

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

COMPORTAMIENTO DE SOCIALIZACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE TRES ESPECIES DE DELFINES
(*TURSIOPS TRUNCATUS*, *STENELLA LONGIROSTRIS* Y *DELPHINUS DELPHIS*) EN EL CAÑÓN DE
SAN JOSÉ Y LA FOSA CENTROAMERICANA- PACÍFICO ESTE DE GUATEMALA

INFORME DE TESIS

Jennifer Suzzán Ortiz Wolford

Bióloga

Guatemala, noviembre de 2011

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

COMPORTAMIENTO DE SOCIALIZACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE TRES ESPECIES DE DELFINES
(*TURSIOPS TRUNCATUS*, *STENELLA LONGIROSTRIS* Y *DELPHINUS DELPHIS*) EN EL CAÑÓN DE
SAN JOSÉ Y LA FOSA CENTROAMERICANA- PACÍFICO ESTE DE GUATEMALA

INFORME DE TESIS

Presentado por

Jennifer Suzzán Ortiz Wolford

Para optar al título de

Bióloga

Guatemala, noviembre de 2011

COMPORTAMIENTO DE SOCIALIZACIÓN Y ALIMENTACIÓN DE TRES ESPECIES DE DELFINES
(*TURSIOPS TRUNCATUS*, *STENELLA LONGIROSTRIS* Y *DELPHINUS DELPHIS*) EN EL CAÑÓN DE
SAN JOSÉ Y LA FOSA CENTROAMERICANA- PACÍFICO ESTE DE GUATEMALA

INFORME DE TESIS

Presentado por
Jennifer Suzzán Ortiz Wolford

Para optar al título de
Bióloga

Guatemala, noviembre de 2011

JUNTA DIRECTIVA

DR. OSCAR COBAR PINTO

DECANO

LIC. PABLO ERNESTO OLIVA SOTO, M.A.

SECRETARIO

LIC. LILIANA VIDES DE URÍZAR

VOCAL I

DR. SERGIO ALEJANDRO MELGAR VALLADARES

VOCAL II

LIC. LUIS ANTONIO GÁLVEZ SANCHINELLI

VOCAL III

BR. JOSÉ ROY MORALES CORONADO

VOCAL IV

BR. CECILIA LISKA DE LEÓN

VOCAL V

ACTO QUE DEDICO

A Dios por darme la vida y una increíble familia, y por permitirme llegar a culminar mi carrera.

A mis padres: Edgar René Ortiz y Eva Patricia Wolford, por su amor, sus consejos, su ejemplo e incondicional apoyo a lo largo de mi vida.

A mis hermanos: Jacky, Emanuel y David por su cariño y camaradería. A Maco, por creer en mí, por estar a mi lado apoyándome y exhortándome a ser mejor.

A mis abuelos, Samuel Wolford y Marta Julia de Wolford por su cariño y el haber fomentado en mí el deseo de superación y a Herminia Monterroso por su amor y por tenerme siempre en mente y en sus oraciones. A los tres por compartir conmigo historias, conocimientos y sobre todo sus experiencias.

A mis tíos, muy especialmente a Maly y Beto por estar siempre dispuestos a ayudarme y por sus invaluable consejos y a Iván por haber sido una gran influencia en la elección de mi carrera. Y al resto de mi familia, que me ha acompañado en cada una de las etapas de mi vida.

A mis amigos y compañeros universitarios, especialmente a Andrea por iniciar y alcanzar una meta juntas, por compartir viajes y proyectos, por su paciencia y sobre todo gran amistad; a todos, por hacer de estos años y cada actividad desarrollada en ellos, muy especial: Julio, Andrea P., Rosa, Jacobo, Evelyn, Margoth, Carlita, Iliana, Pablo, Edson y a quienes no menciono pero igualmente hicieron inolvidable este tiempo. A mis profesores e instructores, por contribuir en mi desarrollo profesional.

AGRADECIMIENTOS

A Andrea Cabrera y Julio Romero por su amistad y colaboración en el trabajo de campo durante la realización del proyecto. A Franklin Herrera por su apoyo y exhortación para realizar investigación con cetáceos. A Miguel Iñíguez por su tiempo y asesoría, y a Lucía Prado por sus revisiones a este trabajo de investigación.

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 el respaldo brindado a lo largo del proyecto. Al personal del Comando Naval del Pacífico –CONAPAC-, cuyo profesionalismo y dedicación hicieron los viajes de muestreo 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 y a *The Nature Conservancy* – TNC- por la proporción de las capas de información geográfica del Pacífico

INDICE

1.	RESUMEN.....	3
3.	ANTECEDENTES.....	5
3.1	Área de Estudio.....	5
3.1.1	<i>Cañones submarinos</i>	5
3.1.2.	<i>Fosas o trincheras submarinas</i>	6
3.2	Cetáceos.....	7
3.2.1	<i>Clasificación taxonómica y descripción de especies</i>	7
3.3	Tipos de comportamientos registrados en Cetáceos.....	11
3.3.1	<i>Comportamiento de alimentación o forrajeo:</i>	13
3.3.2	<i>Comportamiento de Socialización:</i>	15
3.4	Los Cetáceos y la Preferencia de Hábitat.....	17
3.4.1	<i>Cetáceos asociados a cañones submarinos:</i>	18
3.5	Investigaciones de cetáceos en Guatemala.....	18
3.6	Principales amenazas para los cetáceos en Guatemala.....	20
3.6.1	<i>Sobreexplotación pesquera y captura incidental</i>	20
3.6.2	<i>Contaminación química</i>	21
3.6.3	<i>Colisiones con embarcaciones y aumento de ruido submarino</i>	22
4.	JUSTIFICACIÓN.....	23
5.	OBJETIVOS.....	25
5.1	General.....	25
5.2	Específicos.....	25
6.	HIPÓTESIS.....	26
7.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
7.1	Universo.....	27
7.2	Materiales:.....	28
7.3	Metodología.....	28
7.3.1	Navegaciones:.....	28
7.3.2	Toma de datos:.....	30

7.3.3	Determinación del comportamiento:.....	31
7.3.4	Análisis de Datos.....	32
8.	RESULTADOS.....	34
8.1	Esfuerzo de muestreo	34
8.2	Variación del comportamiento según la Profundidad y Pendiente:.....	37
8.2.1	<i>Delfín nariz de botella (T. truncatus)</i>	37
8.2.2	<i>Delfín tornillo (S. longirostris)</i>	39
8.2.3	<i>Delfín común (D. delphis)</i>	42
8.3	Variación del comportamiento según el Tamaño de Grupo	45
8.4	Correlación entre comportamientos y variables: profundidad, pendiente y tamaño de grupo.....	51
8.5	Importancia del Cañón de San José para la realización de los comportamientos de alimentación y socialización	58
8.6	Descripción de los comportamientos en superficie realizados por los delfines..	61
8.6.1	<i>Descripción del Comportamiento de Alimentación</i>	61
8.6.2	<i>Descripción del Comportamiento de Socialización</i>	69
9.	DISCUSIÓN.....	78
10.	CONCLUSIONES	84
11.	RECOMENDACIONES.....	85
12.	REFERENCIAS.....	87
13.	ANEXOS.....	94
13.1	Anexo 1: Áreas próximas a licitar para extracción de gas e hidratos de metano ...	94
13.2	Anexo 2: Presiones de pesca y contaminación en el área de estudio.....	96

1. RESUMEN

Las características del hábitat que influyen en las especies animales varían de un lugar a otro. En este estudio, desarrollado durante los meses de febrero de 2009 a febrero de 2010, la pregunta estuvo enfocada a determinar si existía correlación entre los comportamientos específicos de alimentación y socialización, presentados por el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), delfín tornillo (*Stenella longirostris*) y delfín común (*Delphinus delphis*), y las variables físicas de profundidad y pendiente. También se determinó la correlación de dichos comportamientos y el tamaño de grupo. El trabajo se realizó frente a las costas del Pacífico Este de Guatemala, lugar que se caracteriza por la presencia de un cañón submarino, el cañón de San José abarcando el área hasta la fosa Mesoamericana. El área de estudio fue cubierta de forma aleatoria (con un esfuerzo de 3,412 Km recorridos y 263 horas de observación activa) y se registró la posición geográfica, el comportamiento mediante la técnica de “*ad libitum*” y el tamaño de grupo. Un total de 109 avistamientos de las especies en estudio fueron registradas, correspondiendo 95 a *T. truncatus*, 10 a *S. longirostris* y 4 a *D. delphis*. Según la correlación de Spearman, las variables de profundidad, pendiente y tamaño de grupo se correlacionaron positivamente con el comportamiento de alimentación para *D. delphis*, en el área de la fosa Mesoamericana, siendo significativo ($p < 0.05$) únicamente con la profundidad. Para *T. truncatus* el comportamiento de alimentación se correlacionó negativamente con la profundidad ($R_s = -0.041$) y positivamente con la pendiente ($R_s = 0.091$) y tamaño de grupo ($R_s = 0.075$), sin embargo ninguno fue estadísticamente significativo. Para *S. longirostris* el comportamiento de alimentación estuvo correlacionado negativamente con la profundidad ($R_s = -0.08$) y pendiente ($R_s = -0.07$) y positivamente con el tamaño de grupo ($R_s = 0.46$), siendo significativo ($p < 0.05$) solamente para este último. Esto sucedió dentro del área comprendida por el cañón de San José para ambas especies. La correlación para *T. truncatus* al realizar comportamientos de socialización, fue negativa para todas las variables, y fue positiva para *S. longirostris*, para ambas especies fue significativo ($p < 0.05$) únicamente para el tamaño de grupo ($R_s = 3.09E-10$ y $R_s = 0.001$ respectivamente). Se describieron las estrategias de alimentación desarrolladas por las especies en aguas guatemaltecas incluyendo asociación con otras especies, así como las actividades en superficie desplegadas durante el comportamiento de socialización, en donde se integraron los avistamientos de crías dentro de los grupos para identificar áreas de reproducción, como posiblemente ocurre en el cañón de San José.

2. INTRODUCCIÓN

En Guatemala, la investigación de cetáceos tiene una historia reciente, por lo que la información existente es limitada y se encuentra aislada. Estas investigaciones se han centrado en el estudio de la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*) y la diversidad, abundancia y distribución, tanto espacial como temporal, de los cetáceos en general (Gerrodette et al., 2005; Godoy & Aguilera, 2006; Cabrera & Ortiz, 2008; Ruano et al., 2008; Cabrera, 2009; Quintana & Gerrodete, 2009).

Todas las especies animales, sin excepción de los cetáceos, se asocian a características particulares de su hábitat, de tal forma que una interrelación de factores determina la forma de cómo cada especie utiliza el ambiente que le rodea (Ferrero et al., 2002). Existen numerosos estudios sobre etología de los cetáceos a nivel internacional (Bearzi et al., 1997; May-Collado y Morales, 2005; Bearzi, 2005; Burgess, 2006; Cubero-Pardo, 2007), sin embargo en Guatemala no se ha abordado dicho campo.

A través de este estudio se pretende dar a conocer la importancia que tiene el área del cañón de San José y la fosa Centroamericana para los delfines (*Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris* y *Delphinus delphis*) del Pacífico este guatemalteco, tanto en el ámbito alimenticio como social. La importancia radica en que dichas áreas están próximas a licitarse para la extracción de petróleo, gas e hidratos de metano (Invest in Guatemala - PRONACOM, 2008). Dichos datos permitirán dilucidar los complejos patrones de comportamiento de dichas especies en el país, ya que se sabe que los comportamientos pueden variar entre localidades.

Los resultados obtenidos podrán brindar las herramientas necesarias para una adecuada toma de decisiones y permitirán de esta forma, formular adecuadas estrategias para el manejo y conservación de los cetáceos y otros recursos del área.

3. ANTECEDENTES

3.1 Área de Estudio

El área de estudio forma parte del Pacífico Este de Guatemala, extendiéndose desde San José, Escuintla (91°00'N, 13°55'O) hasta la frontera con El Salvador, en Moyuta, Jutiapa (13°45'N, 90°8'O). Abarca una línea de costa de 80 Km y un área de 15,000 Km² aproximadamente. Aunque se trata de una región relativamente pequeña, su batimetría es sumamente diversa e incluye una amplia plataforma continental que desciende hacia el talud continental y la fosa Mesoamericana, presentando así diversos grados de pendiente –desde suave hasta pronunciada- (Wilkinson et al., 2009).

El Pacífico Centroamericano permanece esencialmente libre de la influencia invernal del extremo norte de la corriente de California durante todo el año, y por ello se le considera un mar tropical, en lugar de ello recibe influencia de la corriente de Costa Rica. Se trata de una región de productividad superficial elevada que experimenta una alta variabilidad estacional debido a los afloramientos y a que está fuertemente influenciada por la descarga de agua dulce proveniente de sistemas fluviales presentes en las zonas costeras. El sustrato varía y puede estar compuesto de mezclas variables de fango, arena y grava (Wilkinson et al., 2009).

3.1.1 Cañones submarinos

Los cañones submarinos corresponden a valles limitados por paredes abruptas, con una sección transversal en forma de V y en algunos casos en forma de U, los cuales se desarrollan a lo largo de la plataforma o el talud continental. Los cañones submarinos constituyen uno de los rasgos morfológicos marinos más impresionantes, por sus grandes dimensiones o simplemente por la complejidad que aún encierra el entendimiento de su formación y desarrollo (Silva, 2007). Estos cañones son áreas ricas en nutrientes, tanto por su geomorfología como por su hidrografía y flujo de materiales

(Sabatini et al., 2007). Además no sólo actúan como trampas de materia orgánica, sino como corredores por donde se transportan grandes cantidades de materiales diversos de la plataforma continental hacia la cuenca oceánica. Por esta razón soportan altas densidades y biomasa de vida marina además de ser considerados áreas de crianza y de coexistencia de la fauna abisal y de plataforma. Su alta productividad los hace importantes también como áreas de alimentación para especies pelágicas y algunas poblaciones de cetáceos (CONABIO/CONANP/TNC/PRONATURA, 2007).

Es importante mencionar que tanto los cañones como los montes submarinos se han convertido en blancos de las pesquerías comerciales pelágicas, sobre todo las de arrastre, las cuales se ha incrementado más rápido que la investigación y el conocimiento de estos ecosistemas por parte de los científicos (CONABIO/CONANP/ TNC /PRONATURA, 2007).

El Cañón de San José es un cañón submarino profundo (de 200 a 2.000 m aproximadamente) que corta perpendicularmente el talud continental a la altura del meridiano 91ºO (Ladd et al., 1978).

3.1.2. Fosas o trincheras submarinas

Las fosas o trincheras, se extienden a lo largo de los márgenes continentales y de islas de arcos en las llamadas zonas de subducción, presentan profundidades entre los 6.000 y 11.000 m, son de formas alargadas y angostas, y están sujetas a tasas elevadas de sedimentación. Estos ambientes son poco estables debido a los altos niveles de actividad sísmica, sin embargo son muy estables en términos de temperatura, salinidad y concentración de oxígeno. (CONABIO/CONANP/TNC/PRONATURA, 2007)

La Fosa Centroamericana o Mesoamericana se forma por la subducción de la placa de Cocos por debajo de la placa del Caribe, extendiéndose desde el Golfo de Tehuantepec en México hasta el Golfo de Nicoya en Costa Rica. Una de sus manifestaciones visibles es la notable cadena volcánica que bordea el lado Pacífico de América Central, a este límite se

asocia la alta actividad sísmica y volcánica. (Sanahuja, 1999; Ladd et al., 1978). La fosa Mesoamericana llega a alcanzar profundidades de hasta 6.000 m y presenta pronunciadas pendientes (Figura 1). (Wilkinson et al., 2009)

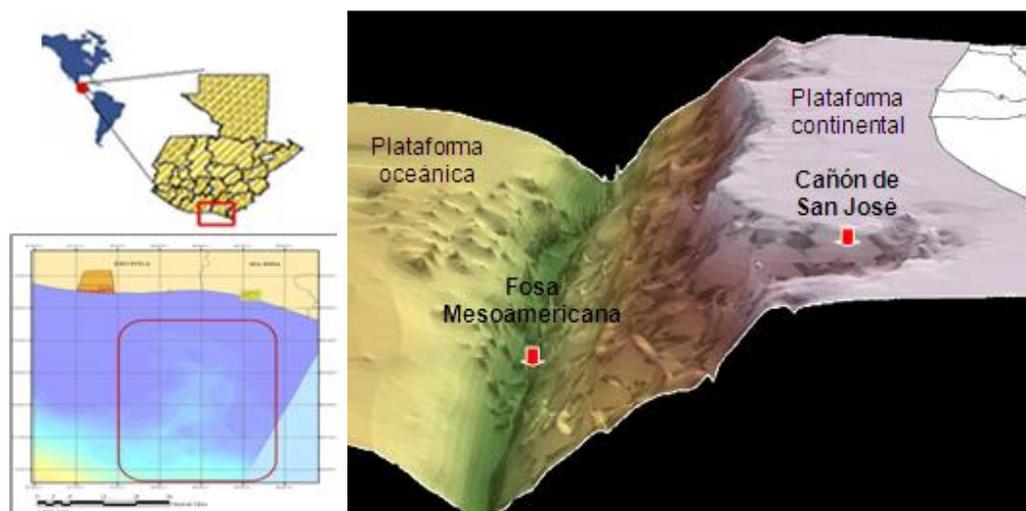


Figura 1. Batimetría del Pacífico de Guatemala.

En la figura 1, se observa tanto el Cañón de San José frente a los departamentos de Escuintla y Santa Rosa, como la Fosa Mesoamericana o Centroamericana que corre paralela a la costa.

3.2 Cetáceos

3.2.1 Clasificación taxonómica y descripción de especies

Nuevas evidencias bioquímicas y moleculares continúan modificando las relaciones filogenéticas y la taxonomía del grupo de estudio. Dichas evidencias mostraron la estrecha relación entre los cetáceos y los ungulados, por lo que ambos se unieron en el orden Cetartiodactyla (Arnason et al., 2004; Montgelard et al., 2007; Agnarson y May-Collado, 2008). Sin embargo, el resto de las relaciones y por tanto su clasificación, aún continúan en discusión y varían según la referencia consultada. Para este trabajo la

clasificación que se considera es la presentada por Rice (2008), Orden Cetartiodactyla, Suborden Cetancodonta, Infraorden Cetácea, el cual se divide en dos grupos, el Parvorden¹ Mysticeti (cetáceos con barbas) y Parvorden Odontoceti (cetáceos dentados). Las especies en estudio se clasifican dentro de este último taxón, en la Superfamilia Delphinoidea, Familia Delphinidae.

El grupo de los Mysticetos incluye 14 especies en 4 familias, mientras los Odontocetos contienen 73 especies en 10 familias, pero la mayor diversidad (78%) está distribuida en 2 familias, Delphinidae (36 especies) y Ziphiidae (21 especies) (Montgelard et al., 2007).

Tres son las especies de interés para este estudio, elegidas por ser de las más comunes en el área (Cabrera y Ortiz, 2008) y son descritas a continuación:

➤ Delfín nariz de botella - *T. truncatus* (Motagu, 1821):

También conocido como tonina, tursión o bufeo. Mide de 2 a 3.9 m. y pesa de 200 a 650 Kg (Reid, 1997). Su cuerpo es robusto, tiene un hocico corto y un melón pronunciado. La aleta dorsal es alta y falcada y las aletas pectorales son de longitudes moderadas y puntiagudas en los extremos. La coloración dorsal varía, generalmente es gris oscuro, tornándose más clara hacia los costados y vientre (Figura 2). Los individuos de hábitos oceánicos tienden a ser de mayor tamaño y un color más oscuro que los de hábitos costeros (Carwardine, 2002).

Su sistema social es complejo y presenta conductas cooperativas, sin embargo pueden llegar a ser bastante agresivos. Pueden ser avistados en solitario o en grupos de pocos a cientos de individuos. Pueden ser acrobáticos, son poderosos nadadores y se les observa con frecuencia nadando en proa de las embarcaciones (Carwardine, 2002).

¹ Categoría taxonómica específica, localizada debajo del Infraorden y sobre la Superfamilia.

Se les encuentra en aguas templadas y tropicales alrededor del mundo, son comunes tanto en zonas pelágicas como también en zonas costeras, a veces se los observa en estuarios, bahías y ríos (Connor et al., 2000).



Figura 2. Delfín nariz de botella (*T. truncatus*)

➤ Delfín tornillo o girador - *S. longirostris* (Gray, 1828)

En Guatemala existen dos subespecies de delfín tornillo, *S. l. centroamericana* y *S. l. orientalis*. La primera es endémica para la zona costera de Centroamérica, encontrándose desde el sur del Golfo de Tehuantepec, en México, hasta el norte de la Bahía de Panamá, y sobre la plataforma continental hasta una distancia de 80 km de la costa (Perrin, 1990; Wade y Gerrodette, 1993). La segunda se encuentra en áreas costeras y oceánicas del Pacífico tropical oriental, en una región triangular que abarca desde el sur de Baja California hasta Perú. Es más común frente a México y América Central, en una región que se extiende unos 1000 km de la costa (Perrin, 1990).

El cuerpo es esbelto de color gris uniforme en el dorso y laterales. Su hocico es extremadamente largo. La aleta dorsal es erecta y triangular, aunque en algunos machos adultos llega a estar inclinada hacia adelante (dando la apariencia de estar al revés). Los machos tienen además un abultamiento post anal relativamente pronunciado. Llegan a medir hasta dos metros de largo (Figura 3). La subespecie *S. l. orientalis* se diferencia de

S. l. centroamericana por poseer parches blancos en las axilas y en el área genital (Perrin, 1990).

Son gregarios, el tamaño de grupo depende de las circunstancias, en aguas oceánicas llegan a formar grupos de miles de individuos, sin embargo en aguas costeras se les encuentra en grupos de unas pocas docenas a cientos de individuos. Son bastante acrobáticos, deben su nombre al hecho de girar hasta 7 veces sobre su propio eje en cada salto (Carwardine, 2002; Reeves et al., 2002).

