Análisis de vacíos y estrategias para su conservación* Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, The Nature Conservancy. 113 pp.
21. Danil, K. & Chivers, S. J. (2006). Habitat-based spatial and temporal variability in life history characteristics of female common dolphins *Delphinus delphis* in the eastern tropicala pacific. *Mar.Ecol.Prog.Ser*, 318, 277-286.

22. Davis, W., Fargions, S., May, Leming, T. D., Baumgartner, M. F., Evans, E. et al. (1998). Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the North-Central and Western Gulf of Mexico. *Marine Mammal Science*, 14, 490-507.
23. Dizon, A., Perrin, W. F., & Akin, P. (1994). *Stocks of Dolphins (Stenella spp. and Delphinus delphis) in the Eastern Tropical Pacific: A Phylogeographic Classification* Seattle, Washington: U.S. Department of Commerce. 20 pp.
24. Fernández, M. & Oviedo, L. (2009). *Distribution and abundance of Delphinus delphis off the Southern Pacific Coast of Costa Rica*. 8 pp.
25. Fiedler, P. C., Philbrick, V., & Chávez, F. P. (1991). Ocean upwelling and productivity in the Eastern Tropical Pacific. *Limnol. Oceanogr.*, 36, 1834-1850.
26. Fiedler, P. C. & Talley, L. D. (2006). Hydrography of the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*, 69, 143-180.
27. Flórez-González, L., Ávila, I. C., Capella, A., Falk, F., Félix, F., Gibbons, J. et al. (2007). Estrategia para la conservación de la ballena jorobada del Pacífico Sudeste. Lineamientos de un plan de acción regional e iniciativas nacionales. -104. Cali, Fundación Yubarta. 104 pp.
28. Gamboa-Poveda, M. & May-Collado, L. (2006). *Insights of the occurrence, residency, and behavior of two coastal dolphins from Gandoca-Manzanillo, Costa Rica: Sotalia guianensis and Tursiops truncatus (Family Delphinidae)* International Whaling Commission. 9 pp.
29. Gerrodette, T. & Forcada, J. (2006). *Estimates of abundance of northeastern offshore spotted, coastal spotted, and eastern spinner dolphins in the eastern tropical Pacific ocean* Reporte LJ-02-06. La Jolla, California: Southwest Fisheries Science Center.
30. Gerrodette, T., Watters, G., & Forcada, J. (2005). *Preliminary Estimates of 2003 Dolphin Abundance in the Eastern Tropical Pacific* Reporte LJ-05-05. National Marine Fisheries Services; Southwest Fisheries Science Center; La Jolla Laboratory.
31. Griffin, R. B. & Griffin, N. J. (2003). Distribution, Habitat Partitioning, and Abundance of Atlantic Spotted Dolphins, Bottlenose Dolphins, and Loggerhead Sea Turtles on the Eastern Gulf of Mexico Continental Shelf. *Gulf of Mexico Science*, 1, 23-34.
32. Herrera, F. & Calderón, A. (2006). *Memoria del Taller de Ecoturismo de Avistaje y Conservación de Cetáceos*. Guatemala: Consejo Nacional de Áreas Protegidas. 50 pp.

33. Holt, R. S. (1983). *Report of Eastern Tropical Pacific research vessel marine mammal survey May 15 - August 3, 1982* National Marine Fisheries Service,NOAA; Southwest Fisheries Science Center. 151 pp.
34. Hooker, S. K., Whitehead, H., & Gowans, S. (1999). Marine Protected Areas Desing and the Spacial and Temporal Distribution of Cetaceans in the Submarine Cayon. *Conservation biology*, 13, 592-602.
35. Hoyt, E. (2008). Whale watching. In W.F.Perrin, B. Wursig, & J. G. M. Thewissen (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 1223-1227). Academic Press.
36. Hoyt, E. & Iñíguez, M. (2008). Estado del avistamiento de cetáceos en América Latina. WDCS, Chippenham, UK; IFAW, East Falmouth, EE.UU.; y Global Ocean, Londres. 60 pp.
37. Ixquiac, M. (1998). *Análisis de la composición y distribución de la fauna de acompañamiento del camarón (FAC) en el Océano pacífico guatemalteco dentro de las isobatas de 10 a 100 m durante los cruceros de investigación enero 1996 a febrero 1998*. Tesis Licenciatura, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
38. Jackson, A., Gerrodette, T., Chivers, S. J., Lynn, M., Olson, P., & Rankin, S. (2004). *Marine Mammal Data Collected During a Sruvey in the Eastern Tropical Pacific Ocean Aboard the NOAA ships McArthur II and David Starr Jordan, July 29 - December 10, 2003* Reporte NOAATM-NMFS-SWFSC366California: National Marine Fisheries Service,NOAA; Southwest Fisheries Science Center.
39. Jackson, A., Gerrodette, T., Chivers, S. J., Lynn, M., Rankin, S., & Mesnick, S. (2008). *Marine Mammal Data Collected During a Sruvey in the Eastern Tropical Pacific Ocean Aboard the NOAA ships McArthur II and David Starr Jordan, July 28 - December 7, 2006* Reporte NOAATM-NMFS-SWFSC4212008. National Marine Fisheries Service,NOAA; Southwest Fisheries Science Center.
40. Jolon-Morales, M. R., Sanchez-Castañeda, R., Villagrán-Colón, H. C., Mechel, C., & Jinh, H. A. (2005). Estudio sobre los Recursos Pesqueros (de escamas) en el Litoral Pacífico y Mar Caribe de Guatemala. UNIPESCA-AECI. 128 pp. Guatemala.
41. Kinzey, D., Gerrodette, T., arlow, J., Dizon, A., Perryman, W. L., & Olson, P. (2000). *Marine Mammal Data Collected During a Sruvey in the Eastern Tropical Pacific Ocean Aboard the NOAA ships McArthur II and David Starr Jordan, July*

- 28 - December 9, 1999 Reporte NOAATM-N MFS-SWFSC29. National Marine Fisheries Service,NOAA; Southwest Fisheries Science Center.
42. Kinzey, D., Gerrodette, T., Dizon, A., Perryman, W. L., Olson, P., & Rankin, S. (2001). *Marine Mammal Data Collected During a Sruvey in the Eastern Tropical Pacific Ocean Aboard the NOAA ships McArthur II and David Starr Jordan, July 28 - December 9, 2000* Reporte NOM-TM-NMFS-SWFSC303. California: National Marine Fisheries Service,NOAA; Southwest Fisheries Science Center.
43. Kiszka, J., Macleod, K., Van Canneyt, O., Walker, D., & Ridoux, V. (2007). Distribution, encounter rates, and habitat characteristics of toothed cetaceans in the Bay of Biscay and adjacent waters from platform-of-opportunity data. *Journal of Marine Science*, *64*, 1033-1043.
44. Ladd, J. W., Ibrahim, A. K., McMillen, K. J., Latham, G. V., Huene, R. E. V., Watkins, J. S. et al. (1978). Tectonics of the Middle America trench offshore Guatemala. *Simposio Internacional sobre el Terremoto de Guatemala del 4 de febrero de 1976 y el proceso de reconstrucción*, 1-7.
45. Macleod, C. D., Hauser, N., & Peckham (2004). Diversity, relative density and structure of the cetacean community in summer months east of Great Abaco, Bahamas. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.*, *84*, 469-474.
46. May-Collado, L. (2009). Marine Mammals. In I.S.Wehrtmann & J. Cortés (Eds.), *Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America* (pp. 479). Springer business Media B.V.
47. May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K., & Sereg, I. (2005a). Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev.Biol.Trop.*, *53*, 249-263.
48. May-Collado, L. & Morales, R. (2005b). Presencia y patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev.Biol.Trop.*, *53*, 265-276.
49. Moller, L. M., Allen, S. J., & Harcourt, R. G. (2002). Group characteristics, site fidelity and seasonal abundance of bottlenose dolphins *Tursiops aduncus* in Jervis Bay and Port Stephens, South-Eastern Australia. *Australian Mammalogy*, *24*, 11-21.
50. Moller, L. M., Wisziewski, J., Allen, S. J., & Beheregaray, L. B. (2007). Habitat type promotes rapid and extremely localised genetic differentiation in dolphins. *Marine and freshwater research*, *58*, 640-648.