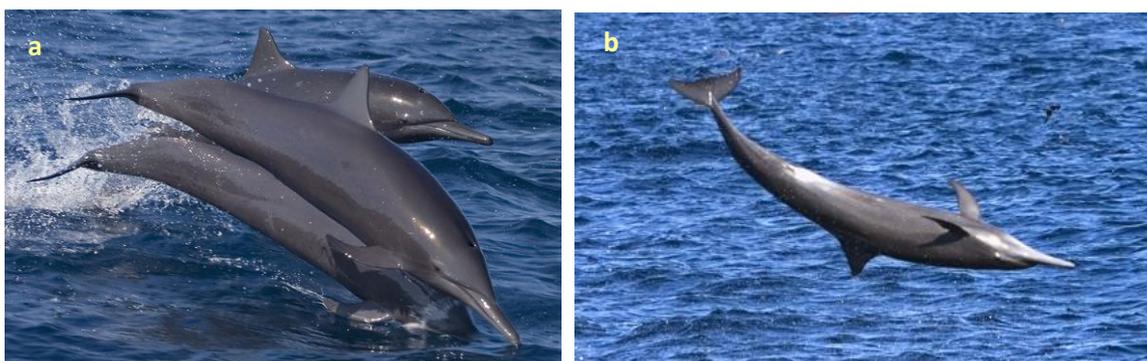


Figura 3. Delfín tornillo (*S. longirostris*). a) *S.l. centroamericana*; b) *S.l. orientalis*

➤ Delfín común de hocico corto - *D. delphis* (Linnaeus, 1758)

Su cuerpo es delgado y esbelto, posee un hocico moderadamente largo y angosto de color oscuro. Sus aletas pectorales son angostas, y la aleta dorsal es alta y moderadamente falcada. Tienen un patrón de pigmentación tipo “reloj de arena”, entrecruzado en los costados de color crema o amarillo hacia adelante y gris hacia atrás. De la mandíbula se proyecta una línea oscura hasta las aletas pectorales (Figura 4). Miden de 2.3 a 2.6 metros (Jefferson et al., 1994).

Es una especie oceánica restringida a aguas tropicales y templadas de los océanos Atlántico y Pacífico (Jefferson et al., 1994), sin embargo pequeñas poblaciones costeras también han sido documentadas. Generalmente se observa en grupos de varios cientos e

incluso miles de individuos, sin embargo algunos autores sugieren que la unidad social básica de los delfines comunes es de menos de 30 individuos. En ocasiones se encuentra asociado a otras especies de delfines pelágicos como el delfín manchado (*Stenella attenuata*) o el delfín tornillo (Burguess, 2006).

Esta especie se alimenta de una gran variedad de presas, las cuales varían dependiendo de las estaciones y el área geográfica. A través del análisis de contenidos estomacales de delfines varados se ha investigado la dieta de esta especie. Sus presas incluyen peces epipelágicos (caballas, sardinas y anchoas) como también pequeños peces mesopelágicos y calamares (Burguess, 2006).



Figura 4. Delfín común (*D. delphis*)

3.3 Tipos de comportamientos registrados en Cetáceos

El estado de comportamiento se define como una categoría general de actividades, tales como alimentación, socialización, desplazamiento y descanso, que están integradas por un número de patrones comportamentales individuales dentro de un patrón reconocible (Bearzi, 2005).

Cuadro 1. Definición de cada estado de comportamiento

Estado de comportamiento	Definición
Descanso	Individuos boyando en la superficie (flotando a la deriva) o moviéndose muy lentamente en direcciones no definidas en un área determinada. En grupos, los individuos tienden a agruparse manteniendo prácticamente contacto físico entre ellos.
Desplazamiento	Nado en una dirección y a una velocidad constante
Alimentación	Involucra cualquier tipo de esfuerzo para capturar y/o consumir a la presa, como la persecución, buceos profundos coordinados y repetidos en un lugar (levantamiento del pedúnculo caudal), y nados en círculo. Típicamente no hay contacto entre individuos. Puede observarse un chapoteo en el agua debido a la interacción de peces y aves. Puede involucrar saltos y búsqueda coordinada entre subgrupos.
Socialización	Contacto físico frecuente algunos o todos los miembros del grupo, a veces realizan despliegues superficiales, como los saltos. No hay un obvio avance del grupo en ninguna dirección. Típicamente envuelve aspectos de juego, comportamientos de carácter sexual y cuidado parental. También incluye interacción con la embarcación.

(Castello & Junín, 2008; May-Collado & Morales, 2005).

3.3.1 Comportamiento de alimentación o forrajeo:

El término forrajeo ha sido utilizado para describir un conjunto de actividades comportamentales realizadas por un delfín o grupo de delfines para la obtención de sus presas. Las estrategias de alimentación pueden ser divididas en dos tipos básicos: La pesca individual y la pesca cooperativa o grupal (Santos et al., 2006).

El comportamiento de forrajeo puede variar de acuerdo a varios factores como: La especie y tamaño de grupo de la presa, su hábitat, comportamiento y capacidad de fuga, estrategia utilizada por el predador, experiencia de vida adquirida, tamaño e interacción del grupo de predadores, entre otros (Santos et al., 2006).

Los delfines pueden mostrar un alto grado de coordinación entre individuos mientras realizan las maniobras de caza. La forma en la cual reúnen su alimento depende generalmente de la accesibilidad y tipo de presa. En lugares donde el tipo de presa está disponible constantemente, las estrategias de alimentación pueden ser siempre las mismas día a día y entre estaciones. En caso de cambiar los tipos de presas, las estrategias de búsqueda y obtención de las mismas deben cambiar en consecuencia (Burgess, 2006).

Una de las especies mejor estudiadas es el delfín nariz de botella (*T. truncatus*), por lo que se conoce una gran diversidad de sus estrategias de alimentación. Ellos cazan tanto en grupos como individualmente, explotando la disponibilidad de presas en la columna de agua, en las costas o en superficie. Esta especie también ha adaptado sus comportamientos para tomar ventaja de las actividades humanas, por lo que se les ha observado siguiendo botes de pesca y capturando los peces descartados por estos o aprovechando las redes de pesca y capturando a los peces de forma cooperativa (Burgess, 2006).

Por tanto, la especialización en la búsqueda y captura de las presas parece estar determinada por la ecología y los tipos de hábitat. La dependencia de los delfines sobre

los hábitats que presentan las características propicias para la captura efectiva de las presas, demuestra la necesidad que se tiene de entender las relaciones entre las áreas de alimentación y la especialización de alimentación por especie (Burgess, 2006).

La caza tiene lugar en 3 etapas: búsqueda, detección y captura. La primera puede ser realizada individualmente; en grupos de búsqueda (los delfines se dispersan y cubren así áreas más amplias) o a través de delfines exploradores (grupos específicos de búsqueda, cuando estos detectan las presas, el resto del grupo se les une inmediatamente), la detección en los delfines se debe principalmente a la ecolocación (Bel'kovich et al., 1998) y la captura se basa en restringir la actividad y maniobrabilidad de las presas, lo que se logra a través de diferentes métodos. La mayoría de métodos de captura son realizados en grupo, sin embargo, muchas veces estos grupos no son más que agrupaciones de animales atraídos por el mismo recurso y por lo tanto existe poca interacción entre los individuos; otros por el contrario presentan una coordinación de esfuerzos cooperativos que maximizan la localización de las presas con menos esfuerzo (Bel'kovich et al., 1998; Heithaus & Dill, 2008).

Cuadro 2. Actividades individuales que definen el comportamiento de alimentación

Estrategias individuales de alimentación	Definición
Persecuciones a alta velocidad	Los delfines persiguen individualmente a una única presa en la superficie, zig-zaguenado en la superficie con incrementos de velocidad
Golpes a la presa	Los delfines golpean los peces con sus aletas caudales, lanzando la presa al aire, para luego capturar a los aturdidos peces cuando vuelven al agua.

(Burgess, 2006)

Cuadro 3. Descripción de las estrategias grupales de alimentación

Estrategias grupales de alimentación	Definición
Lineal	Los delfines forman una estrecha línea nadando estrechamente uno al lado de otro, dirigiendo a los peces frente a ellos.
Formación de barrera	Un grupo de delfines dirige a los peces hacia otro grupo de delfines, atrapando a los peces en el centro.
Carrusel	Los delfines rodean al banco de peces y los atrapan en la superficie, forzando a los peces a reunirse en un denso grupo. Algunos individuos patrullan los bordes del cardumen, mientras otros embisten por el centro.
Trampa de burbujas	Los delfines liberan burbujas de aire bajo el agua en un aparente intento de asustar a los peces, y de esta forma agruparlos.

(Burguess, 2006)

3.3.2 Comportamiento de Socialización:

Los odontocetos son los mamíferos marinos más sociales, como lo sugiere la gran variación en el tamaño de grupo que presentan por especie. La socialización reúne una serie de conductas interactivas vitales para la supervivencia como lo es el cortejo y apareamiento, cuidado de las crías, etc. En esta categoría suele estudiarse además de los comportamientos sexuales y de distracción, las relaciones o posición de cada individuo dentro de un grupo y los eventos de fisión – fusión. En el cuadro 1 se incluyen varios de

los patrones comportamentales que permiten identificar los distintos comportamientos de socialización.

Cuadro 4. Comportamientos Sociales en cetáceos.

Comportamientos de socialización	Patrones comportamentales individuales
Juego	Surfeo: nadan haciendo surf en la cresta de las olas o en la onda de proa o popa de una embarcación.
Exploración	Espionaje: con la cabeza fuera del agua, lo suficiente como para exponer los ojos, el rostro apuntando hacia arriba y el cuerpo del delfín estacionario y en posición vertical. Salto vertical: el delfín salta completamente fuera del agua a uno o dos metros de altura cayendo primero con la cabeza.
Comportamiento aéreo (Social/ Alimentación)	Salto hacia adelante: acelera su natación en superficie y se impulsa con casi todo el cuerpo fuera del agua. Salto hacia atrás: el animal emerge curvado del agua y con el vientre hacia arriba. Salto de costado: igual que el anterior, pero cayendo sobre uno de los flancos.
Cortejo y cópula	Un macho se aproxima a una hembra la cual se inclina colocando el vientre hacia el costado. Mayor frecuencia de roces, y en algunas ocasiones se observa el órgano genital del macho.
Cuidado parental	La cría nada al lado de la madre o de otra hembra (cuidado alopaparental)
Afilación	Animales próximos unos de otros, contacto físico y movimientos en sincronía.

Agresión	<p>Golpe rítmico de aleta caudal: el animal expone la aleta y parte del pedúnculo caudal fuera del agua y la sacude hacia abajo, golpeando con fuerza y produciendo un intenso sonido de chapoteo.</p> <p>Persecución: un individuo acelera rápidamente y vira repentinamente antes del contacto con otro individuo.</p> <p>Violencia física: mordidas, golpes con el rostro, aletas pectorales o pedúnculo caudal.</p>
Otros	<p>Muestra de aleta pectoral: cualquiera de las aletas pectorales es mantenida vertical fuera del agua, con el cuerpo de costado.</p> <p>Nado hacia atrás: el animal nada de dorso durante varios segundos en un ángulo oblicuo parcial, y luego retorna a la posición normal.</p>
Interacción interespecífica	Cetáceos interactuando con otras especies animales.

(Castello & Junín, 2008; Connor et al., 2000)

3.4 Los Cetáceos y la Preferencia de Hábitat

A pesar de que los océanos y mares pueden parecer superficies monótonas, son verdaderamente diferentes. Por ejemplo, el fondo oceánico presenta tantos accidentes geográficos como la tierra, por lo tanto se encuentran desde altas cordilleras, grandes cañones y valles, afloramientos escarpados hasta amplias praderas. El agua misma presenta variaciones de temperatura y salinidad, la intensidad de la luz varía notablemente en las profundidades y los movimientos de mareas y corrientes hacen que las masas de agua se enfríen o calienten. Todas estas características hacen que los cetáceos elijan determinadas zonas para realizar sus actividades. (Carwardine et al., 2006).

La distribución de especies esta generalmente determinada por una combinación de procesos espaciales y temporales. En los ambientes marinos, la distribución espacial de las especies puede estar determinada tanto por características físicas como la topografía, así como por variables oceanográficas como la temperatura y salinidad (Hooker et al., 1999).

Muchos estudios han mostrado que la distribución de los cetáceos puede estar estrechamente vinculada a las características del hábitat, sin embargo el por qué de la preferencia del hábitat no resulta claro, sino hasta que se realizan las observaciones del comportamiento. Esto es porque la información sobre la distribución por sí sola no revela la función de estas áreas (Hastie et al., 2004).

3.4.1 Cetáceos asociados a cañones submarinos:

Varios estudios han revelado, que tanto la distribución como la abundancia de los cetáceos en áreas con cañones submarinos son mayores que en otras áreas de la plataforma continental (Hooker et al., 1999; Mussi et al., 2001).

También son importantes para muchas especies con hábitos específicos que generalmente son observadas en zonas oceánicas y que raramente se acercan a la plataforma continental, como es el caso de los cachalotes y zifios, los cuales suelen acercarse y utilizar los cañones submarinos que les permiten realizar un buceo profundo para buscar sus presas (Kiszka et al., 2007; Notarbartolo di Sciara et al., 2008).

3.5 Investigaciones de cetáceos en Guatemala

A pesar de la importancia de los cetáceos, pocas han sido las contribuciones científicas en nuestro país, y la mayoría han sido realizadas por instituciones internacionales. Los estudios sobre cetáceos se iniciaron a nivel regional, abarcando el Pacífico Tropical Oriental (PTO), luego que se determinara que las operaciones pesqueras de atún en el

área habían estado teniendo un impacto significativo en las poblaciones de delfines (Gerrodette et al., 2005).

La NOAA-WFSC (*National Oceanic and Atmospheric Administration - Southwest Fisheries Science Center*) ha llevado a cabo cruceros de gran escala en el PTO iniciando en 1976 y continuando hasta el 2006 (entre 1976 y 1980 se llevaron a cabo 17 cruceros principalmente entre enero y mayo, utilizando las embarcaciones *David Star Jordan* y *Townsend Cromwell*, tres cruceros más se desarrollaron de junio a noviembre de 1982, 1986 y 1987, posteriormente durante los años 1998-2000, 2003 y 2006 se realizaron varios cruceros a bordo del *McArthur* y *David Star Jordan*). Durante estos cruceros se recabaron datos de distribución, abundancia, comportamiento, foto-identificación, acústica y biopsias de cetáceos (Gerrodette et al., 2005; Cabrera, 2011).

A través de los datos recabados en estos cruceros, Gerrodette y Palacios en 1996, proveyeron una estimación preliminar del tamaño poblacional de los grupos de cetáceos para la Zona Económica Exclusiva del Pacífico, desde México hasta Ecuador (sin embargo una sola categoría incluía a Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, por la carencia de fronteras marítimas claras entre algunos de estos países) (May-Collado, 2009). Posteriormente, Quintana y Gerrodette (2009) realizaron una compilación de los datos tomados por la NOAA-WFSC durante los años de 1986 a 1996, para la Zona Económica Exclusiva de Guatemala.

A nivel local, Godoy y Aguilera (2006) e Ixquiac (2006) realizaron estudios sobre la presencia y conductas reproductivas de la ballena jorobada (*Megaptera novaeanglie*). También Ruano et al (2008) evaluaron la presencia de la ballena jorobada en el país y la capacidad que tienen las embarcaciones de los pescadores para realizar avistamiento de cetáceos.

Otros estudios locales llevados a cabo en 2007 determinaron la influencia que algunas variables físicas del océano tenían sobre la presencia y tamaño de grupo de los cetáceos

(Cabrera y Ortiz, 2008). Cabrera (2011) estudia la distribución y selección de hábitat de cetáceos en el Pacífico este de Guatemala.

En ninguna de las investigaciones anteriormente descritas se ha brindado información sobre la etología de especies de odontocetos en el área y es hasta que Romero (2009) registra los comportamientos superficiales presentados por tres especies de delfines (*S. attenuata*, *S. longirostris* y *T. truncatus*) en el Pacífico Este, y Ortiz (2009) analiza el efecto de variables oceánicas sobre el comportamiento de las mismas tres especies, que se cuenta con información de este tipo.

3.6 Principales amenazas para los cetáceos en Guatemala

Los cetáceos se enfrentan a diversas amenazas en un mundo en constante cambio. Existe una creciente evidencia del impacto causado por las pesquerías y las capturas incidentales, la contaminación química y acústica, las colisiones con embarcaciones, molestias y acoso, pérdida de hábitat y caza deliberada (Reeves et al., 2003).

3.6.1 Sobreexplotación pesquera y captura incidental

En Guatemala la actividad pesquera se efectúa principalmente sobre la plataforma continental (14,700 km²). La pesca de pequeña escala y pesca industrial son las principales actividades de extracción. Se utilizan mayormente las técnicas de arrastre y palangre para la captura de peces (Sigüenza et al., 2009). Es conocido que los cetáceos quedan atrapados en diferentes tipos de aparejos de pesca, así como que algunas poblaciones pueden verse afectadas por la envergadura de pesquerías que compiten entre sí por los peces, y que dejan cada vez menos presas disponibles para los cetáceos y demás fauna marina (Prideaux, 2003).

3.6.2 Contaminación química

Existen muchas fuentes diferentes de contaminación química, incluyendo residuos domésticos, vertidos industriales, filtraciones desde vertederos, deposición atmosférica, escapes domésticos, accidentes y vertidos al mar, vertidos operacionales desde plataformas petroleras, vertidos mineros y vertidos de la agricultura.

Los impactos de la contaminación química sobre los cetáceos varían desde la degradación de importantes hábitats hasta la intoxicación física directa (afectando el sistema endocrino y reproductivo lo que conlleva a la reducción de las poblaciones). Las sustancias químicas que probablemente sean de mayor preocupación para los cetáceos son los contaminantes orgánicos persistentes (POPs) incluyendo pesticidas, como el DDT y sus derivados, y productos químicos industriales, como los bifenilos policlorados (PCBs), así como los metales pesados (Prideaux, 2003).

Los cetáceos presentan una serie de particularidades fisiológicas que favorecen la acumulación de estos contaminantes. Tienen una gran capa de grasa hipodérmica que recubre todo el cuerpo y que almacena eficazmente compuestos lipofílicos, presentan una limitada capacidad para metabolizar y excretar estos compuestos y suelen ser especies que viven muchos años y lo hacen en el medio marino donde están aumentando las concentraciones de estos contaminantes. Así que pueden estar expuestas a lo largo de toda su vida a altas concentraciones de contaminantes, desde su concepción por exposición en el útero, durante la lactancia -ya que la leche materna es la primera ruta de excreción de los compuestos clorados- y durante la adolescencia y época adulta, a través de la cadena trófica marina, sobre todo las especies súper predadoras (Carballo et al., 2004).

3.6.3 Colisiones con embarcaciones y aumento de ruido submarino

El incremento en el tráfico marítimo pone en riesgo a las poblaciones, sobre todo costeras, pues aumenta el riesgo de colisiones, que pueden producir lesiones graves y/o mortales. Muchos cetáceos pueden observarse presentando marcas evidentes de encuentros con hélices de barcos, como mutilaciones de aletas dorsales o cortes en el cuerpo.

El oído es el sentido más importante para los cetáceos, y la habilidad para oír bien es vital en todos los aspectos clave de sus vidas incluyendo la búsqueda de alimento, desplazamiento y las interacciones sociales. Cualquier reducción de la audición -ya sea por daño físico o enmascarado por otro sonido- puede comprometer seriamente la viabilidad de los individuos y, por lo tanto, de las poblaciones (Prideaux, 2003).

La introducción de la contaminación acústica proviene de barcos, actividades militares (SURTASS LFAS²), dispositivos pesqueros de antipredación, investigaciones oceánicas, y de cañones de aire utilizados en pruebas sísmicas para la detección de depósitos de petróleo o gas (Prideaux, 2003).

² Sistema de SONAR de gran precisión cuyas siglas significan Surveillance Towed Array Sonar System (Sistema de Sónar de Vigilancia por medio de Barrido Reticular) Low Frequency Active Sonar (Sónar Activo de Baja Frecuencia).

4. JUSTIFICACIÓN

En los últimos años el interés y la preocupación por la vida marina se ha incrementado en el país (Dávila, 2008), ya que muchas especies, incluyendo los cetáceos, se encuentran en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), debido a las diversas amenazas que afrontan en su ambiente natural, a causa de colisiones con embarcaciones, enmallamiento en redes de pesca, deterioro de sus hábitats, declinación de sus fuentes de alimento y perturbaciones acústicas, entre otras (Prideaux, 2003; Reeves et al., 2003 y Hoffman et al., 2009). Casi una cuarta parte del total de las especies de cetáceos se consideran amenazadas, de las cuales más del 10% están clasificadas como “En peligro” o “En peligro crítico”. Sin embargo la situación real podría ser mucho peor si se considera que más de la mitad de las especies de cetáceos se hallan en la categoría de “Datos insuficientes”, entre ellas las tres especies en estudio.

En Guatemala, la investigación de cetáceos tiene una historia reciente, por lo que la información existente es limitada y se encuentra aislada. Estas investigaciones abarcan principalmente el estudio de la ballena jorobada (*Megaptera novaengliae*) y la diversidad, abundancia y distribución, tanto espacial como temporal, de los cetáceos en general (Gerrodette et al., 2005; Godoy & Aguilera, 2006; Cabrera & Ortiz, 2008; Ruano et al., 2008; Cabrera, 2009; Quintana & Gerrodete, 2009). A partir del año 2009 estudiantes avanzados de la carrera de biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala iniciaron estudios sobre el comportamiento de los cetáceos (Ortiz, 2009; Romero, 2009), con excepción de dichos trabajos, no se ha abordado el campo etológico de los cetáceos que residen o transitan aguas nacionales, la información resultante de este estudio permitirá, por tanto, conocer las preferencias de hábitat de las distintas especies.