51. Moore, S. E. (2000). Variability of Cetacean Distribution and Habitat Selection in the Alaskan Arctic, Autumn 1982–91. *Artic*, 53, 448-460.
52. Moore, S. E., DeMaster, D. P., & Dayton, P. K. (2000). Cetacean habitat selection in the Alaskan Arctic during summer and autumn. *Artic*, 53, 432-447.
53. Morteo, E., Heckel, Defren, R. H., & Schramm, Y. (2004). Distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursión (*Tursiops truncatus*) al sur de Bahía San Quintín, Baja California, México. *Ciencias Marinas*, 30, 35-46.
54. Mullin, K. D. & Fulling, G. L. (2003). Abundance of cetaceans in the southern U.S. North Atlantic Ocean during summer 1998. *Fishery Bulletin*, 101, 603-613.
55. O'Callaghan, M. & Baker, C. S. (2002). Summer cetacean community, with particular reference to Bryde's whales, in the Hauraki Gulf, New Zeland. Doc Science Internal Series 55. 18 pp. Wellington, New Zeland, Department of Conservation.
56. Ortíz, J. (2009). Efecto de las variables oceánicas sobre el comportamiento de delfines (*Tursiops truncatus*, *Stenella attenuata* y *S. longirostris*). Informe Investigación EPS. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1-32. Guatemala.
57. Oviedo, L. & Silva, N. (2005). Sighting frequency and relative abundance of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the northeast coast of Margarita Island and Los Frailes Archipelago, Venezuela. *Rev.Biol.Trop.*, 53, 595-600.
58. Oviedo, L. & Solis, M. (2008). Underwater topography determines critical breeding habitat for humpback whales near Osa Peninsula, Costa Rica: implications for Marine Protected Areas. *Rev.Biol.Trop.*, 56, 591-602.
59. Perrin, W. F. (2009). World Cetacea Database. Disponible en línea en <http://www.marinespecies.org/cetacea>. 2010.
60. Perrin, W. F. (1990). Subspecies of *Stenella longirostris* (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). *Proc.Biol.Soc.Wash.*, 103, 453-463.
61. Perrin, W. F. (1975). Distribution and Differentiation of Populations of Dolphins of the Genus *Stenella* in the Eastern Tropical Pacific. *J.Fish.Res.Board Can.*, 32, 1059-1067.
62. Prideaux, M. (2003). *Conservación de Cetáceos: La Convención de Especies Migratorias y sus Acuerdos Relevantes para la Conservación de Cetáceos*. Munich, Alemania: WDCS. 24 pp.
63. PROBIOMA (2009). *Análisis de vacíos y omisiones para el Pacífico de Guatemala: planificación para la conservación marina* Guatemala. 76 pp.