Diversos estudios, realizados en otros países, han demostrado que la abundancia y diversidad de cetáceos se incrementa en áreas con topografía compleja, como lo son las montañas y cañones submarinos (Azzelino et al., 2008; Brito et al., 2009; Hooker et al.,

1999; Yen et al., 2004). Frente a las costas de Guatemala se encuentra el cañón de San José (Ladd et al., 1978), un área con alta ocurrencia de cetáceos (Cabrera, 2011), sin embargo existe un creciente interés en la producción de gas y exploración petrolera en la plataforma del Pacífico de Guatemala (Anexo 1), y el área de estudio está incluida dentro de dos zonas próximas a licitar -Área del Pacífico 2 y 3- (Invest in Guatemala - PRONACOM, 2008), lo que traerá consigo amenazas para la fauna marina (Hooker et al., 1999). Para los cetáceos en particular, la exploración sística de hidrocarburos podría causar una perturbación acústica, siendo el sonido esencial para su supervivencia, además que serán vulnerables a la contaminación química (Reeves et al., 2003).

Ahora que Guatemala ha sido declarada, como un país Megadiverso durante el Décimo Encuentro de la Conferencia de las Partes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CoP10), celebrada en Nagoya, Japón en 2010, existe una oportunidad para la conservación y protección de la biodiversidad (incluyendo los ecosistemas y especies marinas), frente a las recurrentes amenazas provocadas por actividades humanas, como lo son en este caso, la degradación del hábitat por contaminación, el aumento de tráfico de embarcaciones, la sobrepesca y la explotación de otros recursos marinos. Es necesario por tanto conocer primero la biología y el rol ecológico que cumplen algunas especies significativas, entre ellas las tres especies de delfines en estudio, cuyo nivel en la cadena trófica puede indicar la salud del área en que se encuentran. Pueden entonces ser consideradas como especies bandera y ser clave en decisiones de conservación debido a que sus requerimientos de hábitat abarcan grandes extensiones y suelen conservarse a través de ellas otras especies y hábitats de manera indirecta.

La realización de esta investigación incrementará el conocimiento ecológico y etológico de los cetáceos en Guatemala y revelará la importancia del cañón de San José en los patrones de comportamiento social y de alimentación en los delfines, que hasta ahora no se han estudiado. Dicha información podrá ser usada como base para la toma de decisiones en lo que respecta al manejo y conservación del recurso, como también en el posible establecimiento de áreas marinas protegidas.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Establecer los patrones de comportamiento de socialización y alimentación de los delfines y su correlación con el tamaño de grupo y las variables físicas (profundidad y pendiente) del Pacífico Este de Guatemala.

5.2 Específicos

- 5.2.1 Determinar si el comportamiento de socialización y alimentación de los delfines (*T. truncatus*, *S. longirostris* y *D. delphis*) se encuentra correlacionado con la profundidad y la pendiente del área de estudio.
- 5.2.2 Determinar si los patrones de comportamiento de socialización y alimentación de los delfines (*T. truncatus*, *S. longirostris* y *D. delphis*) están correlacionados con el tamaño de grupo.
- 5.2.3 Determinar la importancia que tiene el Cañón de San José en la supervivencia de las poblaciones de delfines, fungiendo como área de alimentación y socialización.
- 5.2.4 Conocer las técnicas de alimentación y los comportamientos de socialización en superficie que llevan a cabo las especies en estudio en aguas guatemaltecas.

6. HIPÓTESIS

El aumento en la profundidad y la pendiente en el Cañón de San José y la Fosa Mesoamericana, a diferencia de la uniformidad de dichas variables sobre la plataforma continental, confiere las condiciones para el incremento en las actividades de socialización y alimentación de al menos una de las siguientes especies (*T. truncatus*, *S. longirostris* y *D. delphis*)

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Universo

Población: Individuos de las especies: *Tursiops truncatus*, *Stenella longirostris* y *Delphinus delphis* presentes en el Pacífico Este de Guatemala

Muestra: Grupos de las especies de cetáceos de interés localizados en los transectos a realizarse en cada muestreo (2 días mensuales de febrero de 2009 a febrero 2010).

Diseño Experimental:

- Unidad experimental: Grupo de las especies de cetáceos de interés avistados en un determinado punto durante un tiempo y espacio determinado.
- Distribución espacial: Pacífico Este de Guatemala. Desde San José, Escuintla hasta la frontera con El Salvador, extendiéndose hasta aproximadamente 140 Km mar adentro.
- Distribución temporal: De febrero 2009 a febrero 2010.
- Variables dependientes:
 - Comportamientos por especie
 - Distribución espacial
- Variables independientes
 - Profundidad
 - Pendiente
 - Tamaño de grupo

7.2 Materiales:

➤ Embarcaciones

- 1 Guardacostas de 65 pies de eslora (“Gucumatz”)³
- 1 Lancha tiburonera de 20 pies

➤ Equipo

- Cámara fotográfica digital y de video
- Binoculares 16x32
- GPS manual (GARMIN eTrexVista™ y MAGELLAN® Map 410)
- Reloj
- Radios de 2 vías
- Equipo de cómputo
- Chalecos salvavidas

➤ Otro material

- Materiales de Oficina (Hojas, lápices)
- Libreta de campo
- Guías de identificación de cetáceos
- Software (Office 2007, ArcGis 9.2)

7.3 Metodología

7.3.1 Navegaciones:

Durante el período comprendido entre febrero 2009 y febrero 2010, se llevaron a cabo 11 muestreos a razón de uno por mes. Cada uno consistió de dos días de navegación

³ Los Guardacostas “Azumanche” y “Kukulkán” de 65 y 105 pies de eslora respectivamente, fueron utilizados en una oportunidad, por ser la embarcación disponible.

(+24 horas de esfuerzo efectivo) utilizando un guardacostas proporcionado por el Comando Naval del Pacífico –CONAPAC-. Las navegaciones se realizaron a una velocidad no mayor a 10 nudos y bajo condiciones superficiales aceptables (escala Beaufort⁴ 0-3) que permitieran una buena visibilidad (Benson et al., 2002; Morteo et al., 2004).

Cuadro 5. Navegaciones. Número de muestreos y fecha de su realización, guardacostas utilizado.

No. Muestreo	Fecha de muestreo	Año	Embarcación utilizada
I	28 feb - 1 mar	2009	Kukulkan
II	26 mar y 7 abr	2009	Azumanche y Relax
III	30 abr - 1 may	2009	Gukumatz
IV	26 - 27 may	2009	Gukumatz
V	29 - 30 jul	2009	Gukumatz
VI	29 - 30 ago	2009	Gukumatz
VII	26 - 27 sep	2009	Gukumatz
VIII	21 - 22 nov	2009	Gukumatz
IX	15 - 16 dic	2009	Gukumatz
X	18 - 19 ene	2010	Gukumatz
XI	14 - 15 feb	2010	Gukumatz

Se realizaron transectos lineales dispuestos al azar, en áreas tanto costeras como oceánicas, atravesando el cañón de San José y llegando hasta la fosa Mesoamericana a 140 Km de distancia de la costa aproximadamente.

El muestreo II, estuvo dividido en dos salidas, debido a la disponibilidad de las embarcaciones, una se realizó el 26 de marzo y otra el 7 de abril (completando así 2 días de muestreo). Durante los meses de julio y octubre de 2009 no se realizó ningún muestreo debido a que no se dispuso de la embarcación, sin embargo esto no influyó en

⁴ Expresa la fuerza del viento, consta de 12 grados relacionando la intensidad del viento con su efecto en la superficie del mar. El estado 0= Mar completamente en calma, como un espejo; 1= Pequeñas olas pero sin espuma; 2= Crestas de apariencia vítrea, sin romper; 3= Pequeñas olas, crestas rompientes, aislados vellones de espuma.

los resultados obtenidos, pues no se está tomando en cuenta la variable tiempo ni época del año.

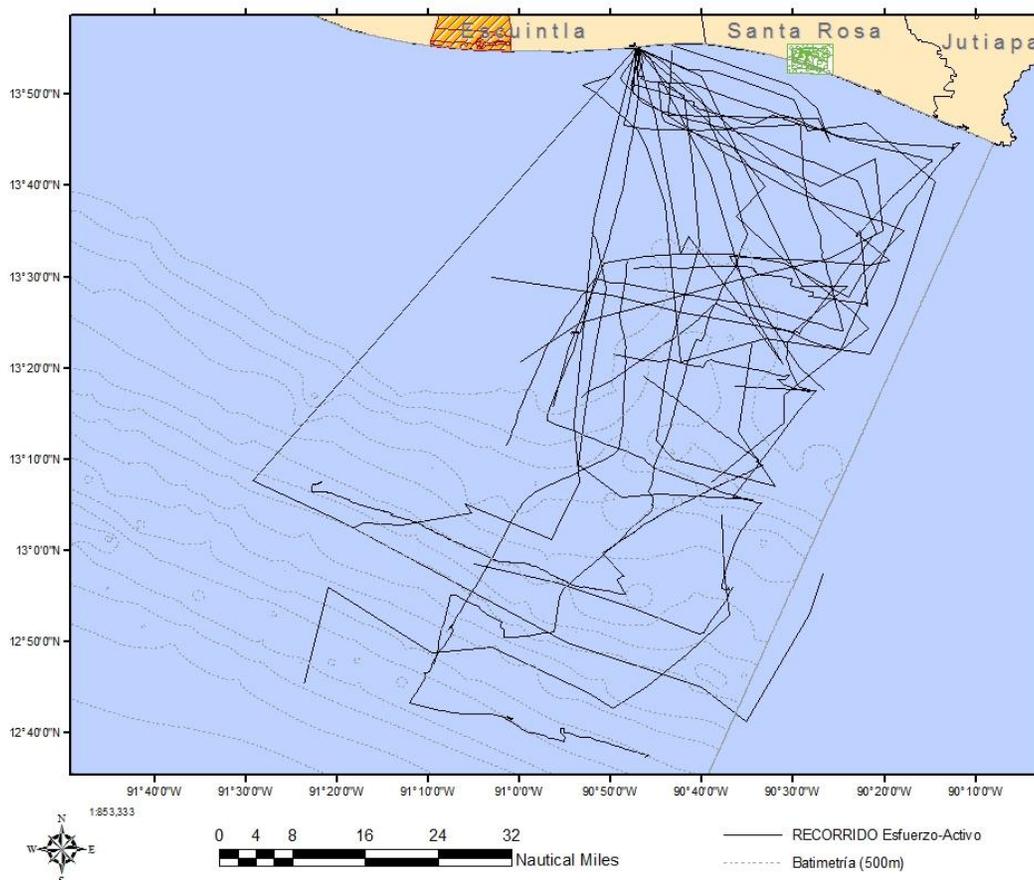


Figura 5. Mapa del área de estudio y transectos de muestreo (en esfuerzo activo)

7.3.2 Toma de datos:

Mientras la embarcación se mantuvo en movimiento a lo largo de los transectos y durante las horas de luz, de 2 a 4 observadores realizaron la búsqueda de cetáceos utilizando binoculares o a simple vista (Benson et al., 2002). La posición de la embarcación se registró a lo largo del recorrido utilizando un GPS de mano, así también fueron registradas las condiciones ambientales y de visibilidad (Benson et al., 2002).

Al avistar un grupo de las especies de interés, la embarcación se aproximó al mismo y se tomaron las coordenadas geográficas para registrar su posición. Los individuos fueron determinados hasta especie, se realizó una estimación del tamaño de grupo y se anotó tanto la categoría general del comportamiento, como los comportamientos individuales observados (Ballance et al., 2001). Adicionalmente se tomaron fotografías y videos para su confirmación posterior.

La definición de grupo fue la presentada por Morteo et al (2004) quienes lo definen como el número máximo de delfines en asociación cercana, que exhiben el mismo patrón de comportamiento.

También se registró en lo posible, la composición del grupo, a través de presencia/ausencia de adultos, juveniles, crías y recién nacidos. Los juveniles fueron definidos como animales notablemente más pequeños que los adultos pero nadando independientemente. Las crías fueron pequeños delfines (2/3 partes o menos de la longitud de un adulto) nadando en constante proximidad a un adulto. Los recién nacidos fueron reconocidos por la presencia de pliegues fetales (Bearzi et al., 1997).

7.3.3 Determinación del comportamiento:

El comportamiento fue registrado según la metodología “*ad libitum*” la cual registra todo lo observado durante el tiempo de muestreo (Mann, 1999).

Se consideró como comportamiento de alimentación desde la búsqueda hasta la captura de la presa. La búsqueda y captura consisten en la coordinación de subgrupos que se desplazan a diferentes velocidades en varias direcciones dentro de un área determinada. Los buceos se caracterizan por el levantamiento vertical del pedúnculo (en ocasiones puede ocurrir de forma sincronizada o en secuencia con otros miembros del grupo). Durante la persecución de las presas los delfines suelen utilizar además, comportamientos aéreos, particularmente golpes de cola y saltos (May-collado &

Morales, 2005). Las aves marinas también fueron utilizadas como indicadores indirectos de la presencia de peces en la columna de agua (Acevedo & Parker, 2000).

Se consideró como un comportamiento de socialización a las interacciones entre individuos, las cuales pueden consistir de roces (con aletas, cuerpo entero o el pedúnculo), nado con vientre hacia arriba, persecuciones entre individuos, asociación de madres con su cría, comportamiento aéreo y comportamientos de carácter sexual. Las interacciones sociales observadas en manadas mixtas también fueron registradas (May-Collado & Morales, 2005).

7.3.4 Análisis de Datos

Se calculó el esfuerzo de muestreo, tanto en distancia recorrida (MN) como en horas de esfuerzo activo (horas de luz) y se contrastó con el número de avistamientos registrados en cada uno de los muestreos.

Las coordenadas geográficas tomadas durante el trabajo de campo, fueron ingresadas al programa ArcGis 9.2, en dicho programa se elaboraron los mapas de distribución según la profundidad y pendiente (para cada una de las especies en estudio). Cada punto fue clasificado según el comportamiento registrado (alimentación, socialización, alimentación/socialización u otro). Se elaboraron además los mapas que muestran las variables anteriores mas el componente “tamaño de grupo”.

Se realizaron gráficos de dispersión xy, para cada una de las especies por separado, en dichos gráficos se contrastó la pendiente y la profundidad. Los puntos muestran además el tipo de comportamiento realizado en dichas áreas. Se evaluó la normalidad, y al no presentarla se escogió el análisis de correlación de Spermán para evaluar la relación entre los comportamientos de cada especie y las distintas variables.

Se elaboraron gráficos de caja para determinar el rango de distribución de las diferentes especies según el comportamiento desplegado y las variables físicas, y evaluar así la distribución de la mayoría de los registros, los límites y datos atípicos.

Para determinar la relación del tamaño de grupo según los comportamientos se realizaron gráficos de frecuencia para cada una de las especies.

Se efectuó un análisis multivariable, buscando la simplicidad que permitiera una fácil interpretación, dicho análisis fue el de correspondencia, el cual permitió encontrar las posibles relaciones entre las variables de profundidad, pendiente y tamaño de grupo, para cada especie. Se elaboró una gráfica por cada comportamiento en estudio.

Además se realizaron las descripciones detalladas de las técnicas de alimentación y los comportamientos sociales en superficie realizados por las 3 especies de delfines en estudio, para esto se incluyeron también etogramas. Se incluyeron mapas y gráficos de la composición de los grupos en cuanto a la aparición de crías, lo que permitió evaluar la importancia de las áreas de estudio para la permanencia de las especies en la región.

8. RESULTADOS

8.1 Esfuerzo de muestreo

Se realizaron un total de 11 muestreos en el Pacífico Este de Guatemala totalizando 22 días embarcados, a partir de febrero de 2009 y concluyendo en febrero de 2010. El esfuerzo consistió en 263 horas de muestreo, recorriendo un total de 1842 millas náuticas (3412 Km). Fueron registrados un total de 109 avistamientos, 95 correspondientes al delfín nariz de botella (*T. truncatus*), 10 al delfín tornillo (*S. longirostris*) y 4 al delfín común (*D. delphis*) (Cuadro 6 y Fig. 6).

Las condiciones del clima durante la búsqueda y seguimiento de los grupos fueron óptimas, con el estado del mar Beaufort 0 (25.69%, n=28) y Beaufort 1 (49.54%, n=54) la mayor parte del tiempo y con buena a excelente visibilidad.

Cuadro 6. Esfuerzo de muestreo. Se presenta la distancia recorrida (millas náuticas), el número de horas, el total de avistamientos en esfuerzo activo y la velocidad promedio de la embarcación por cada muestreo.

Muestreo	Distancia (MN)	Horas	Avistamientos Esfuerzo Activo	Velocidad media
I	165	22	7	7.5
II	142	16	4	8.9
III	108	19	5	5.7
IV	194	26	6	7.5
V	144	25	12	5.8
VI	168	26	11	6.5
VII	173	27	8	6.4
VIII	166	26	19	6.4
IX	210	26	10	8.2
X	200	26	9	7.8
XI	173	25	18	7.1
	1842	263	109	

Se observa en la figura 6, que el esfuerzo activo y el número de avistamientos en los primeros 3 meses de muestreo es menor a los posteriores muestreos, esto debido a diversos factores, como lo son: disponibilidad de la embarcación, procedimientos de logística, estado del tiempo y el mar, duración del día, entre otros. No se tomaron en cuenta los avistamientos registrados en esfuerzo inactivo (nocturnos), ya que los datos de comportamiento podrían no ser correctos.

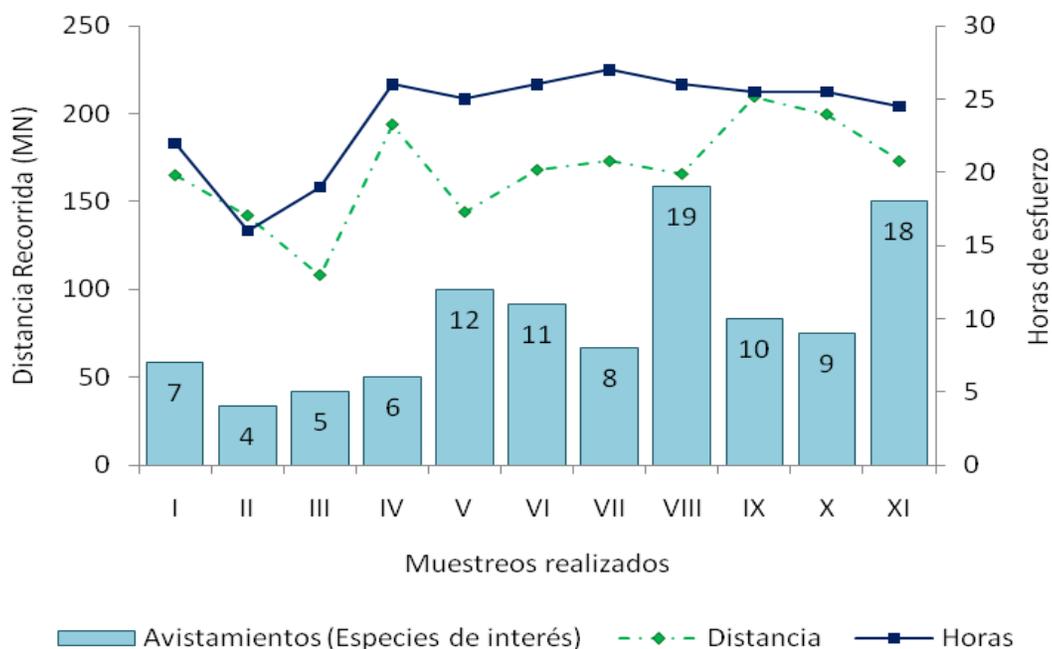


Figura 6. Esfuerzo de muestreo. Se muestra el número de avistamientos de las especies de interés a lo largo de los 11 muestreos realizados, contrastado con la distancia recorrida (millas nauticas) y las horas de esfuerzo activo.

T. truncatus fue avistado durante todos los muestreos realizados, *S. longirostris* se avistó en 7 de los 11 muestreos y *D. delphis* únicamente en 3 muestreos del total (Fig. 7).

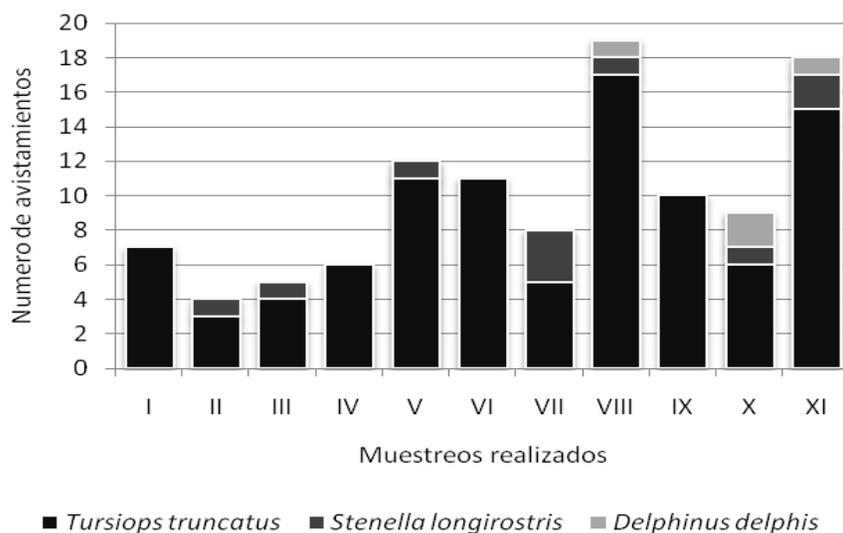


Figura 7. Registro de avistamientos por muestreo. Número total de avistamientos por muestreo, divididos según la especie.

Un total de 52 grupos fueron avistados realizando los comportamientos de interés (socialización y alimentación). De estos, 38 grupos se observaron socializando, 7 grupos se observaron alimentándose y 7 más en un comportamiento mixto (actividades que indican ambos comportamientos) (Fig. 8).

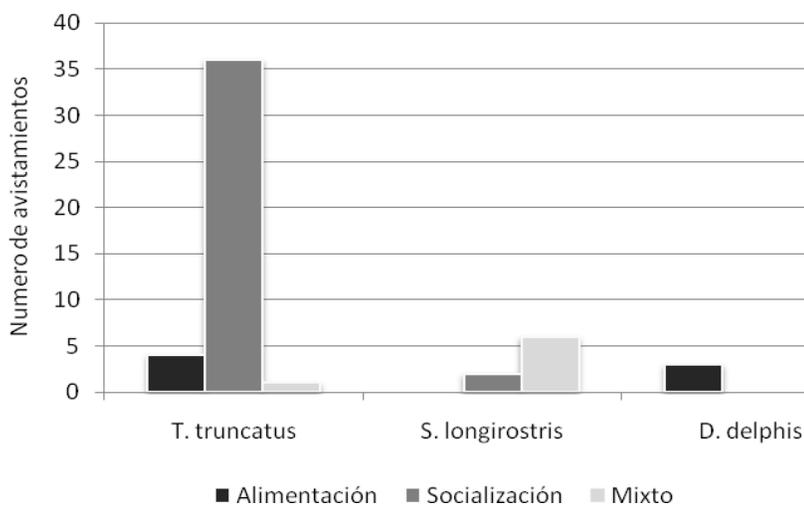


Figura 8. Registro de comportamientos por especie. Comportamientos de socialización, alimentación o ambas (mixto) realizados por las 3 especies en estudio.

Los avistamientos restantes (n=57) correspondieron a grupos o individuos de las especies en estudio que realizaban otras actividades, como desplazamiento, descanso u otras actividades que no fue posible identificar.

8.2 Variación del comportamiento según la Profundidad y Pendiente:

8.2.1 Delfín nariz de botella (*T. truncatus*)

El delfín nariz de botella se observó realizando comportamientos de socialización indistintamente de la profundidad y el grado de pendiente, sin embargo la mayoría de observaciones (60%) se realizaron en áreas en que el fondo marino alcanza los 100 y 1000 metros de profundidad y entre 0 a 3 grados de pendiente, un 16% fue observado entre los 1000 y 2000 metros de profundidad y de 1 a 8 grados de pendiente (con un único avistamiento en 13 grados de pendiente), el 14% restante se registró entre los 2500 y 6000 metros y entre los 3 a 8 grados de pendiente (Fig. 9). Por otro lado, las actividades de alimentación fueron observadas únicamente en áreas cuyo fondo marino alcanza profundidades de entre 200 y 600 metros y pendientes de entre 1 y 4 grados. En una sola oportunidad se observó un comportamiento mixto (alimentación/socialización) y este se dio a un área con profundidad de 300 metros y 2 grados de pendiente.

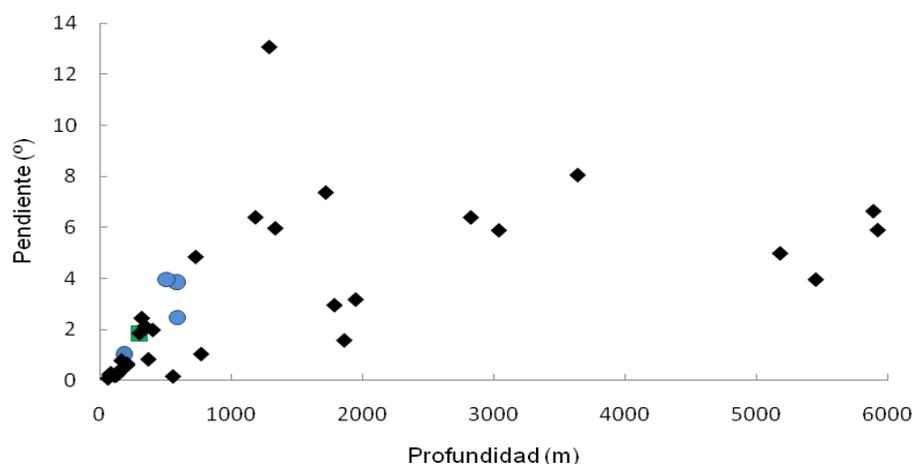


Figura 9. Relación entre profundidad y pendiente según los comportamientos.

Comportamiento de socialización (◇) y alimentación (○) de *Tursiops truncatus*.

Puede observarse en la figura 10, que el comportamiento de socialización ocurre tanto sobre la plataforma continental como en áreas del cañón de San José y en áreas oceánicas. Sin embargo, únicamente se registraron 4 grupos alimentándose en el área hacia el norte y en el este del Cañón de San José.

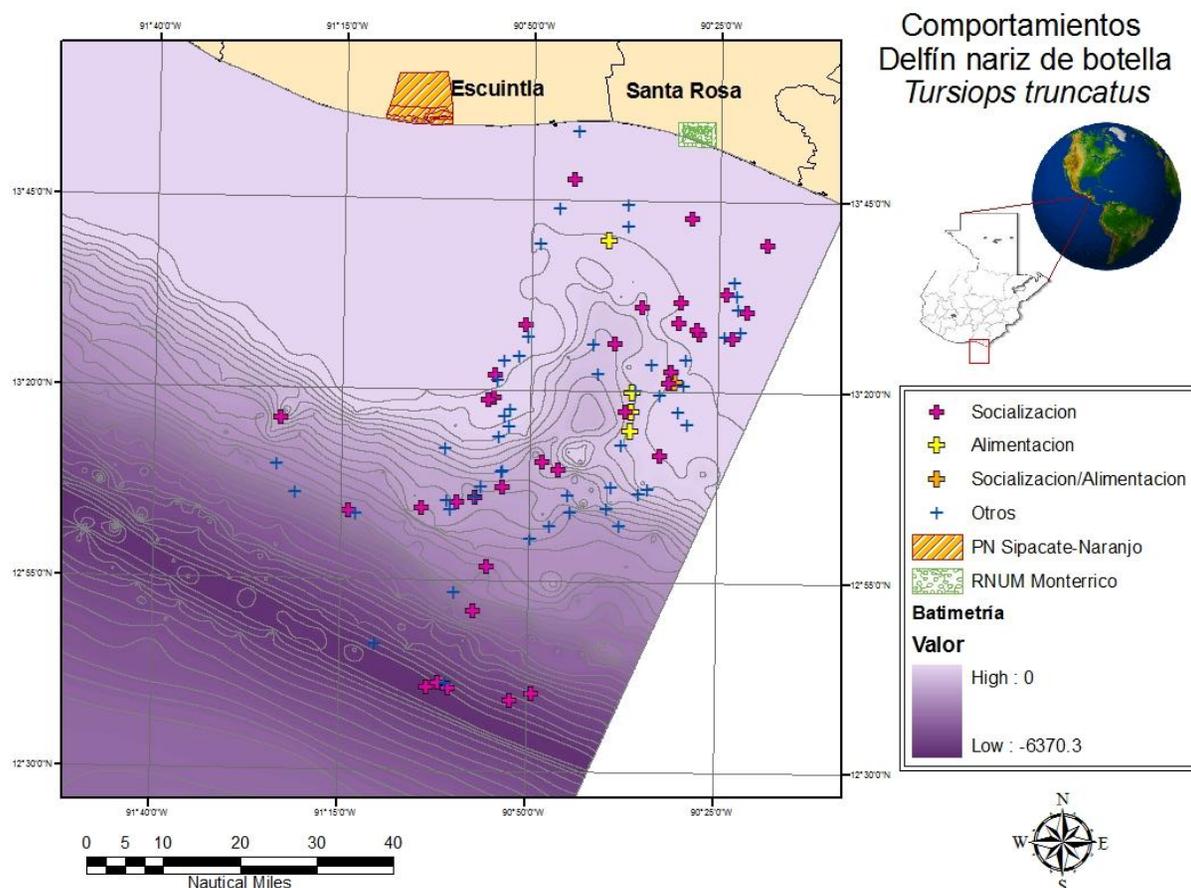


Figura 10. Mapa batimétrico y puntos de avistamiento. Distribución del delfín nariz de botella (*T. truncatus*) según el comportamiento. Las líneas batimétricas se separan cada 200 metros.

Al igual que sucede con la batimetría, el registro de comportamientos de socialización abarcan toda el área de muestreo sin que el grado de pendiente afecte. Sin embargo, el comportamiento de alimentación se observó únicamente en áreas con un leve grado de pendiente (no superior a los 4 grados) en el borde del Cañón de San José (Fig. 11).

Otros comportamientos, como desplazamiento y descanso fueron observados indistintamente en toda el área de estudio, pero no son sujetos al análisis de este trabajo.

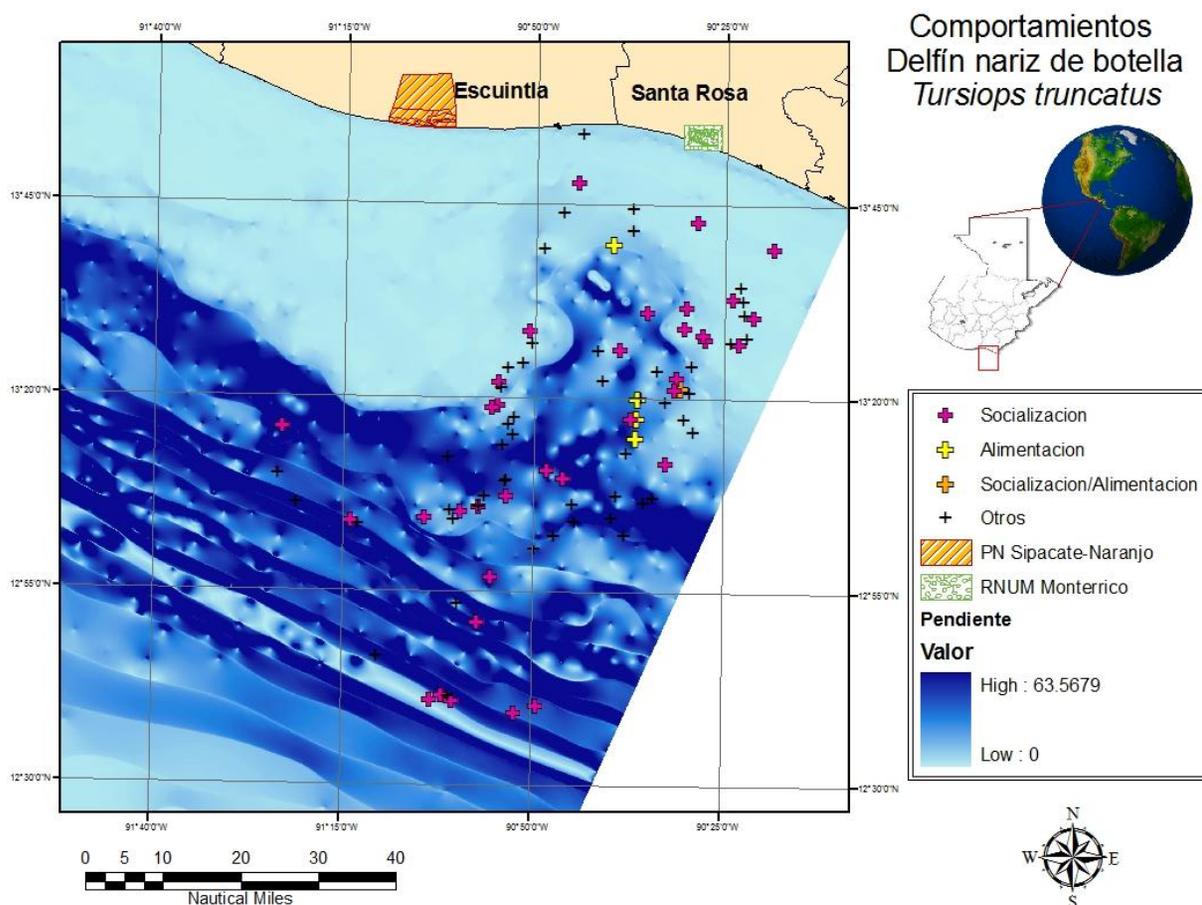


Figura 11. Mapa de pendiente (en grados) y puntos de avistamiento. Distribución del delfín nariz de botella (*T. truncatus*) según el comportamiento.

8.2.2 Delfín tornillo (*S. longirostris*)

El delfín tornillo, a diferencia de la especie anterior, se concentra en áreas cuya profundidad se encuentra entre los 200 y 800 metros y entre 0 y 3 grados de pendiente. El comportamiento de socialización fue observado en conjunto con el de alimentación en la mayoría de los casos y se mantuvo igualmente, en áreas cuyo fondo marino se encuentra entre los 200 y 1000 metros de profundidad y entre 0 y 3 grados de

pendiente. Se registró únicamente un grupo en actividades de socialización cerca de los 6000 metros de profundidad y entre 6 y 7 grados de pendiente (Fig. 12).

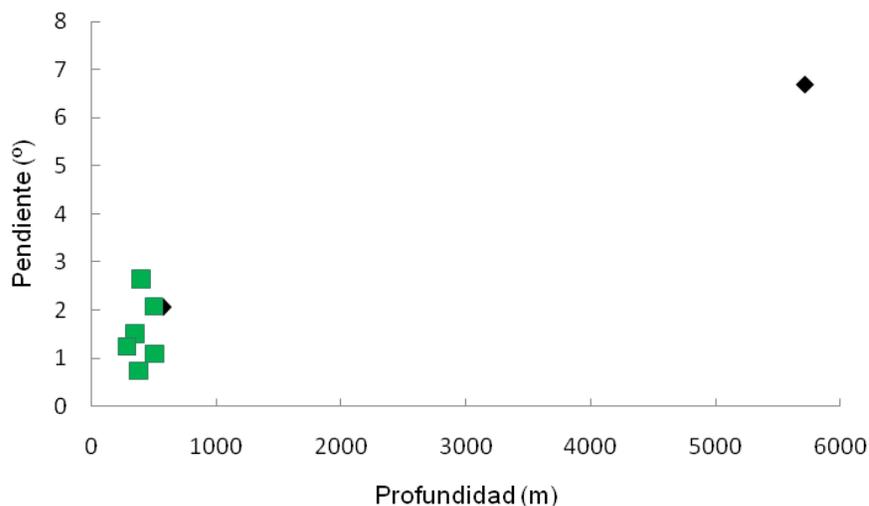


Figura 12. Relación entre profundidad y pendiente según los comportamientos.
Comportamiento de socialización (◇) y socialización/alimentación (□) del delfin tornillo

En la figura 13, puede observarse que casi todos los avistamientos tuvieron lugar en el interior del Cañón de San José, hacia el lado este, entre los 300 y 800 metros de profundidad. Existió una única excepción, un avistamiento registrado en el área de la fosa Mesoamericana, cuyo fondo marino alcanza cerca de los 6000 metros de profundidad, dicho grupo fue observado en comportamientos de socialización.

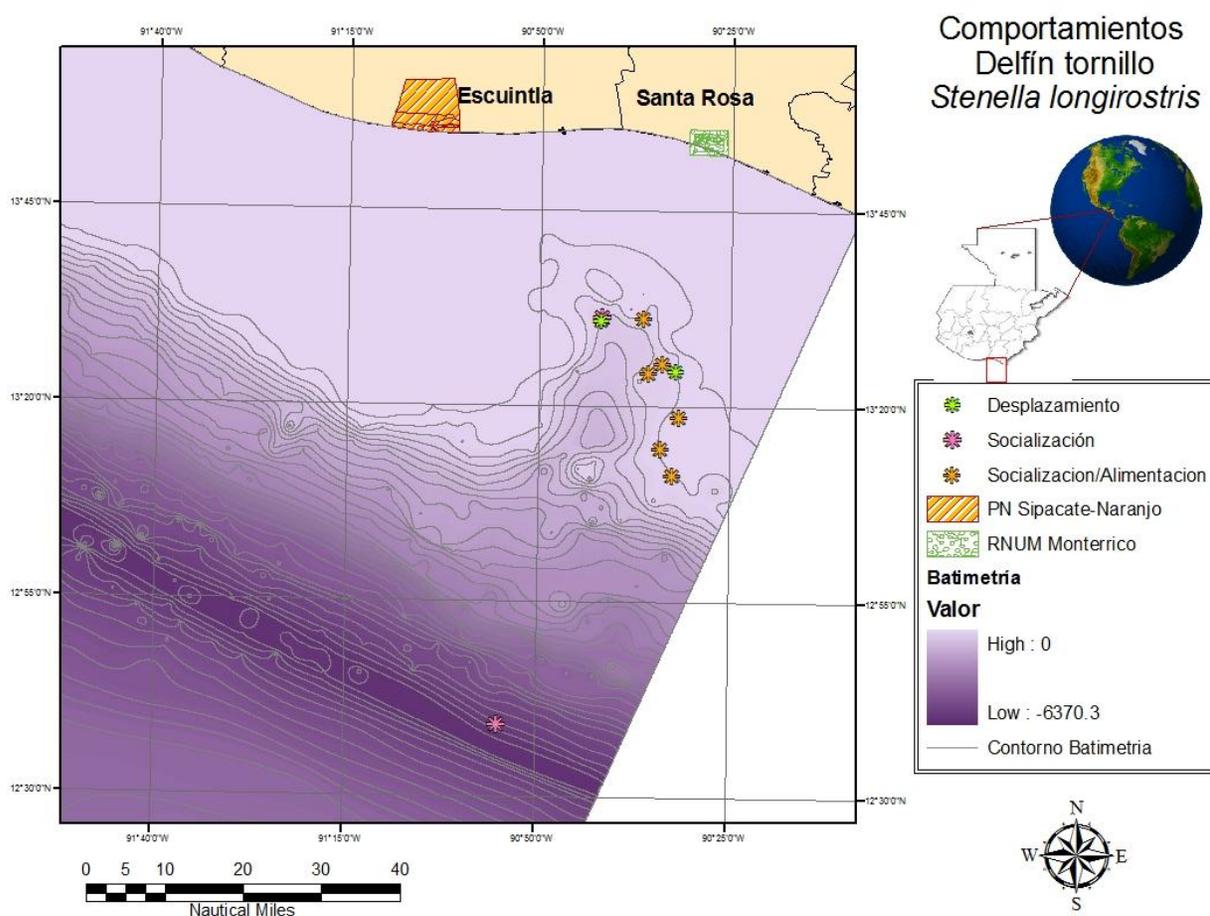


Figura 13. Mapa batimétrico y puntos de avistamiento según el comportamiento.

Distribución mostrada por el delfín tornillo (*S. longirostris*) según el comportamiento.

Las líneas batimétricas se separan cada 200 metros.

La figura 14, muestra que la mayoría de ocasiones en que se registraron los comportamientos de socialización y el 100% de las veces en que se registraron comportamientos de alimentación, los avistamientos tuvieron lugar en áreas con pendientes poco pronunciadas dentro del cañón de San José.

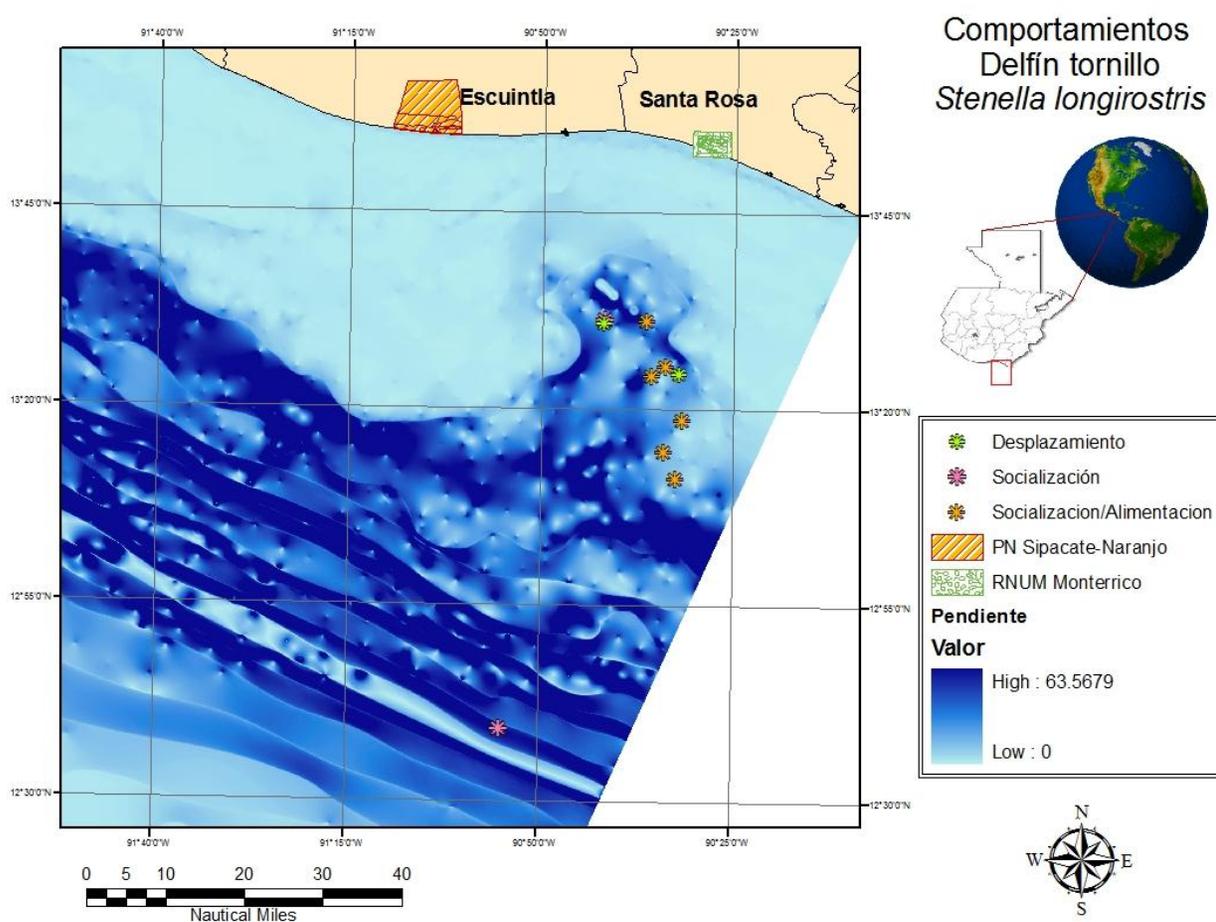


Figura 14. Mapa de pendiente (en grados) y puntos de avistamiento. Distribución según el comportamiento mostrado por el delfín tornillo (*S. longirostris*)

8.2.3 Delfín común (*D. delphis*)

El delfín común fue observado en cuatro oportunidades. La figura 15 muestra que el comportamiento de alimentación se desarrolla en áreas cuya profundidad es de más de 2,500 metros, y pendientes regulares de 7 a 8 grados (66%). No se obtuvieron datos de otros comportamientos para realizar comparaciones.