64. Quintana-Rizzo, E. & Gerrodette, T. (2009). Primer estudio sobre la diversidad, distribución y abundancia de cetáceos en la Zona Económica Exclusiva del Océano Pacífico de Guatemala. Chicago Board of Trade Endangered Species Fund, Chicago Zoological Society. 1-66. Guatemala.
65. Reeves, R. R., Stewart, B. S., Clapham, P. J., & Powell, J. A. (2002). *Guide to Marine Mammals of the World*. New York: Alfred A. Knopf, Inc. 527 pp.
66. Reid, F. (1997). *A field guide to the mammals of Central America and southeast Mexico*. USA: Oxford University Press, Inc. 334 pp.
67. Reilly, S. B. (1990). Seasonal changes in distribution and habitat differences among dolphins in the eastern tropical Pacific. *Marine Ecology Progress Series*, 66, 1-11.
68. Robinson, K. P., Tetley, M. J., & Mitchelson-Jacob, E. G. (2009). The distribution and habitat preference of coastally occurring minke whales (*Balaenoptera acutorostrata*) in the outer southern Moray Firth, northeast Scotland. *J.Coast.Conserv*, 13, 39-48.
69. Rodríguez, K. & Rodríguez-Fonseca, J. (2004). Avistamientos del delfín manchado, *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphinidae) en Bahía Culebra, Costa Rica, 1999-2000. *Rev.Biol.Trop.*, 52, 189-194.
70. Rodríguez-Fonseca, J. (2001). Diversidad y distribución de los cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae). *Rev.Biol.Trop.*, 49, 135-143.
71. Romero, J. (2009). Registro de comportamientos superficiales de *Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris* y *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphinidae) durante los meses de febrero a mayo 2009, en dos zonas del pacífico Guatemalteco. Informe Investigación EDC. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1-19. Guatemala.
72. Ruano, S., Franco, I., Marroquín, J., Hernández, C., Díaz, C., & Ixquiac, M. (2008). *Patrones de distribución y estacionales de las especies de cetáceos observadas en el pacífico de Guatemala* FODECYT No. 99-2006. CONCYT- SENACYT- FONACYT - USAC - CEMA. 69 pp.
73. Sáenz, J. C., Wong, G., & Carrillo, E. (2004). *Ballenas y delfines de América Central*. Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO. 156 pp.
74. Shirihai & Jarrett (2006). *Whales, dolphins and other marine mammals of the world*. New Jersey: Princeton University Press. 384 pp.
75. Tezanos-Pinto, G., Scott, B., Russell, K., Martien, K., Baird, R. W., Hutt, A. et al. (2009). A Worldwide Perspective on the Population Structure and Genetic Diversity

- of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in New Zealand. *Journal of Heredity*, 100, 11-24.
76. Tynan, C. T., Ainley, D. G., Barth, J. A., Cowles, T. J., Pierce, S. D., & Spear, L. B. (2005). Cetacean distributions relative to ocean processes in the northern California Current System. *Deep-Sea Research II*, 52, 145-167.
77. Valles-Jiménez, R. (1998). *Abundancia y distribución de Delphinus delphis y Delphinus capensis en la costa occidental de la península de Baja California*. Maestro en Ciencias, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, Baja California Sur, México. 91pp.
78. Viddi, F. A. & Lescrauwaet, A. K. (2005). Insights on Habitat Selection and Behavioural Patterns of Peale's Dolphins (*Lagenorhynchus australis*) in the Strait of Magellan, Southern Chile. *Aquatic Mammals*, 31, 176-183.
79. Wade, P. & Gerrodette, T. (1993). Estimates of Cetacean Abundance and Distribution in the Eastern Tropical Pacific. *Rep.Int.Whal.Comm*, 43, 477-494.
80. Walker, D. (2005). *Using oceanographic features to predict areas of high cetacean diversity*. Tesis Master of Science, University of Wales, Bangor, UK. 148pp.

13. ANEXOS

ANEXO 1. Datos de Avistamientos

Cuadro 14. Cetáceos avistados desde febrero 2009 hasta febrero 2010 en el Pacífico Este de Guatemala. Fecha, nombre científico, coordenadas, distancia de la costa (km), profundidad (m) y tamaño de grupo.