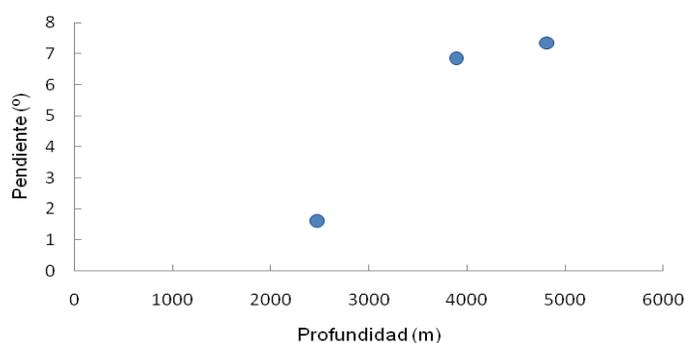


Figura 15. Relación entre profundidad y pendiente para el comportamiento.
Comportamiento de alimentación (○) realizado por el delfín común (*D. delphis*).

La figura 16 muestra únicamente registros de alimentación, los cuales tuvieron lugar en un área entre el cañón de San José, y la zona de subducción cercana a la fosa Mesoamericana, cuya profundidad es mayor a los 2000 metros en todos los casos.

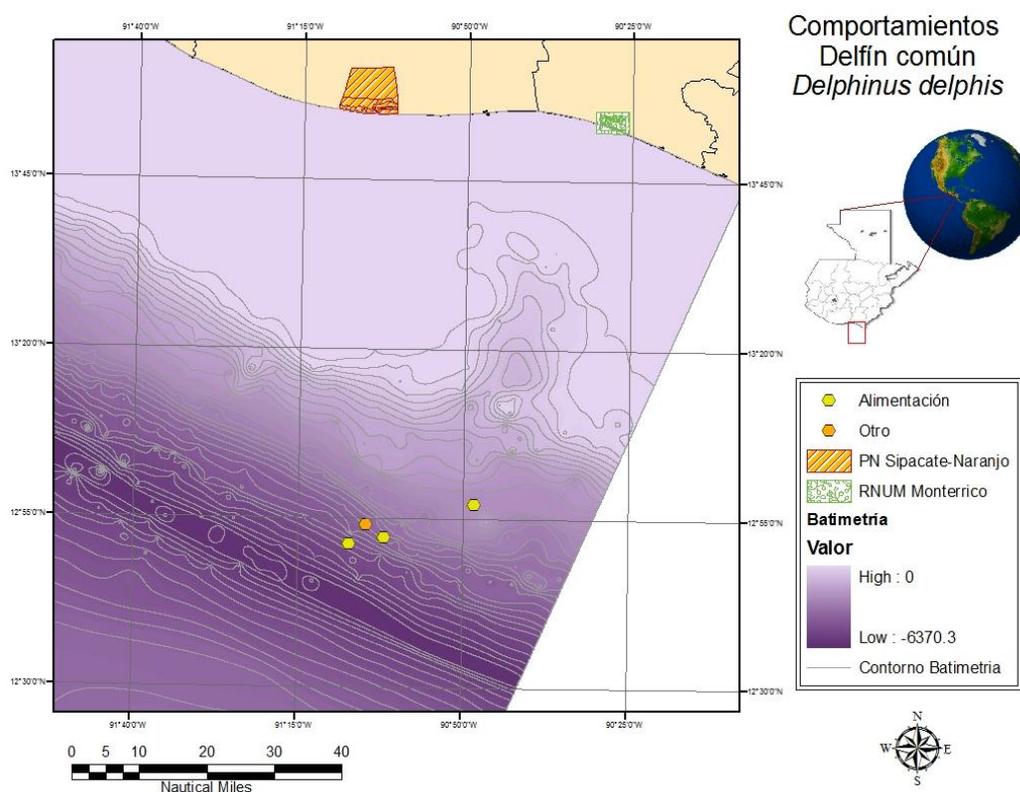


Figura 16. Mapa batimétrico y puntos de avistamiento según el comportamiento.
Distribución mostrada por el delfín común (*D. delphis*). Las líneas batimétricas se separan cada 200 metros.

D. delphis, a diferencia de las otras 2 especies, muestra una preferencia por pendientes con mayor grado de inclinación. La mayoría de avistamientos tuvieron lugar en áreas con pendientes moderadas de entre 7 y 8 grados, mientras más cerca se encontraban de la fosa Mesoamericana (Fig. 17).

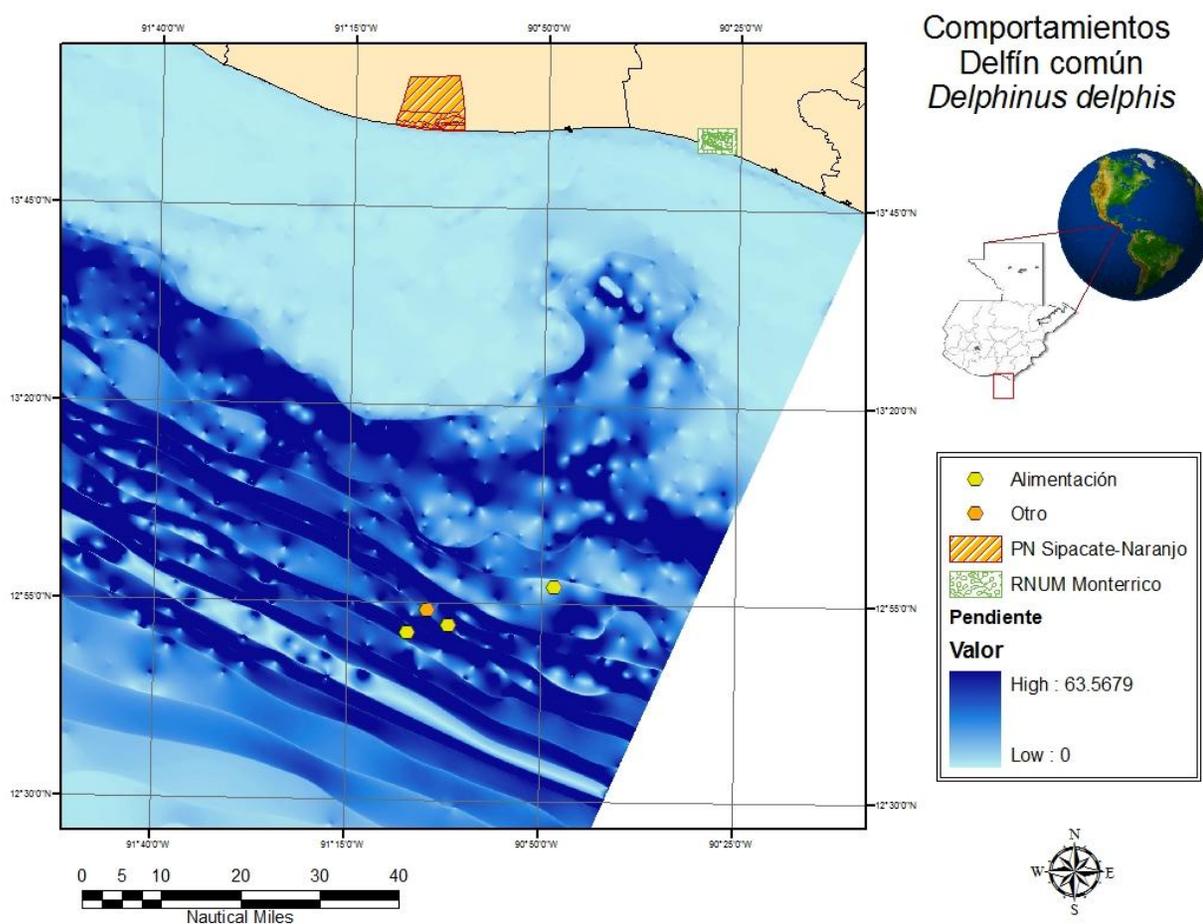


Figura 17. Mapa de pendiente (en grados) y puntos de avistamiento. Distribución según el comportamiento mostrado por el delfín común (*D. delphis*)

8.3 Variación del comportamiento según el Tamaño de Grupo

En el cuadro 7, se observa la relación del tamaño de grupo según el comportamiento. El comportamiento de alimentación suele darse en grupos de más de 100 individuos para todas las especies, siendo el delfín tornillo el que presenta la mediana más alta, y la menor fue presentada por el delfín nariz de botella. Por otro lado, el comportamiento de socialización varió según la especie, el delfín nariz de botella presenta una mediana menor a 10 individuos, mientras para el delfín tornillo la mediana es de 600 individuos, para el delfín común no fue posible establecerlo ya que no se observó este comportamiento.

Cuadro 7. Comparación entre el tamaño de grupo y el tipo de comportamiento.

Tamaño de grupo mínimo y máximo de cada especie de acuerdo a la actividad realizada, y su respectiva Mediana.

Especie	Alimentación			Socialización		
	Rango		Mediana	Rango		Mediana
Mínimo	Máximo	Mínimo		Máximo		
<i>Tursiops truncatus</i>	5	300	125	1	300	9
<i>Stenella longirostris</i>	200	1000	500	10	1000	600
<i>Delphinus delphis</i>	40	300	250	0	0	-

En la figura 18 se observa, como los mayores grupos de *T. truncatus* se encuentran en el interior o en las inmediaciones del Cañón de San José. Los comportamientos de alimentación fueron realizados en grupos de entre 100 y 225 individuos, mientras los comportamientos de socialización fueron registrados a través de un amplio rango en el tamaño de grupos, desde 1 hasta cientos de individuos.

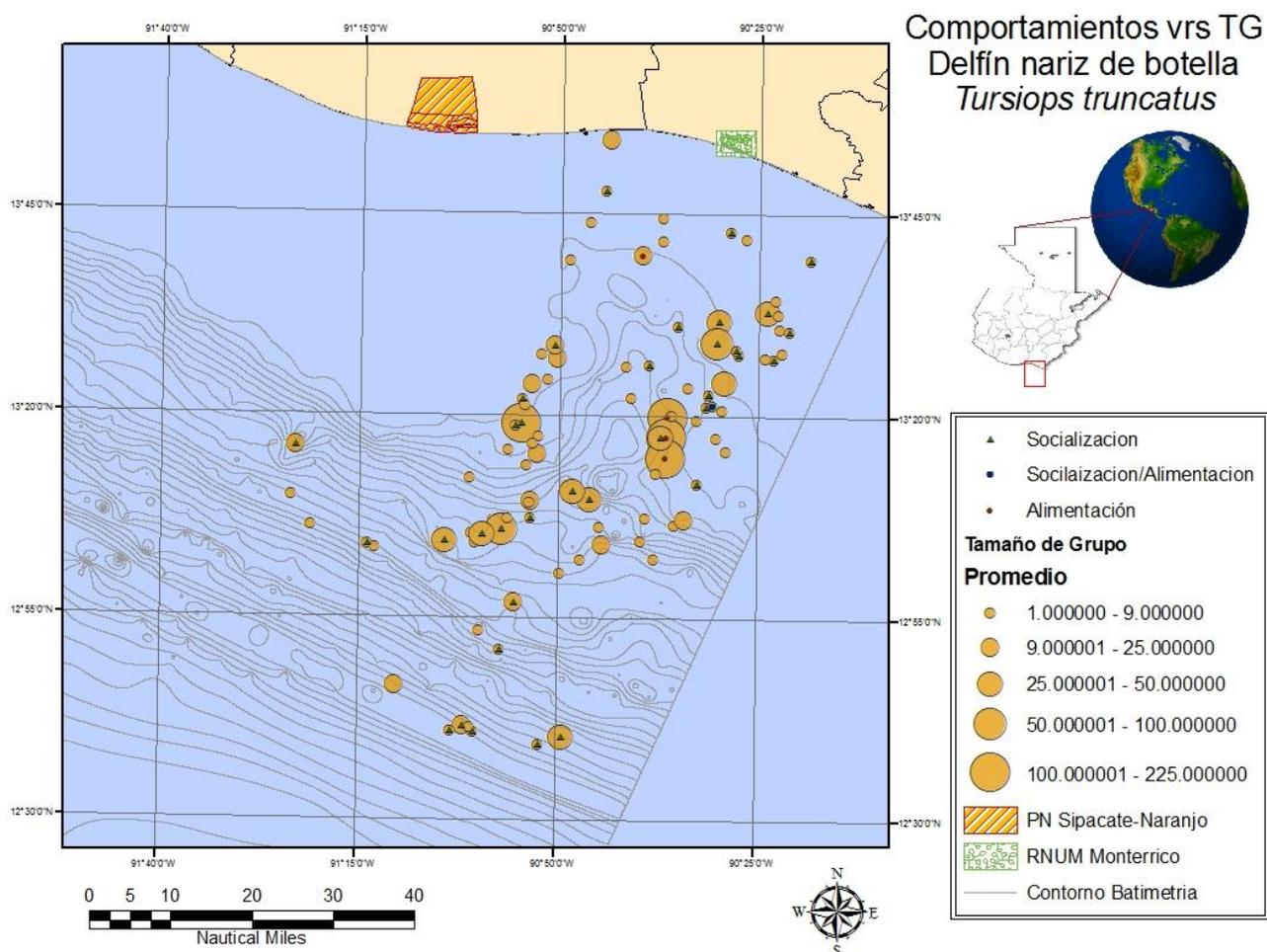


Figura 18. Mapa de la distribución del tamaño de grupo según el comportamiento
Tamaño de grupo promedio para el delfín nariz de botella (*T. truncatus*). Las líneas batimétricas representan cambios de 200 m.

La figura 19, muestra la distribución del tamaño de grupo de *S. longirostris*, los grupos de mayor tamaño corresponden a individuos que se encontraban realizando comportamientos mixtos, es decir que se alimentaban y socializaban a la vez o uno seguido del otro (llegando a un aproximado de 900 individuos). El comportamiento de alimentación no se observó por separado, a diferencia del comportamiento de socialización, el cual se registró como comportamiento individual en 2 ocasiones, y se presentó en grupos de menor tamaño pero siempre en áreas oceánicas fuera de la plataforma continental.

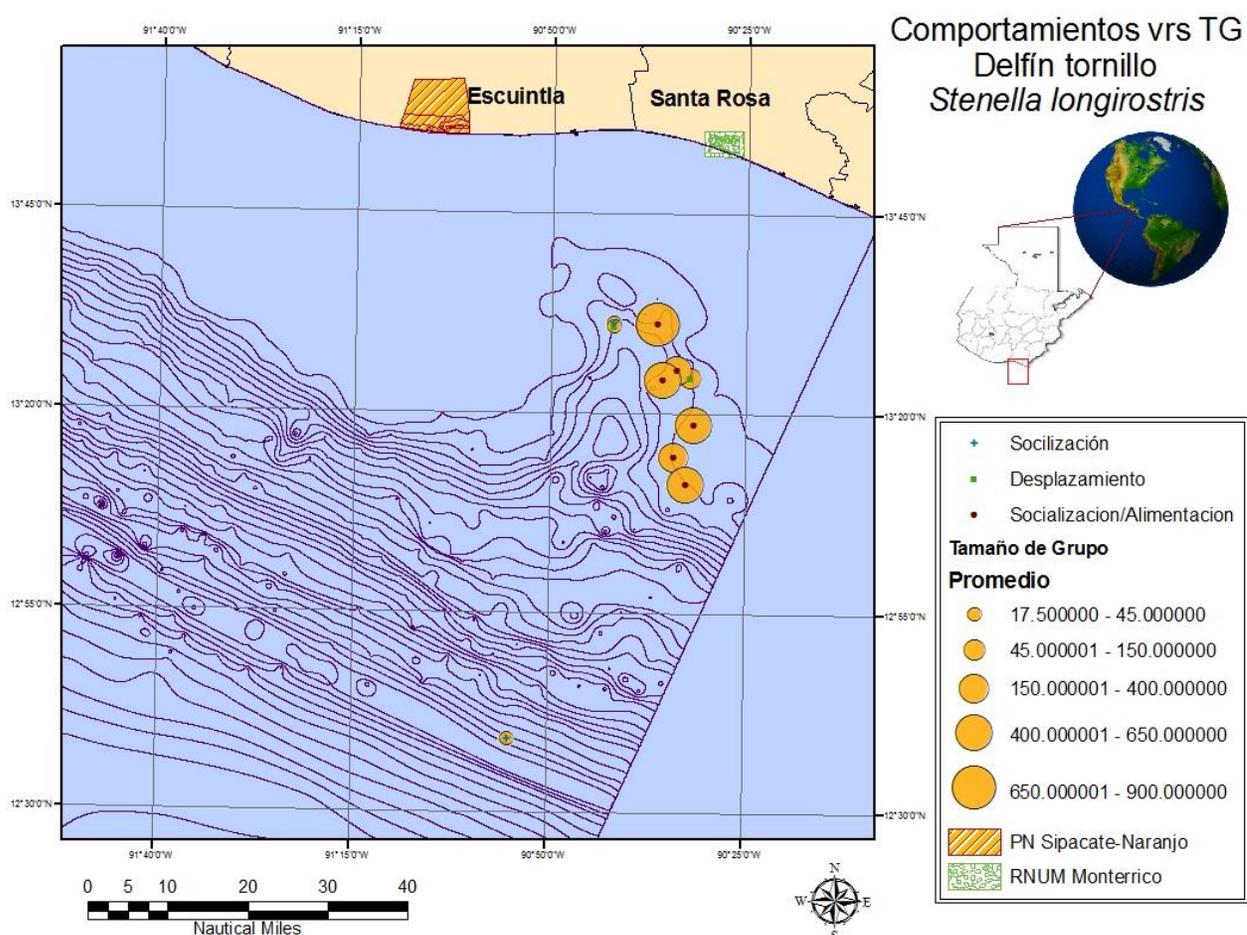


Figura 19. Mapa de la distribución del tamaño de grupo según el comportamiento
Tamaño de grupo promedio para el delfín tornillo (*S. longirostris*). Las líneas batimétricas representan cambios de 200 m.

En la figura 20 se observa el tamaño de grupo para *D. delphis* durante el comportamiento de alimentación, estos fueron siempre mayores a 50 individuos, llegando hasta un estimado de 300 individuos, distribuidos en áreas oceánicas cercanas a la fosa Mesoamericana.

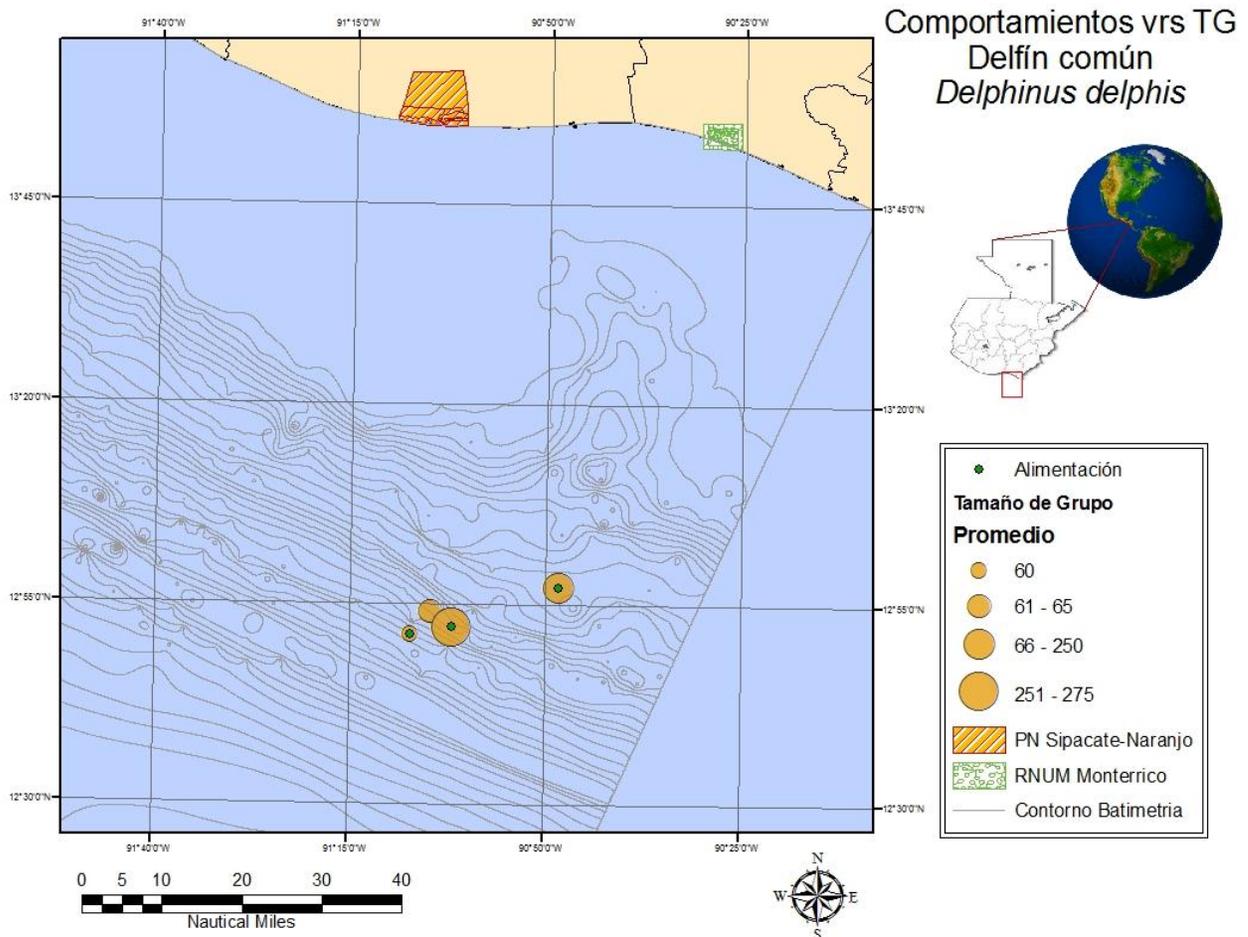


Figura 20. Mapa de la distribución del tamaño de grupo según el comportamiento
Tamaño de grupo promedio para el delfín común (*D. delphis*). Las líneas batimétricas representan cambios de 200 m.