No.	Fecha	Nombre Científico	Latitud	Longitud	Distancia Costa (km)	Profundidad (m)	Tamaño de Grupo
1	21-Feb-09	<i>Megaptera novaeangliae</i>	13.91222222	-90.73305556	1.941	13	2-4
2	28-Feb-09	<i>Megaptera novaeangliae</i>	13.85555556	-90.745	8.509	48	1
3	28-Feb-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.79666667	-90.73916667	14	72	5-10
4	28-Feb-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.74277778	-90.61805556	19.764	69	3-5
5	28-Feb-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.53111111	-90.49861111	40.352	105	40-55
6	28-Feb-09	DELPHINIDAE	13.49888889	-90.62805556	46.94	319	15-20
7	28-Feb-09	DELPHINIDAE	13.25777778	-91.13166667	73.018	668	5-10
8	01-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.33222222	-90.60416667	65.057	395	150-300
9	01-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.29111111	-90.60583333	69.45	272	150-300
10	01-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.24861111	-90.60805556	74.39	301	150-300
11	01-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.66583333	-90.65972222	28.822	149	10-15
12	26-Mar-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.52222222	-90.6975	45.135	382	10-25
13	26-Mar-09	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.52222222	-90.6975	45.135	382	1
14	26-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.32694444	-90.54416667	64.358	238	3
15	26-Mar-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.39333333	-90.56222222	57.151	247	3
16	07-Abr-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.90222222	-90.72972222	2.544	25	10-25
17	07-Abr-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.79027778	-90.4525	9.732	38	20-35
18	07-Abr-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.8075	-90.45444444	7.902	35	100-150
19	07-Abr-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.8225	-90.46611111	6.607	32	30-50
20	30-Abr-09	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.57555556	-90.56944444	37.21	133	1
21	30-Abr-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.28916667	-90.50194444	66.98	202	2-5
22	30-Abr-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.24444444	-90.56638889	74.2	265	300-500
23	30-Abr-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.12361111	-90.65055556	88.63	645	2-5
24	30-Abr-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.07611111	-90.65833333	94.04	1372	5-10
25	01-May-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.34305556	-90.70527778	64.73	848	3-6
26	01-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.73305556	-90.77138889	21.2	112	3
27	01-May-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.83694444	-90.86055556	8.79	38	6-15
28	26-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.26888889	-91.38361111	79.13	1508	10-50
29	26-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.16694444	-91.39388889	91.28	2578	1
30	26-May-09	DELPHINIDAE	12.97083333	-91.22277778	106.43	3894	?
31	26-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	12.88944444	-90.99583333	113.4	3017	5-8
32	27-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.45055556	-90.83666667	51.8	118	10-30
33	27-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.43555556	-90.69138889	54.42	746	3-5
34	27-May-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.55	-90.39555556	34.28	78	25-50
35	27-May-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.55	-90.39555556	34.28	78	6-12
36	27-May-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.85388889	-90.60388889	7.17	44	6-8
37	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.47833333	-90.84222222	48.54	140	10-15
38	29-Jul-09	DELPHINIDAE	13.42944444	-90.85305556	54.1	136	?
39	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.4075	-90.85666667	56.38	191	3
40	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.25333333	-90.87833333	73.29	675	12-15
41	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.15583333	-90.89166667	83.74	1478	10-15
42	29-Jul-09	DELPHINIDAE	13.09777778	-90.81194444	91.14	1682	2-5
43	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.10333333	-90.74444444	90.85	1484	3
44	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.10888889	-90.58833333	89.26	660	2
45	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.12	-90.56777778	87.81	492	10-15
46	29-Jul-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.18666667	-90.54027778	80.26	355	500-700
47	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.19472222	-90.54166667	78.52	342	8-10
48	29-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.26222222	-90.48222222	69.38	201	3-5
49	29-Jul-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.29527778	-90.49027778	66.29	187	30-50
50	30-Jul-09	DELPHINIDAE	13.29166667	-90.44861111	64.66	157	2
51	30-Jul-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.37916667	-90.51861111	57.58	161	20-30