En las figuras 21 a 23, se observa la relación que existe entre el tamaño de grupo y un determinado comportamiento realizado por cada especie de delfín. *T. truncatus* suele formar grupos de entre 100 y 300 individuos al momento de alimentarse y es poco

frecuente observar este comportamiento en grupos de menor tamaño. Por el contrario, el comportamiento de socialización es realizado con mayor frecuencia en grupos menores a 50 individuos, siendo los más comunes los grupos de 1-10 (Fig. 21). En este caso la distribución para el comportamiento de alimentación, tiende a ser bimodal; mientras el comportamiento de socialización, tiende a presentar una distribución asimétrica positiva.

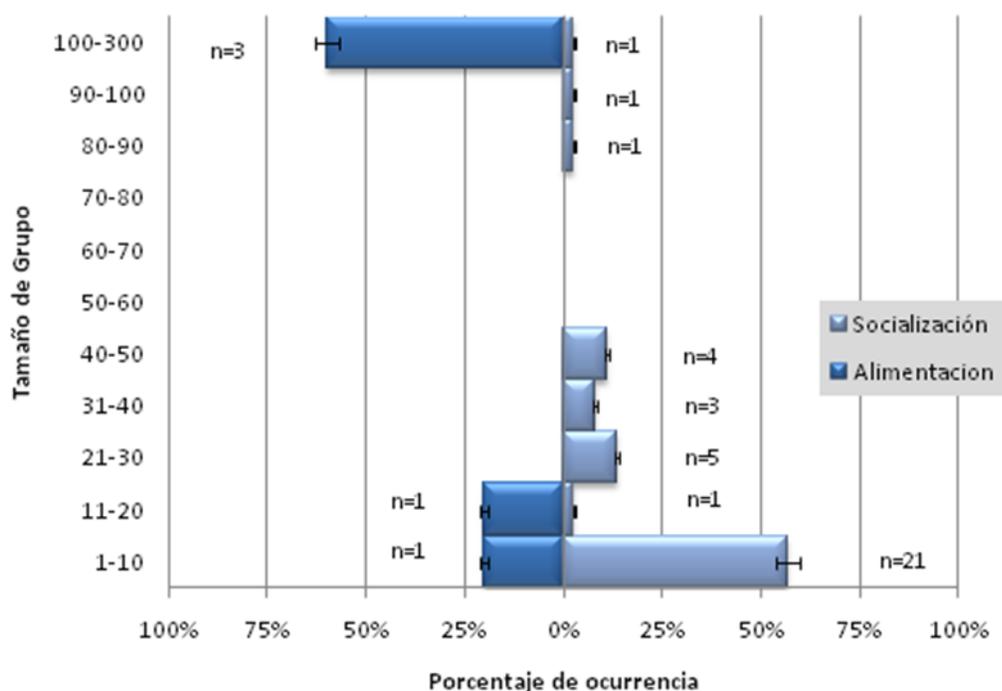


Figura 21. Histograma comparativo entre el tamaño de grupo y los dos comportamientos de estudio (alimentación y socialización) para *T. truncatus*

S. longirostris realizó el comportamiento de alimentación únicamente en grupos de varias centenas (> 100 individuos). El comportamiento de socialización sin embargo fue observado tanto en grupos pequeños de entre 10-20 individuos, medianos de entre 40-50 individuos, y grandes de mas de 100 individuos, este último con mayor frecuencia (Fig. 22).

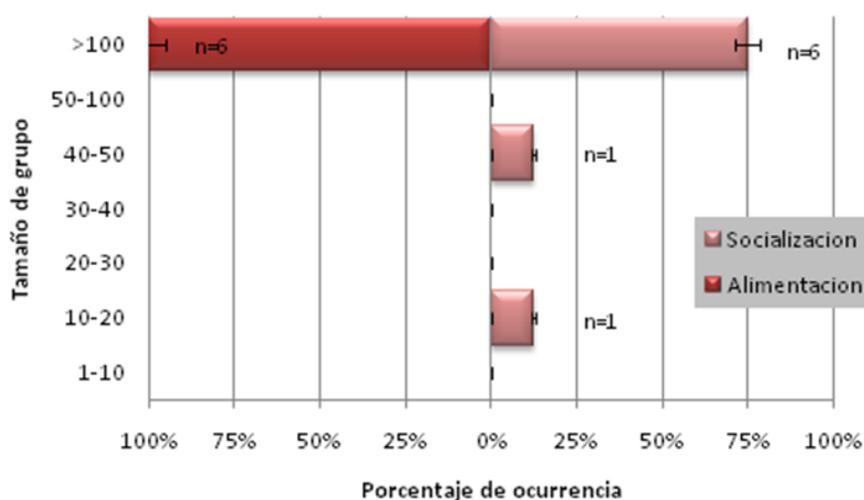


Figura 22. Histograma comparativo entre el tamaño de grupo y los dos comportamientos de estudio (alimentación y socialización) para *S. longirostris*

D. delphis no tiene un parametro de comparación entre comportamientos, ya que no se observó socializando, sino únicamente alimentándose. Es posible observar que realiza este comportamiento en grupos medianos (50-100 individuos) pero es más frecuente en grupos de más de 100 individuos (Figura 23).

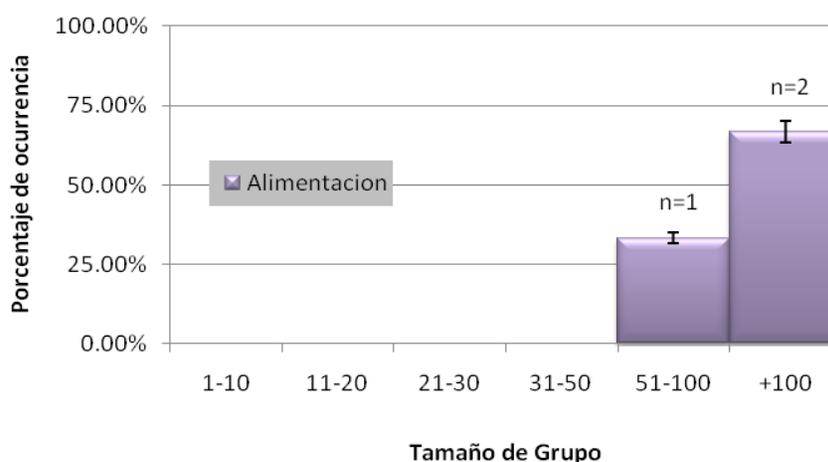


Figura 23. Histograma que muestra la relación entre el tamaño de grupo y el comportamiento de alimentación para *D. delphis*

8.4 Correlación entre comportamientos y variables: profundidad, pendiente y tamaño de grupo

Se utilizó la prueba de Shapiro Wilk para determinar la normalidad de las variables en estudio -profundidad y pendiente-, esta mostró una no normalidad para ambas variables ($p < 0.001$).

Cuadro 8. Prueba de normalidad de las variables

Variable	Shapiro Wilk W	p (normal)	p
Profundidad (°)	0.723	1.40E-08	<0.001
Pendiente (m)	0.851	1.18E-05	<0.001

Se utilizó por lo tanto, para el análisis de correlación, la prueba no paramétrica de Spearman.

El cuadro 9, muestra correlación negativa para *T. truncatus* y para *S. longirostris* en relación a la profundidad cuando realizan comportamientos de alimentación, esto quiere decir que existe menos probabilidad de observar este comportamiento a mayores profundidades, la correlación con la pendiente fue negativa únicamente para *S. longirostris*. Al contrario, *D. delphis* mostró correlación positiva tanto para la profundidad ($p < 0.05$) como para la pendiente, al realizar comportamientos de alimentación, es decir que a mayores profundidades y pendientes es más frecuente observar dicho comportamiento. Este comportamiento fue significativo únicamente para *D. delphis* y la profundidad.

La correlación para *T. truncatus* al realizar comportamientos de socialización, fue negativa tanto para la profundidad como para la pendiente, lo que indica que cuando dichas condiciones se incrementan el comportamiento tienen menos probabilidad de observarse, y fue positiva para *S. longirostris*, es decir que a mayor profundidad y pendiente la probabilidad de observar grupos socializando aumenta.

En cuanto al tamaño de grupo, todas las especies en comportamientos de alimentación presentaron una correlación positiva, siendo significativa ($p < 0.05$) para *S. longirostris*. En cuanto a la socialización la correlación fue negativa para *T. truncatus*, es decir que es menos probable observar grupos grandes socializando, mientras que fue positiva para *S. longirostris*, es decir que existe una mayor probabilidad de observar grupos grandes en socialización, siendo significativo para ambos ($p < 0.05$).

Cuadro 9. Correlación de Spermán por comportamiento y variable.

Comportamiento	Especie	Profundidad		Pendiente		Tamaño de grupo	
		Rs	p	Rs	p	Rs	p
Alimentación	<i>D. delphis</i>	0.28546	0.028414	0.22202	0.91019	0.19048	0.14844
	<i>T. truncatus</i>	-0.0411	0.75725	0.09114	0.49239	0.075126	0.57173
	<i>S. longirostris</i>	-0.08563	0.51904	-0.07245	0.58552	0.46479	0.000208
Socialización	<i>T. truncatus</i>	-0.06484	0.62561	-0.1163	0.38038	-0.70979	3.09E-10
	<i>S. longirostris</i>	0.017445	0.89566	0.01163	0.93033	0.40888	0.001303

En la figura 24 se observa la relación que cada especie muestra al alimentarse, con las distintas variables. *T. truncatus* está asociado a profundidades de 200 a 800 metros, pendientes de entre 2 y 4 grados y el tamaño de grupo no tuvo relevancia. *S. longirostris* está asociado igualmente a profundidades de 200 a 800 metros, pendientes menores a 2 grados y tamaños de grupo mayores a 300 individuos. *D. delphis* se asocia a profundidades de más de 2000 metros, pendientes de entre 6 y 8 grados y tamaño de grupo de entre 50 y 100 individuos. G4, que indica grupos de 100 a 300 individuos, se observa entre los grupos formados para *T. truncatus* y *D. delphis* y puede estar asociado a ambos.

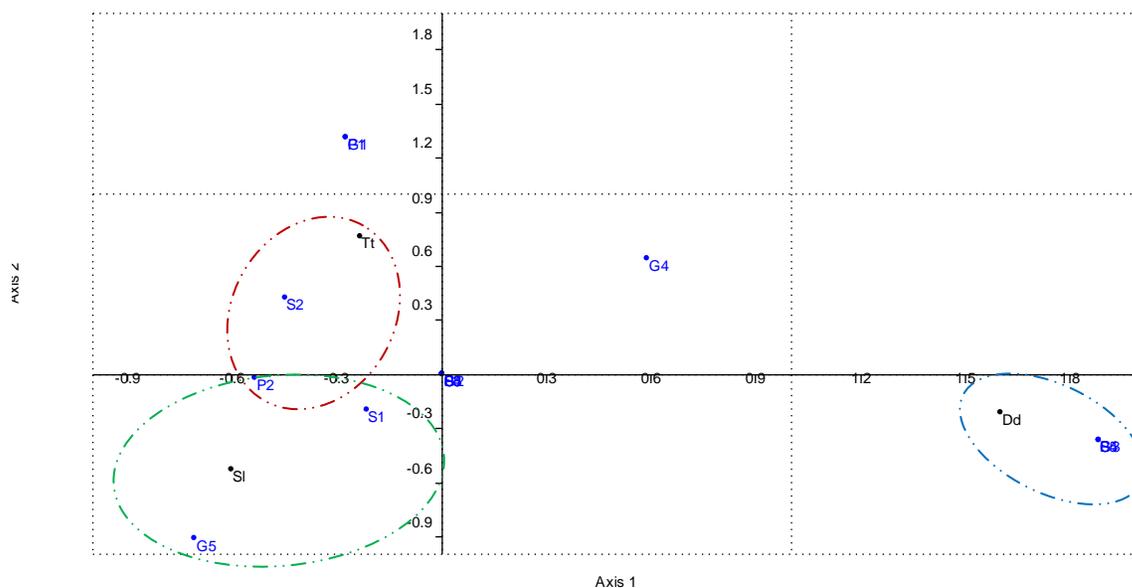


Figura 24. Análisis de correspondencia entre el comportamiento de alimentación, y las variables de pendiente, profundidad y tamaño de grupo. Donde: P representa profundidad (m), P1 < 200; P2, 200-800; P3 de 800-1400; P4 de 1400-2000 y P5 > 2000. S representa la pendiente ($^{\circ}$), S1 < 2, S2 de 2-4, S3 de 4-6, S4 de 6-8 y S5 8-14. G representa tamaño de grupo, G1 < 20; G2 de 20-50; G3 de 50-100; G4 de 100- 300 y G5 > 300.

En la figura 25 se observa la relación que cada especie muestra al socializar, con las distintas variables de estudio. *T. truncatus* no muestra preferencia por alguna variable, observándose asociado tanto a bajas como a grandes profundidades, un amplio rango de pendiente y un tamaño de grupo variable desde pocos hasta varias decenas de individuos. *S. longirostris* por otro lado muestra asociación con profundidades de 200 a 800 metros, pendientes entre 2 y 4 grados y tamaños de grupo mayores a 300 individuos. Para *D. delphis* no se obtuvieron registros de este comportamiento, por lo que no fue posible integrarlo al análisis.

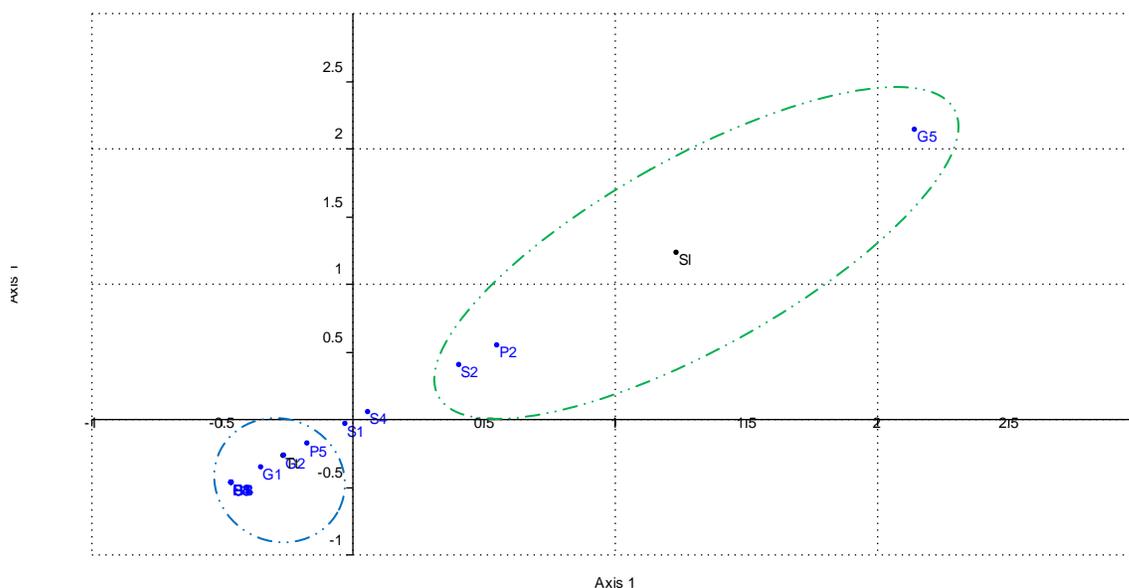


Figura 25. Análisis de correspondencia entre el comportamiento de socialización, y las variables de pendiente, profundidad y tamaño de grupo. Donde: P representa profundidad (m), P1 < 200; P2, 200-800; P3 de 800-1400; P4 de 1400-2000 y P5 > 2000. S representa la pendiente ($^{\circ}$), S1 < 2, S2 de 2-4, S3 de 4-6, S4 de 6-8 y S5 8-14. G representa tamaño de grupo, G1 < 20; G2 de 20-50; G3 de 50-100; G4 de 100- 300 y G5 > 300.

En la figura 26 se observa que *T. truncatus* fue la especie que presentó el más amplio rango de distribución en cuanto a la profundidad. Mientras realiza el comportamiento de alimentación suele mantenerse entre los 100 y 500 metros (sobre la plataforma continental y el inicio del talud continental), sin embargo durante la socialización, no se observa preferencia, un 50% de los registros se encuentra en áreas en que la profundidad se encuentra entre los 200 y 1,800 metros de profundidad, e incluye valores atípicos a más de 5,000 metros de profundidad (encontrándose tanto sobre la plataforma continental, como en aguas oceánicas).

Para *S. longirostris* se observa un rango restringido de distribución en cuanto a la profundidad, ya que en los registros se muestra que ambos comportamientos, alimentación y socialización, son llevados a cabo en profundidades de entre 200 y 800 metros (inicio del talud continental y zona oceánica), existe un único valor atípico en

áreas de más de 5,600 metros de profundidad (en zona oceánica profunda y cercana a la Fosa Mesoamericana).

D. delphis, se registró únicamente realizando comportamientos de alimentación y estos están restringidos a áreas con profundidades de entre 2,500 y 4,800 metros (zona oceánica).

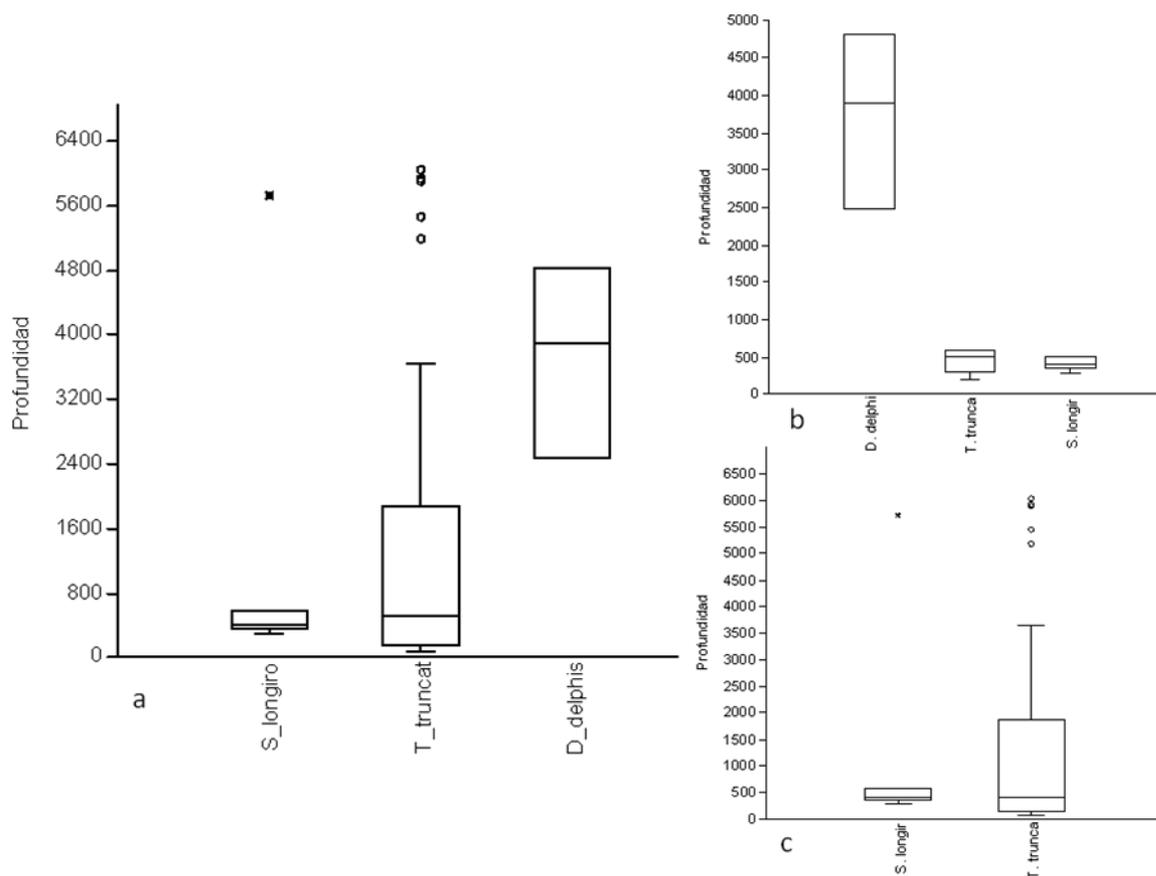


Figura 26. Valores de profundidad según el comportamiento. a) Profundidad vs comportamientos de alimentación y socialización en conjunto; b) Profundidad vs alimentación; c) Profundidad vs socialización.

En la figura 27 se observa que *T. truncatus* es la especie que presentó un amplio rango de distribución en cuanto a la pendiente. Las áreas en que se observó alimentándose se

encuentran entre 1 y 4 grados de pendiente, mientras que para socializar se observó entre los 0 y 8 grados de pendiente y un valor atípico por los 13 grados.

S. longirostris se observa un rango restringido de distribución en cuanto a la pendiente, ya que en los registros se muestra que ambos comportamientos, alimentación y socialización, son llevados a cabo en pendientes de entre 0.5 y 3 grados, existe un único valor atípico en un área de aproximadamente 7 grados de pendiente.

D. delphis, se registró únicamente realizando comportamientos de alimentación en áreas con pendientes desde 2 hasta 7 grados aproximadamente, sin embargo tienden a preferir éstas últimas (mayor grado de pendiente).

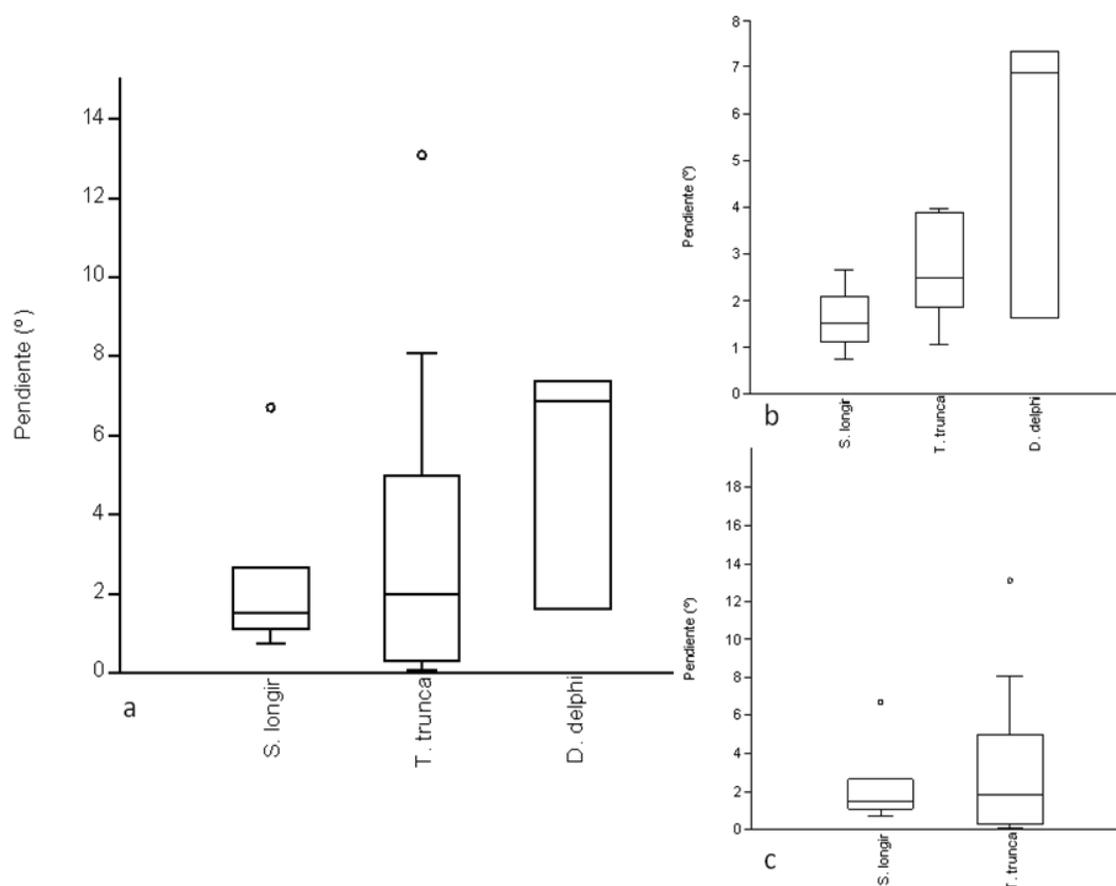


Figura 27. Valores de pendiente según el comportamiento. a) Pendiente vs comportamientos de alimentación y socialización en conjunto; b) Pendiente vs alimentación; c) Pendiente vs socialización.

En la figura 28 se observa que durante el comportamiento de alimentación *T. truncatus* se mantiene en grupos de hasta 250 individuos, por otro lado, durante la socialización se mantiene en grupos menores a 50 individuos, aunque existen excepciones como lo muestran los valores atípicos.

S. longirostris suele mantenerse en grupos de entre 350 y 900 individuos durante la alimentación, con un 50% entre los 400 y 650 individuos. En comportamientos de socialización su rango aumenta de entre 40 a 900 individuos.

D. delphis, se registró únicamente realizando comportamientos de alimentación en grupos de entre 50 y 250 individuos, tendiendo a preferir este último.

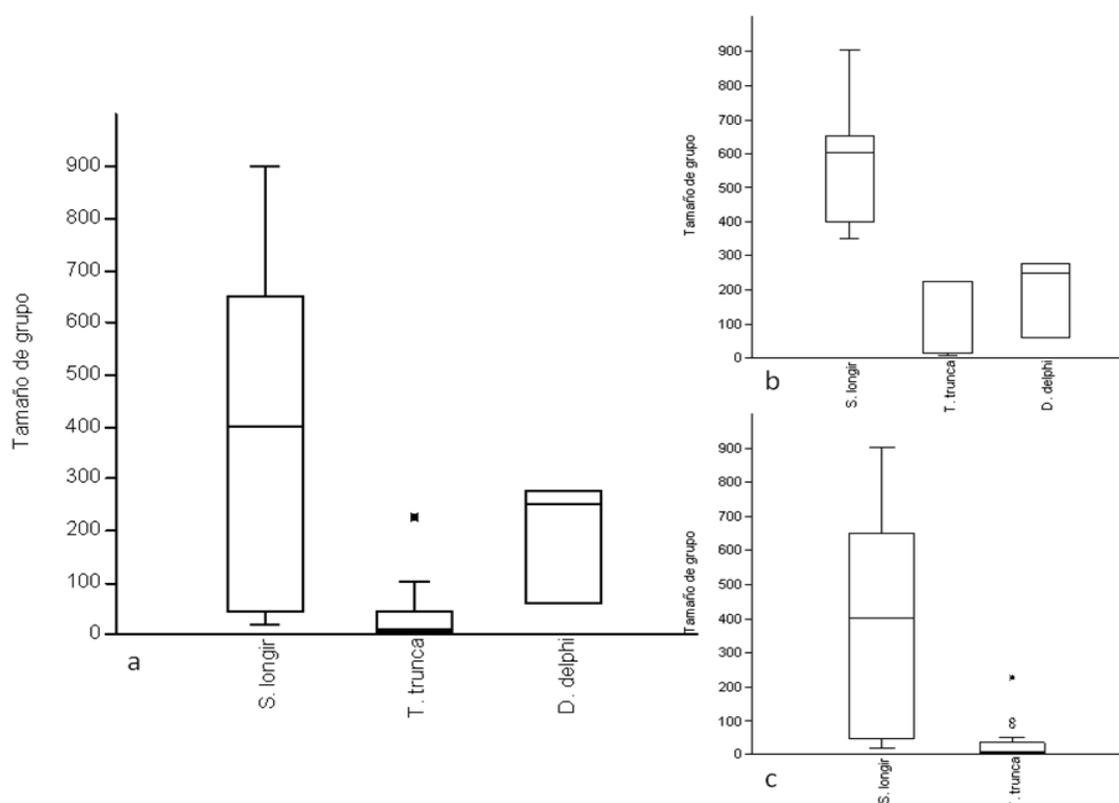


Figura 28. Valores de tamaño de grupo promedio según el comportamiento.

- a) Tamaño de grupo vs comportamientos de alimentación y socialización en conjunto; b) Tamaño de grupo vs alimentación; c) Tamaño de grupo vs socialización.

8.5 Importancia del Cañón de San José para la realización de los comportamientos de alimentación y socialización

En la figura 29a-c, se observa la concentración de clorofila (equivalente a la concentración de fitoplancton) en el territorio a lo largo del período de muestreo, abarcando tanto la época seca como la época lluviosa. Durante la época seca (noviembre a abril) se observa una explosión y concentración de nutrientes en el Golfo de Tehuantepec en México y en el Golfo de Papagayo y el Domo de Costa Rica. Dicha concentración se extiende hacia toda el área circundante. Durante la época lluviosa (mayo a octubre) se observa una disminución en la concentración de clorofila de las áreas anteriormente mencionadas y por tanto una disminución en sus alrededores, excepto en la zona costera, donde ocurre el fenómeno de afloramiento de nutrientes. Además, durante algunos meses se observa un pequeño remanente en la parte norte del Cañón de San José, la cual puede estar influyendo en la concentración de delfines durante los comportamientos de alimentación.

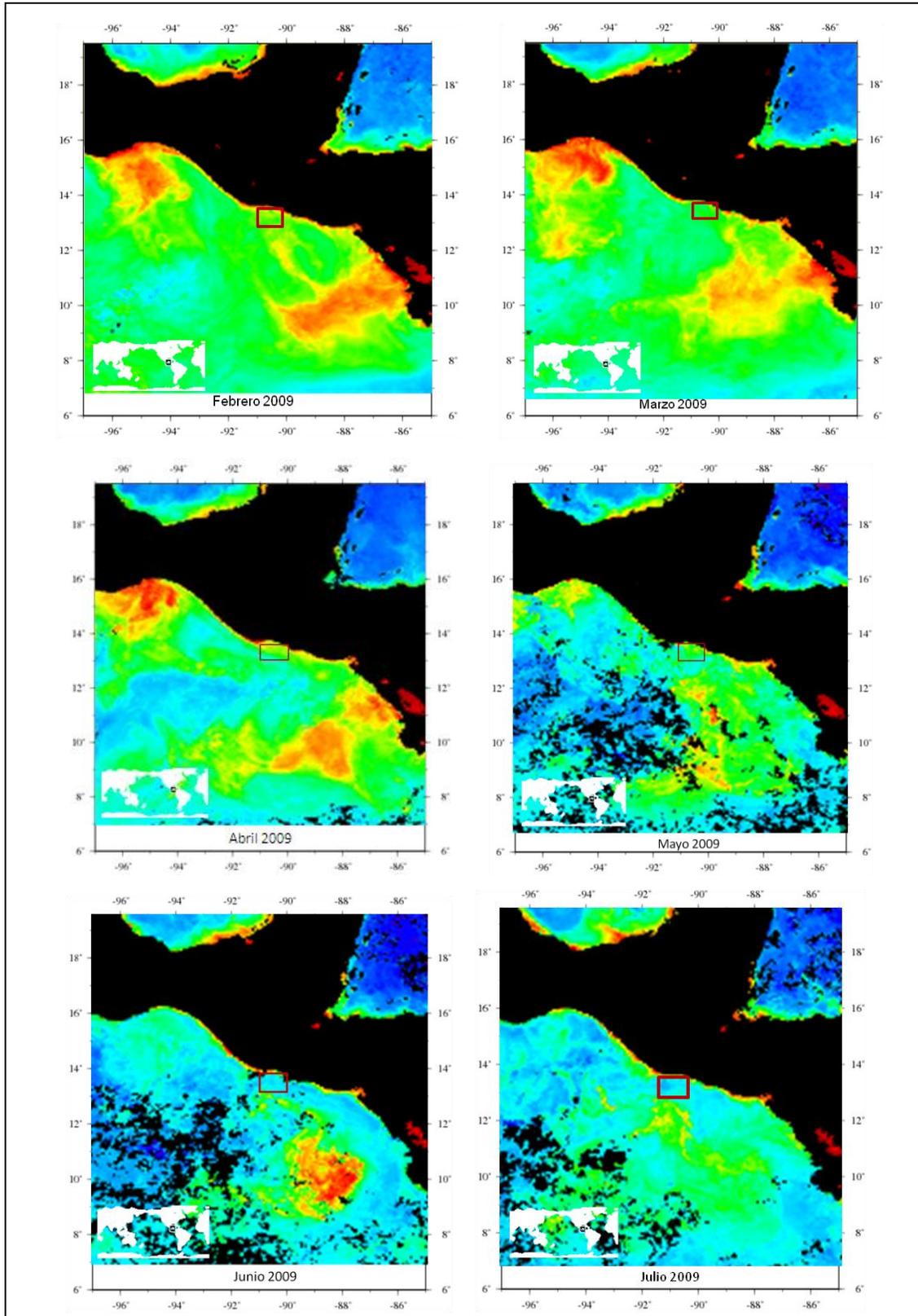


Figura 29a. Mapas de concentración de clorofila febrero - julio 2009.
Fuente: OceanColor web (NASA)

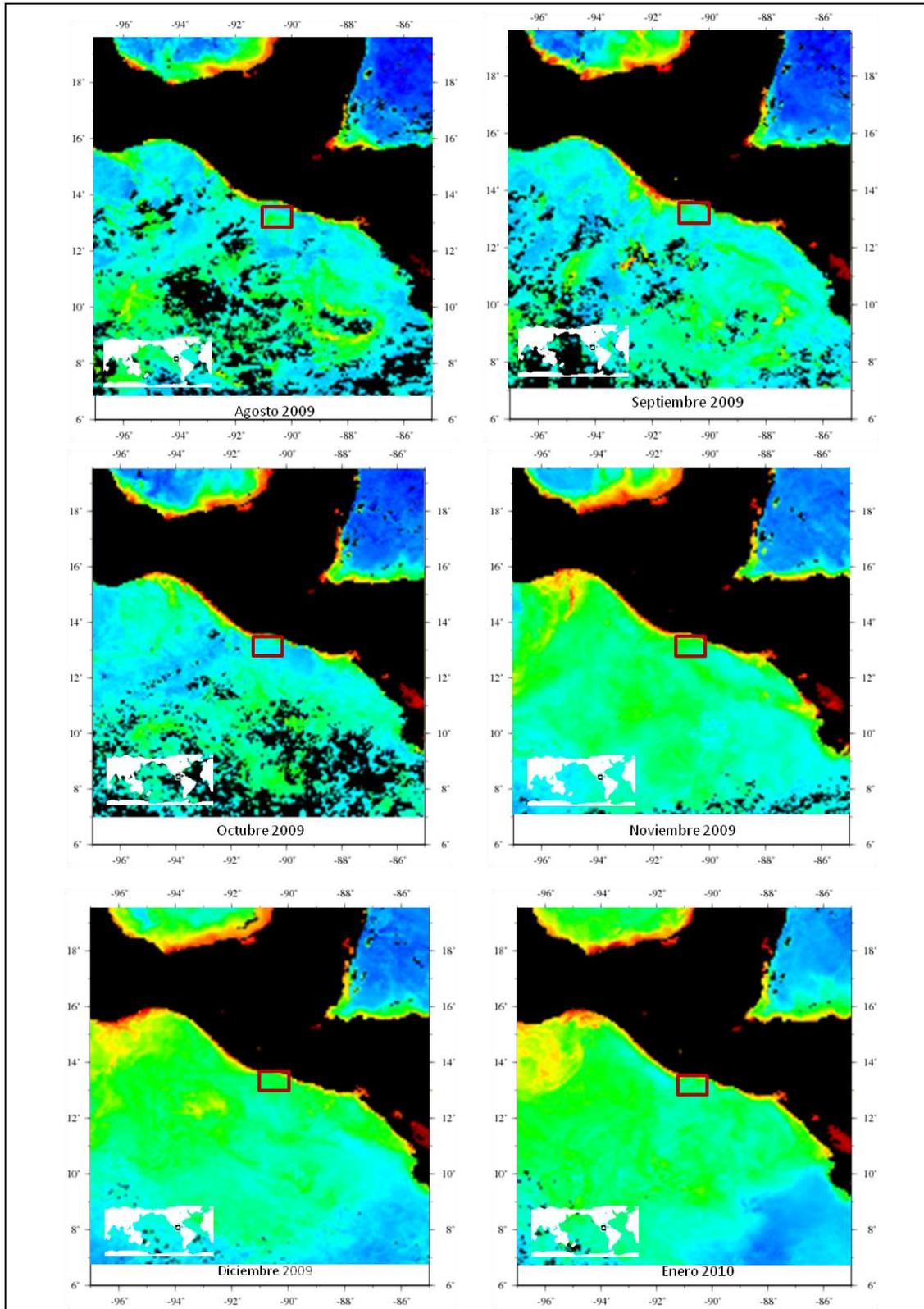


Figura 29b. Mapas de concentración de clorofila agosto 2009 – enero 2010.

Fuente: OceanColor web (NASA)

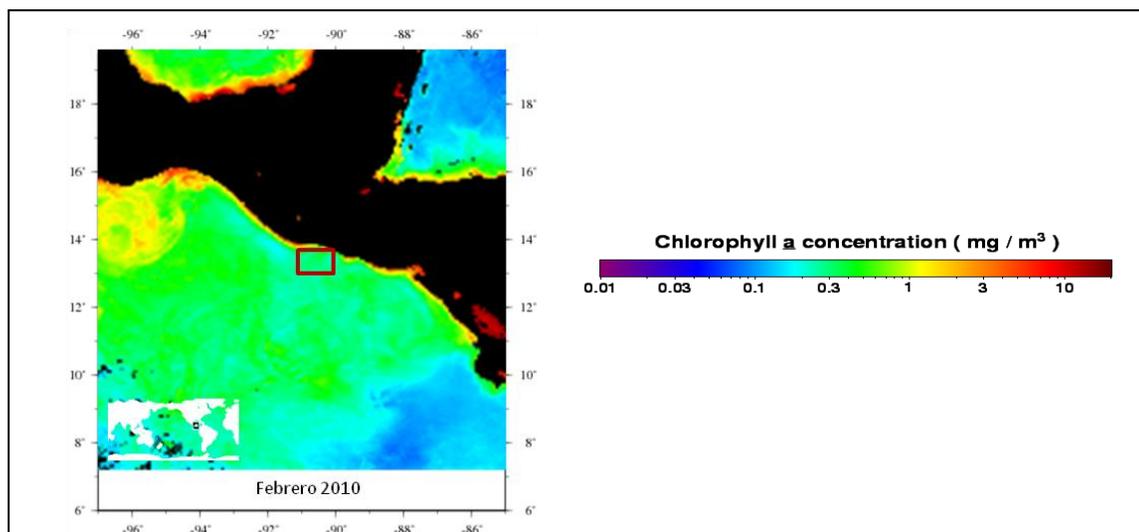


Figura 29c. Mapas de concentración de clorofila febrero 2010.

Fuente: OceanColor web (NASA)

8.6 Descripción de los comportamientos en superficie realizados por los delfines

8.6.1 Descripción del Comportamiento de Alimentación

Todas las estrategias de alimentación observadas a lo largo del estudio se dieron de forma cooperativa o grupal, en ningún momento se observaron individuos solitarios realizando este comportamiento.

El comportamiento de alimentación está dividido en 3 etapas o estados, la búsqueda, el buceo y/o persecución, y la captura de la presa. En el Cuadro 10, se observan las frecuencias de observación de cada una de las etapas o fases de alimentación para las especies en estudio.

Cuadro 10. Descripción y Frecuencias de cada fase del comportamiento de alimentación del delfín nariz de botella, el delfín tornillo y el delfín común en el Pacífico Este de Guatemala

Fase del comportamiento o de alimentación	Definición	Frecuencia de observación		
		<i>T. truncatus</i> (n=5)	<i>S. longirostris</i> (n=6)	<i>D. delphis</i> (n=3)
Búsqueda	Nado sincronizado, mantenimiento de velocidad constante con obvios cambios de dirección.	---	---	66.67%
Buceo y/o persecución	Buceo profundo coordinado, a veces con levantamiento del pedúnculo caudal, patrones sincronizados en superficie.	100%	100%	100%
Alimentación o captura	Captura de la presa, rápidos cambios en la dirección y a veces explosiones de velocidad.	40%	100%	100%

8.6.1.1 Delfín nariz de botella

Las estrategias de alimentación de esta especie no fueron completamente claras, debido a que estas se llevaron a cabo bajo la superficie, fue posible observar a los grupos realizando buceos de forma repetida en distintas direcciones, pero en un mismo lugar. Generalmente los individuos mostraban el pedúnculo caudal. Las presas no fueron vistas durante este tipo de comportamiento.

En una ocasión se les encontró asociados a algunas especies de aves, como lo son el pájaro bobo café (*Sula leucogaster*) y la pardela de Audubon o garrapatera (*Puffinus lherminieri*).

8.6.1.2 Delfín tornillo

El delfín tornillo fue observado únicamente realizando actividades de persecución y captura de presas. Los grupos avistados, fueron encontrados, en la mayoría de los casos, ya en la etapa de captura de presas por lo que no se tienen registros de las técnicas utilizadas para la búsqueda.

La etapa de persecución (o acorralamiento) se registró en dos distintas ocasiones (en julio 2009 y enero 2010). Se observó a una gran cantidad de individuos del grupo (250 - 300 aproximadamente), formando una barrera de aproximadamente un kilómetro de largo, en donde los delfines nadaban paralelamente y a gran velocidad, realizando saltos altos con desplazamiento, provocando así disturbios sobre la superficie. Los delfines se desplazaban de forma sincronizada en una misma dirección (Figura 30a).

En la etapa de captura de presas, se observaron varias actividades realizadas por pequeños subgrupos dentro del grupo general de delfines, los cuales mostraban comportamientos más lentos. Estos subgrupos se concentraban en un área ejecutando varios comportamientos en superficie, como saltos verticales cayendo sobre el vientre, saltos de costado, saltos tornillo, golpes de aleta caudal, fuertes golpes de mandíbula, inmersiones con levantamiento del pedúnculo caudal y corridas en superficie; todas estas actividades fueron realizadas de manera más acelerada en comparación con las actividades mostradas por el resto del grupo (Figura 30b-d).

Al momento de alimentarse, suelen asociarse a ellos otras especies, de las cuales las más comunes son: pájaros bobos (*Sula granti* y *S. leucogaster*), salteadores (*Stercorarius pomarinus* y *S. parasiticus*), pardelas (*Puffinus pacificus* y *P. lherminieri*) y el fumarel común (*Clidonias niger*). Además, en una ocasión se observó en la misma área del avistamiento a algunas tortugas parlama (*Lepidochelis olivácea*) y mantarrayas.



Figura 30. Comportamientos de alimentación desplegados por *S. longirostris*.
a) Formación de barrera; b) Salto tornillo; c) Golpes de mandíbula o de costado; d) salto de costado y en la distancia golpes de mandíbula o vientre.