No.	Fecha	Nombre Científico	Latitud	Longitud	Distancia Costa (km)	Profundidad (m)	Tamaño de Grupo
52	30-Jul-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.37916667	-90.51861111	57.58	161	2-5
53	30-Jul-09	<i>Steno bredanensis</i>	13.52888889	-90.46305556	39.6	91	3
54	30-Jul-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.7625	-90.585	16.87	58	20-30
55	29-Ago-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.50527778	-90.37388889	38.15	81	2-3
56	29-Ago-09	DELPHINIDAE	13.46222222	-90.39972222	44.5	97	1
57	29-Ago-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.47444444	-90.44388889	44.74	103	20-25
58	29-Ago-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.5	-90.47083333	43.18	104	20-30
59	29-Ago-09	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.52527778	-90.51694444	41.83	121	1
60	29-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.46	-90.86944444	50.74	141	5
61	29-Ago-09	<i>Megaptera novaeangliae</i>	13.46	-90.86944444	50.74	141	1
62	29-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.36888889	-90.91	60.61	217	3-5
63	29-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.26222222	-90.93888889	72.2	383	3-5
64	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.075	-91.06861111	93.27	1870	35-60
65	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.09027778	-91.01444444	91.2	1861	6-10
66	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.09916667	-90.94972222	90.3	1836	20-25
67	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.09916667	-90.94972222	90.3	1836	70-100
68	30-Ago-09	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.09916667	-90.94972222	90.3	1836	1
69	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.12333333	-90.89083333	87.63	1683	3
70	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.15444444	-90.89305556	84.3	1481	8
71	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.23222222	-90.9	75.35	602	5
72	30-Ago-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.31805556	-90.91083333	65.86	268	150-300
73	26-Sep-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.88527778	-90.71833333	4.30	39	10-15
74	26-Sep-09	DELPHINIDAE	13.8775	-90.6475	4.95	38	?
75	26-Sep-09	DELPHINIDAE	13.85444444	-90.6475	7.56	45	?
76	26-Sep-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.34777778	-90.48944444	60.12	167	4-6
77	26-Sep-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.35472222	-90.52333333	60.47	199	5-10
78	26-Sep-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.40833333	-90.53555556	54.74	166	+100
79	26-Sep-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.42472222	-90.56333333	53.48	209	200-500
80	26-Sep-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.40361111	-90.59361111	56.70	395	500-700
81	27-Sep-09	DELPHINIDAE	12.73666667	-90.86777778	130.37	4187	6
82	27-Sep-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.03861111	-90.62944444	97.56	1834	2
83	27-Sep-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.21611111	-90.6275	77.88	387	3-4
84	27-Sep-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.29027778	-90.61944444	69.45	330	40-60
85	21-Nov-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.84027778	-90.74805556	9.27	53.05	15-20
86	21-Nov-09	DELPHINIDAE	13.81888889	-90.67972222	11.69	59.63	20-?
87	21-Nov-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.77055556	-90.45388889	12.36	43.03	15-25
88	21-Nov-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.75916667	-90.42055556	11.69	45.28	7-11
89	21-Nov-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.73361111	-90.42888889	15.00	49.72	5
90	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.65638889	-90.30805556	17.98	54.24	2-3
91	21-Nov-09	<i>Grampus griseus</i>	13.57527778	-90.37972222	30.56	76.67	1
92	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.57527778	-90.37972222	30.56	76.67	1
93	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.54444444	-90.37277778	33.54	82.17	1
94	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.51555556	-90.37	36.52	89.14	2
95	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.46444444	-90.36555556	41.78	101.73	2
96	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.45305556	-90.38305556	44.42	109.23	1-10
97	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.45527778	-90.4	44.72	113.22	1
98	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.4625	-90.45583333	46.19	125.58	1-10
99	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.47166667	-90.46277778	45.31	132.14	3-5
100	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.48472222	-90.50361111	45.45	146.28	50-150
101	21-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.51861111	-90.58444444	43.69	404.71	5-10
102	21-Nov-09	<i>Stenella longirostris</i>	13.51555556	-90.69861111	45.31	574.23	15-?
103	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.10611111	-91.35138889	94.84	2916	1-4
104	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.06694444	-91.23222222	96.23	2788	1
105	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.05944444	-91.215	96.23	2759	3
106	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	12.94694444	-90.92277778	106.69	2541	8-12
107	22-Nov-09	<i>Delphinus delphis</i>	12.95222222	-90.80694444	107.04	2492	200-300
108	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.03694444	-90.78555556	97.97	2241	6-10
109	22-Nov-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.06694444	-90.73972222	94.84	1838	10-15
110	15-Dic-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.79666667	-90.52166667	11.53	47	10-15
111	15-Dic-09	<i>Stenella attenuata</i>	13.63472222	-90.28805556	19.32	83	20-25
112	15-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.50972222	-90.34944444	32.23	109	3-4
113	15-Dic-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.45472222	-90.38555556	44.07	112	No Det
114	15-Dic-09	<i>Balaenoptera sp.</i>	13.37694444	-90.45222222	55.25	154	1
115	15-Dic-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.29083333	-90.87555556	70.34	290	3-10
116	15-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.27722222	-90.88722222	68.73	302	2-6
117	16-Dic-09	<i>Balaenoptera edeni</i>	12.93277778	-90.61083333	108.98	2502	2
118	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.16138889	-90.76722222	84.53	1139	40-50
119	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.17916667	-90.80138889	83.01	1391	30-40
120	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.31305556	-90.92277778	64.41	200	2

No.	Fecha	Nombre Científico	Latitud	Longitud	Distancia Costa (km)	Profundidad (m)	Tamaño de Grupo
121	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.35611111	-90.90472222	61.88	129	1
122	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.3975	-90.89055556	57.05	130	10-15
123	16-Dic-09	<i>Megaptera novaeangliae</i>	13.39666667	-90.90416667	57.35	121	4
124	16-Dic-09	<i>Tursiops truncatus</i>	13.65611111	-90.81222222	28.98	177	5-6
125	18-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.20472222	-91.01777778	78.1	1006	2-3
126	19-Ene-10	<i>Delphinus delphis</i>	12.89972222	-91.07861111	112.35	3964	50-80
127	19-Ene-10	<i>Delphinus delphis</i>	12.86888889	-91.03194444	115.24	3880	250-300
128	19-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.84944444	-90.95277778	117.48	3573	4
129	19-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.00777778	-90.82666667	100.19	2059	1
130	19-Ene-10	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.08111111	-90.75583333	93.15	1724	1
131	19-Ene-10	DELPHINIDAE	13.16305556	-90.74972222	84.51	978	10-30
132	19-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.37222222	-90.68194444	61.46	928	2
133	19-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.43777778	-90.64527778	53.78	768	8-10
134	19-Ene-10	<i>Balaenoptera sp (musculus)</i>	13.43777778	-90.64527778	53.78	768	1
135	19-Ene-10	<i>Stenella longirostris</i>	13.52055556	-90.60472222	44.17	440	800-1000
136	19-Ene-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.69638889	-90.61722222	25.28	116	5
137	14-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.71444444	-90.47555556	19.25	60.74	2
138	14-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.70138889	-90.44111111	19.99	59.76	2
139	14-Feb-10	<i>Stenella attenuata</i>	13.67972222	-90.39361111	19.43	58.25	8-10
140	14-Feb-10	DELPHINIDAE	13.42777778	-90.46472222	50.35	137.9	1
141	14-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.40416667	-90.485	53.88	188.51	30-50
142	14-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.35611111	-90.51166667	59.98	315.01	5-10
143	14-Feb-10	DELPHINIDAE	13.29277778	-90.47944444	65.9	225.64	10-20
144	14-Feb-10	DELPHINIDAE	13.29888889	-90.50555556	65.9	252.76	1
145	14-Feb-10	<i>Stenella longirostris</i>	13.31055556	-90.52611111	65.72	300.81	500-800
146	14-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.33555556	-90.59666667	64.05	556.12	1
147	14-Feb-10	<i>Stenella attenuata</i>	13.33916667	-90.61277778	64.06	634.86	25-30
148	15-Feb-10	DELPHINIDAE	12.655	-90.86444444	139.4	5421.14	2-5
149	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.65611111	-90.86861111	139.21	5456.02	1
150	15-Feb-10	<i>Stenella longirostris</i>	12.65194444	-90.91611111	139.94	5647.32	40-50
151	15-Feb-10	<i>Stenella sp (attenuata)</i>	12.65194444	-90.91611111	139.94	5647.32	2-5
152	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.67194444	-90.82111111	137.91	5168	20-40
153	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.68	-91.00555556	136.25	5913.57	5
154	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.69361111	-91.02722222	135.32	5864.66	20-30
155	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.69138889	-91.01333333	134.77	5832.15	6-10
156	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.68361111	-91.05194444	136.25	6030	6
157	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	12.77444444	-91.17138889	127.95	5799.3	10-15
158	15-Feb-10	<i>Grampus griseus</i>	12.77444444	-91.17138889	127.95	5799.3	5-8
159	15-Feb-10	<i>Delphinus delphis</i>	12.85277778	-91.12222222	117.92	4833.7	40-80
160	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.07	-91.00472222	93.3	1851.2	3
161	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.08888889	-90.99194444	91.82	1792.96	20-50
162	15-Feb-10	<i>Tursiops truncatus</i>	13.12222222	-90.93916667	87.93	1708.32	6-8
163	15-Feb-10	BALAENOPTERIDAE	13.17722222	-90.82305556	82.19	1508.7	1
164	15-Feb-10	<i>Balaenoptera edeni</i>	13.365	-90.80694444	61.83	498.27	1