8.6.1.3 Delfín común

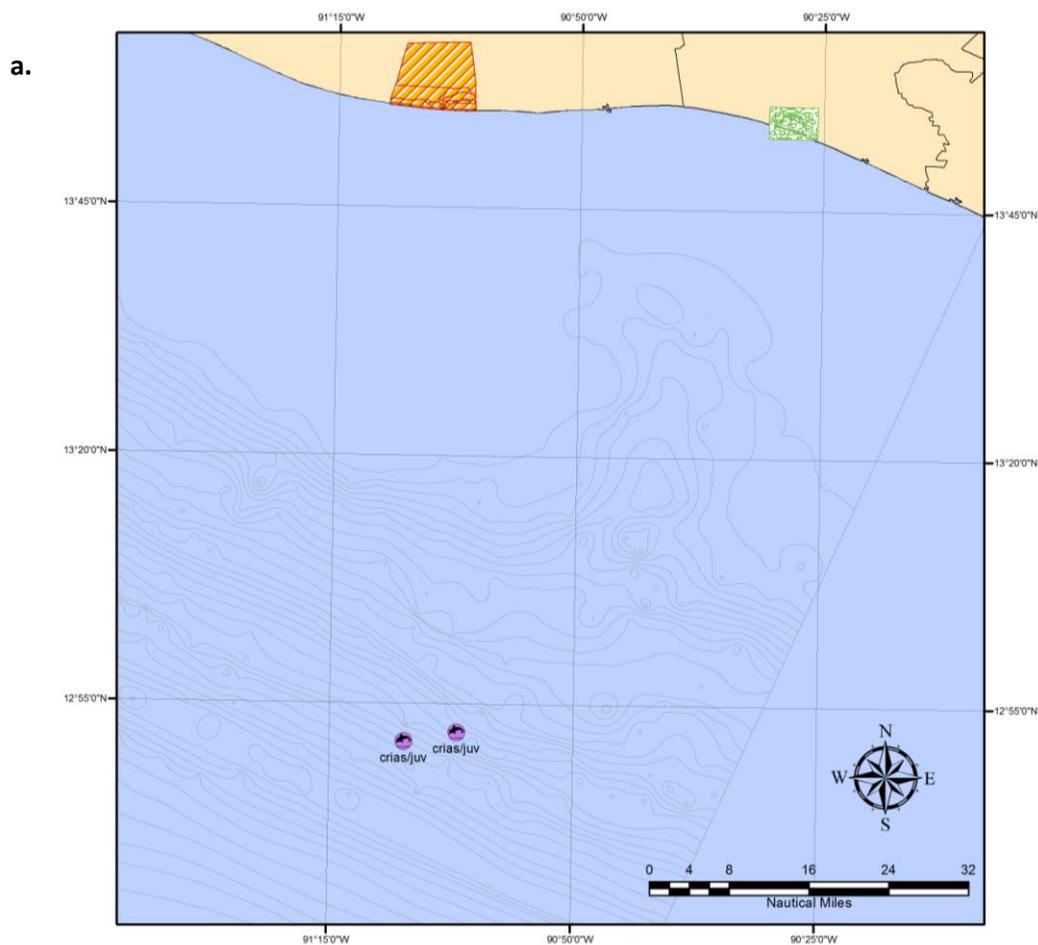
En el Pacífico Este de Guatemala se observó que el delfín común utilizaba una técnica en particular para la búsqueda, detección y captura de sus presas. Esta consiste en la separación de un grupo de varias decenas o cientos de individuos, coordinándose así en subgrupos (de entre quince a veinte individuos), los cuales se mantienen interactuando dentro de un área aproximada de 500 metros de diámetro.

La mayoría de veces los individuos de un subgrupo se observaron formando una línea cerrada al nadar sincronizadamente en forma paralela (uno junto a otro) a velocidades constantes (también llamados “grupos de búsqueda”). Se observó buceo con levantamiento del pedúnculo caudal, golpes de cola, saltos altos verticales (más de 5 metros) y saltos bajos a ras del agua. Saltos de costado y de vientre de poca altura también fueron observados, estos eran ejecutados por varios individuos de un mismo subgrupo repetidas veces en un área determinada. Además se observaron corridas en superficie, en donde los delfines nadan a gran velocidad al ras del agua por unos segundos mientras persiguen a las presas.

En una ocasión (22/Nov/2009) se observó claramente, como luego que un par de delfines realizaron un salto vertical de aproximadamente 10 metros de altura, el resto del grupo (unos 80-100 individuos) se dirigieron hacia el punto formando una línea o barrera continua con saltos bajos con desplazamiento. A esto le siguieron constantes inmersiones sincronizadas y prolongadas. Posteriormente el grupo nuevamente se había dividido y se observaron saltos seguidos de golpes de cola al caer, los subgrupos ya no se desplazaban en una continua dirección sino se encontraban realizando inmersiones erráticas, es decir sin rumbo fijo y no coordinados a la vista. Los delfines realizaban saltos y entraban verticalmente en el agua con la cabeza por delante, esto lo hacían individualmente, en parejas o en pequeños grupos cercanos (siempre en el mismo lugar), en otras ocasiones simplemente se sumergían mostrando el pedúnculo caudal.

En general, en todos los avistamientos, luego de un tiempo de observar los grupos de búsqueda o luego de observar al grupo realizando las inmersiones continuas con levantamiento de pedúnculo, los delfines desaparecían de la superficie y eran nuevamente avistados momentos más tarde en un área distinta pero cercana.

En cuanto a la composición de los grupos, en dos de 3 avistamientos se observaron crías. En ambos casos se observaron tanto crías en compañía de un adulto, como juveniles independientes, sin embargo no fue posible determinar la presencia de recién nacidos (Figura 31).



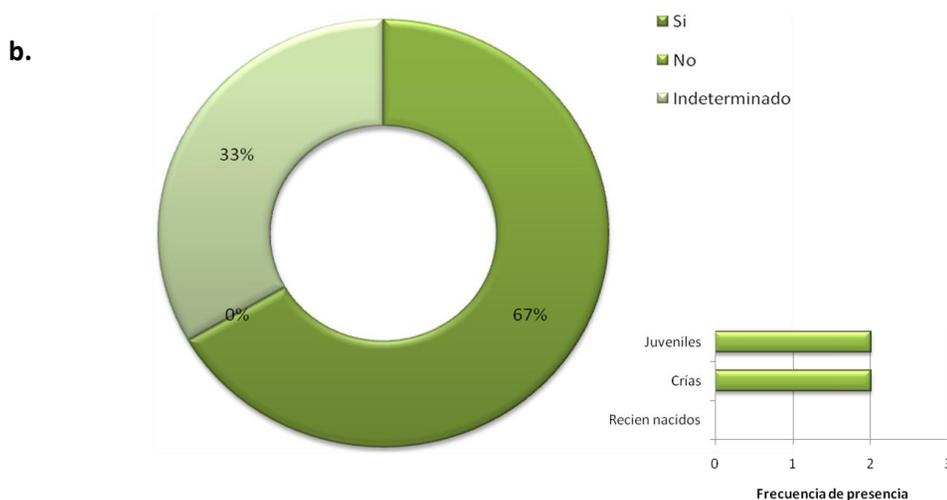


Figura 31. Composición del grupo (presencia de crías) para *D. delphis*.

a) Mapa de distribución de grupos con crías. b) Grafico de presencia de crías (el anillo muestra el porcentaje de presencia de crías durante la alimentación).

En 2 de los 3 avistamientos, se observaron aves en vuelo persiguiendo a los delfines mientras estos grupos se desplazaban formando las barreras (Fig. 32d), o sobrevolando en círculo cuando los delfines ya se encontraban alimentándose. Las especies de aves comúnmente observadas en asociación con *D. delphis* fueron: pardelas (*P. pacificus*), pájaros bobos (*S. sula* y *S. leucogaster*), Salteadores (*Stercorarius pomarinus*), y golondrinas de mar (*Oceanodroma* sp).

A pesar que en ningún momento se observaron los cardúmenes de peces físicamente, la presencia de aves, los despliegues de comportamiento realizados por los delfines, el olor a pescado y la presencia de escamas en superficie en algunas ocasiones, indican que el comportamiento realizado era el de alimentación.



Figura 32. Comportamientos de alimentación desplegados por *D. delphis*.

a) Grupos de búsqueda (formación lineal); b) Saltos altos; c) Saltos con desplazamiento a gran velocidad; d) Aves asociadas con los grupos de delfines durante el forrajeo.

8.6.2 Descripción del Comportamiento de Socialización

En el cuadro 11 se muestran todos los comportamientos de socialización observados al menos en una ocasión durante el período de muestreo para las dos especies que se observaron socializando (*Tursiops truncatus* y *Stenella longirostris*).

Cuadro 11. Etograma de comportamientos de socialización para *T. truncatus* y *S. longirostris*

	Comportamientos de socialización	Patrones comportamentales individuales	T.t.	S. l.
Sociales	Juego	Surfeo	X	X
	Exploración	Espionaje	X	X
		Acercamiento a embarcación p/explorar	X	-
	Comportamiento aéreo	Salto vertical	X	X
		Salto hacia adelante	-	X
		Salto hacia atrás	X	X
		Salto de costado	-	X
		Salto tornillo	-	X
	Cortejo y cópula	Cortejo y/o cópula	-	X
	Cuidado parental	Cuidado parental	X	X
		Cuidado aloparental	X	X
	Afilación	Contacto físico	X	X
		Movimientos en sincronía	X	X
	Agresión	Golpeo rítmico de aleta caudal	-	X
		Persecución	X	X
		Violencia física: mordidas, golpes	X	X
Otros	Nado lateral	X	X	
	Nado hacia atrás	-	-	
	Muestra de aleta pectoral	-	-	

	Muestra de aleta caudal	X	X
	Esquivos		
	Vocalizaciones	X	X
Interacción interespecífica	Con aves marinas		X
	Otros cetáceos	X	X
Interacción con embarcación	Nado en proa	X	X
	Nado en popa	X	X

8.6.2.1 Delfín nariz de botella

➤ Comportamientos aéreos:

El delfín nariz de botella suele realizar menos comportamientos aéreos, en relación a las otras dos especies en estudio. En una ocasión se observó un individuo dando un salto de más de 3 metros de altura y realizando una especie de giro antes de caer. También realizaron otros comportamientos en superficie, como golpes de cola.

➤ Afiliación:

Fue frecuente observar contacto físico entre individuos, por ejemplo, donde dos individuos topaban sus cuerpos por los costados y volvían a separarse, o nadaban uno junto a otro topando sus aletas pectorales. En muchas ocasiones se observó nadando en sincronía a varios individuos, es decir nadaban paralelamente a una corta distancia uno del otro.

➤ Agresiones:

Los delfines nariz de botella se caracterizan por ejecutar comportamientos agresivos entre ellos, y esto es evidente al observar las múltiples cicatrices que suelen tener en la piel, sobre la cabeza, en los costados y aletas. Fueron observados durante el estudio varios casos de persecución, en donde un individuo, que generalmente era un adulto, aumentaba su velocidad e intentaba morder o golpear a otro por detrás, por tanto este último se alejaba del lugar a gran velocidad. En una oportunidad se observó que un

individuo golpeó con el hocico o dio una mordida en un costado de otro individuo a la altura de la aleta pectoral.

➤ Cuidado parental y/o aloparental:

En el cuidado parental, la cría nada al lado o levemente detrás de la madre, o de otra hembra (cuidado aloparental) (Castello y Junín 2002). Durante el comportamiento de alimentación no fue posible determinar si existían, o no, crías en los grupos avistados. Sin embargo, durante los avistamientos de los grupos en socialización, se identificó que un 23% de los grupos presentaban crías (en 5 ocasiones se observaron juveniles, en 3 ocasiones se observaron crías aun dependientes de un adulto y en una ocasión se observó un recién nacido al lado de su madre "30/ago/09"). Un 46% de los grupos observados socializando no incluían ninguna cría, y en 31% de los casos no fue posible determinarlo (Figura 33).

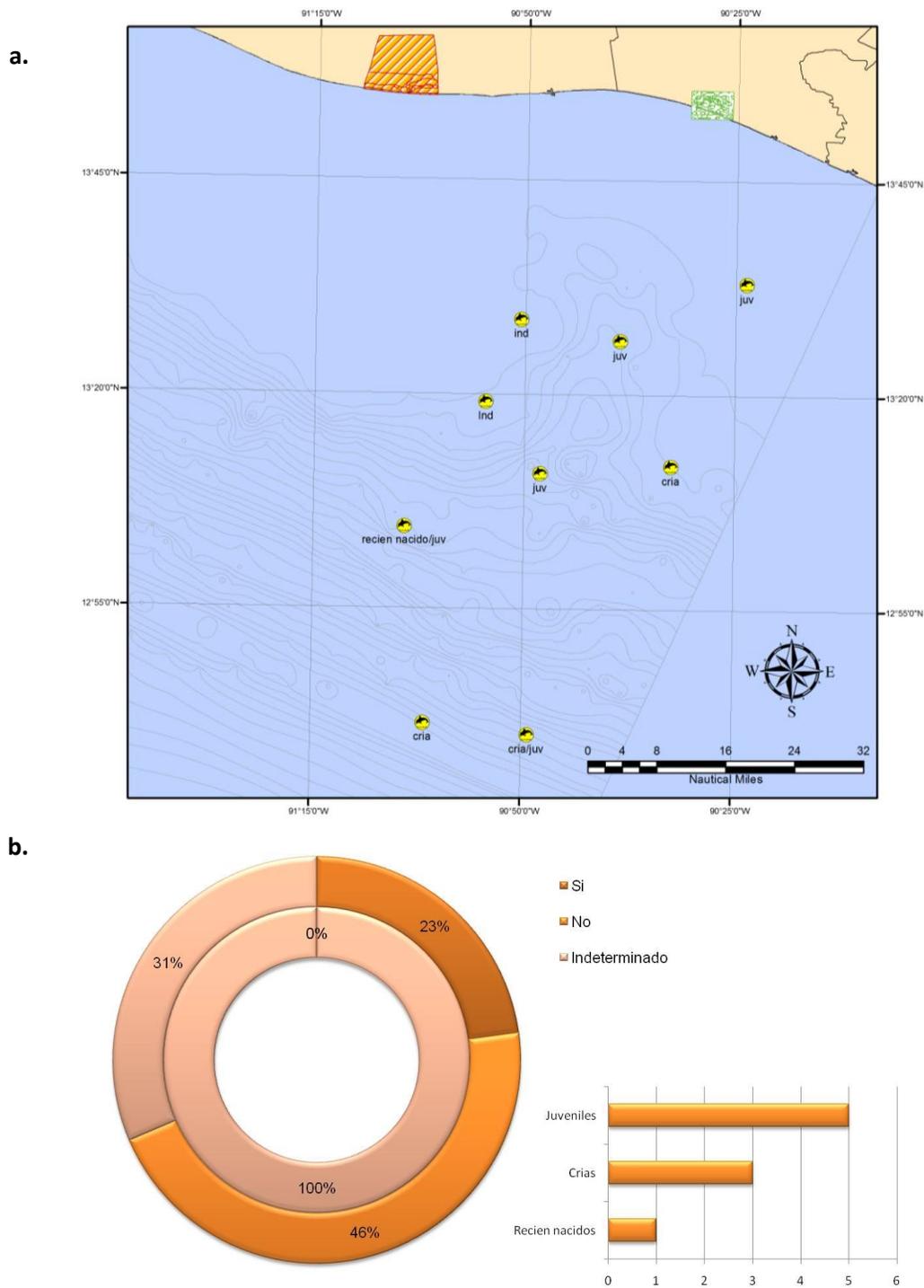


Figura 33. Composición del grupo (presencia de crías) para *T. truncatus*.

a) Mapa de distribución de grupos con crías. b) Grafico de presencia de crías (el anillo exterior muestra el porcentaje de presencia de crías durante la socialización; el anillo interior muestra el porcentaje de presencia de crías durante la alimentación).

➤ Interacción interespecífica:

Se observó interacción entre el delfín nariz de botella y grupos de delfines manchados (*Stenella attenuata*) en las fechas del 27 de mayo y 30 de julio. Se observaron actividades como saltos, nado en proa, pero también agresiones. En agosto fue observado en grupo de delfines cercano a una ballena de Bryde (*Balaenoptera edeni*), aproximadamente a unos 8-10 metros de distancia.

➤ Interacción con embarcaciones:

La mayoría de veces (60%) en que fueron avistados, algunos individuos o todos los individuos del grupo, se acercaron a la embarcación a nadar en la proa o en la popa. Los individuos se adecuaban a la velocidad de desplazamiento de la embarcación y nadaban en zigzag frente a ella, a veces realizaban saltos altos o bajos con desplazamiento manteniendo la misma velocidad frente a la embarcación. Solían realizar nado lateral (los delfines realizan un giro de 90° y miran hacia la embarcación), así como también efectuaban vocalizaciones audibles al hombre (una especie de silbidos). Estas interacciones duraban entre 5 y 10 minutos.

Generalmente se acercaban en parejas o en grupos de entre 3 a 15 individuos. Fueron observados con más frecuencia, grupos formados por adultos y juveniles, sin embargo, aunque con menos frecuencia (10% de los avistamientos) también se avistaron crías nadando junto a un adulto.

En un par de ocasiones se observó una interacción activa de los delfines hacia la embarcación, los individuos nadaron en proa mientras la embarcación se mantenía en movimiento, sin embargo al detener la embarcación, el grupo de delfines se mantuvo en descanso en las inmediaciones, y nuevamente se acercaron a nadar en proa al poner en marcha la embarcación.

En ocasiones se observó que, aprovechando las estelas producidas por la embarcación, algunos individuos las aprovechaban para jugar o “surfear”. En la mayoría de los casos el

comportamiento fue más prolongado a bordo de las embarcaciones pequeñas “Foca” (tiburonera utilizada para acercarse a los grupos) y “Relax”, probablemente esto se debió al alto ruido provocado por las embarcaciones “Kukulcan”, “Azumanche” y “Gucumatz.”



Figura 34. Comportamientos de socialización realizados por *T. truncatus*. a) Salto alto; b) nado sincronizado; c) Cuidado parental; d) Nado en proa y nado lateral.

8.6.2.2 Delfín tornillo (*S. longirostris*)

Suelen realizar los comportamientos de socialización posteriormente a haberse alimentado.

➤ Comportamientos aéreos:

Tratándose de la especie más acrobática de las 3 en estudio, pudieron observarse variedad de saltos, entre ellos saltos verticales, saltos de costado y saltos tornillo (este

último muy común en esta especie, y deben a él su nombre, se trata de un salto en el que giran hasta 7 veces sobre su propio eje antes de caer).

➤ Afiliación:

Se observó contacto constante con las aletas y las mandíbulas entre individuos, así como nado paralelo y sincronizado.

➤ Agresiones:

Las agresiones consistieron en el golpeteo rítmico de la aleta caudal, en donde el animal expone la aleta y parte del pedúnculo caudal fuera del agua, haciéndola chocar contra el agua, produciendo un intenso sonido. También se observaron momentos de persecución y golpes con el hocico.

➤ Cortejo y cópula:

Este comportamiento fue observado en una sola ocasión (14 febrero 2010), ya que lo realizan bajo la superficie. Dos individuos tuvieron un contacto ventral rápido, de menos de 10 segundos, mientras nadaban.

➤ Cuidado parental y/o alopaparental:

En el 100% de los grupos avistados durante la alimentación se observaron crías, tratándose de los mismos grupos que comprenden un 75% de actividades de socialización (en la mayoría de los casos se avistaron tanto juveniles como crías dependientes de un adulto, y en una sola ocasión se observó un recién nacido), esto no significa que no estuviesen presentes, sino únicamente que no se observaron; en el 25% de grupos restantes que se observaron socializando no fue posible determinar la presencia de crías (Fig. 35).

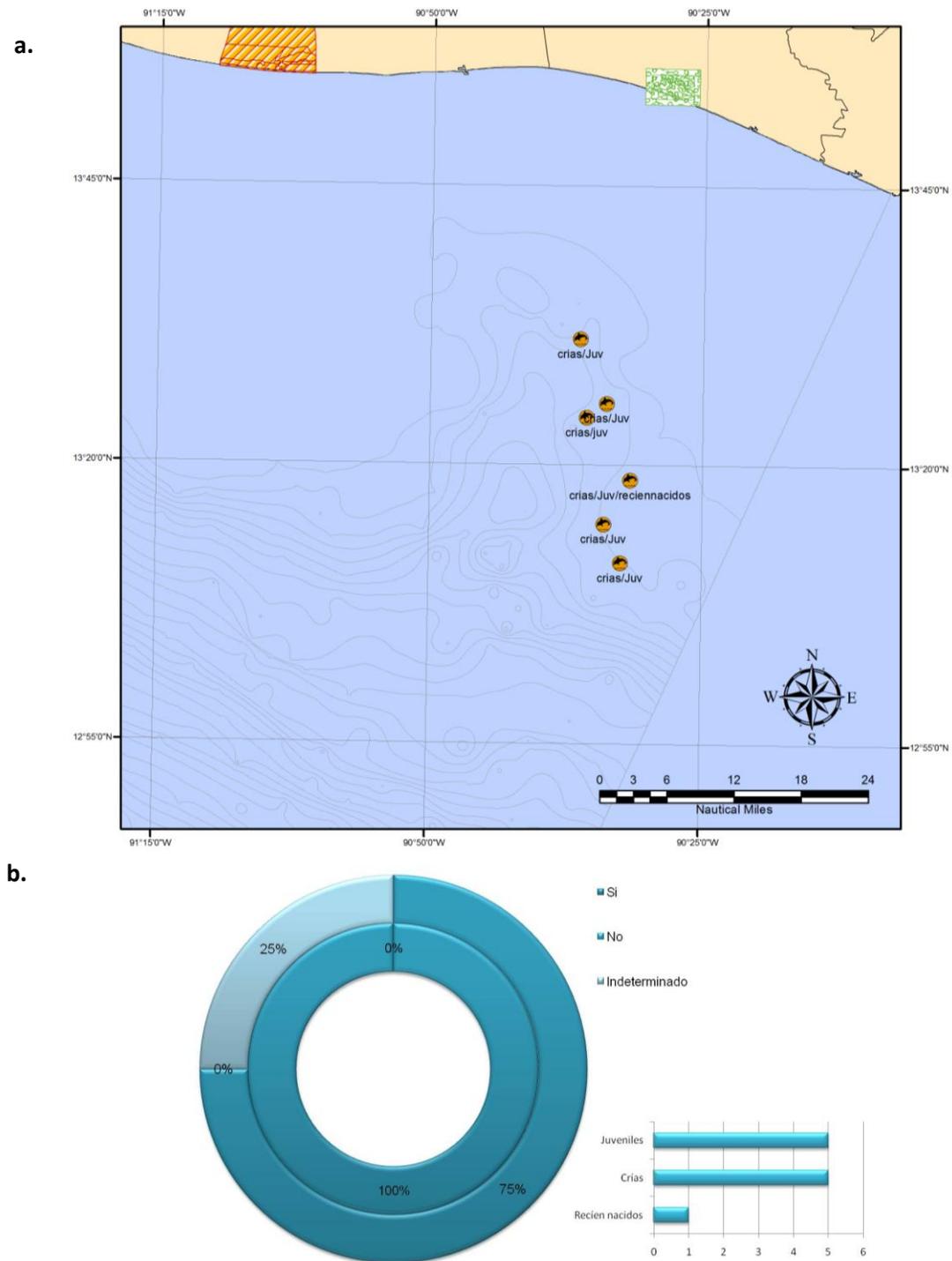


Figura 35. Composición del grupo (presencia