ANEXO 2. Valores observados y esperados de cetáceos por rangos de profundidad

Cuadro 15. Número de avistamientos observados y esperados, con base en el esfuerzo de búsqueda (t-km) para cada uno de los rangos de profundidad definidos, para *T. truncatus* (TUTR), *S. attenuata* (STAT), *S. longirostris* (STLO) y *D. delphis* (DEDE). *G. griseus* (GRGR), *S. bredanensis* (STBR), *B. edeni* (BAED) y *M. novaeangliae* (MENO).

Rango Profundidad (m)	TUTR		STAT		STLO		DEDE	
	O	E	O	E	O	E	O	E
0-49.9	1	11.6	10	3.0	0	1.4	0	0.5
50-99.9	9	15.9	6	4.1	0	1.9	0	0.7
100-199.9	22	14.5	4	3.8	1	1.7	0	0.7
200-499.9	13	11.6	0	3.0	7	1.4	0	0.5
500-1999.9	24	14.8	2	3.8	1	1.7	0	0.7
≥2000	16	16.6	0	4.3	1	2.0	4	0.8
	85	85	22	22	10	10	4	4
X ²	22.5		25.4		26.8			
p	<0.001		<0.001		<0.001			
Rango Profundidad (m)	GRGR		STBR		BAED		MENO	
	O	E	O	E	O	E	O	E
0-49.9	0	0.3	0	0.1	0	1.0	2	0.5
50-99.9	0	0.4	1	0.2	0	1.3	0	0.7
100-199.9	1	0.3	0	0.2	2	1.2	2	0.7
200-499.9	0	0.3	0	0.1	2	1.0	0	0.5
500-1999.9	0	0.3	0	0.2	2	1.2	0	0.7
≥2000	1	0.4	0	0.2	1	1.4	0	0.8
	2	2	1	1	7	7	4	4

ANEXO 3. Fotografías de Algunas Especies Avistadas**Delfines del Pacífico Este de Guatemala**
Fotografías de José Yee*Tursiops truncatus**Stenella attenuata**Stenella longirostris*



Delphinus delphis



Grampus griseus

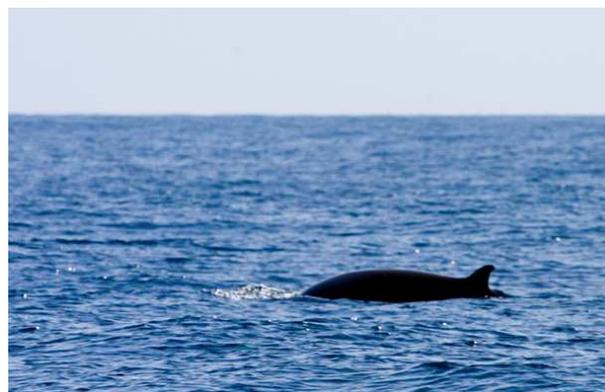
Ballenas del Pacífico Este de Guatemala
Fotografías de José Yee



Megaptera novaeangliae



Balaenoptera edeni

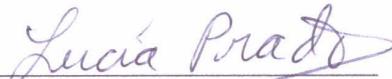




Andrea Alejandra Cabrera Arreola
Estudiante



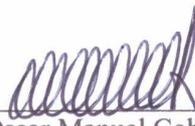
M. Sc. Miguel Ángel Iñiguez Bessega
Asesor
Fundación Cethus, Argentina



M.Sc. Lucía Margarita Prado Castro
Revisora
Escuela de Biología



Dr. Sergio Alejandro Melgar Valladares
Director
Escuela de Biología



Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto
Decano
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia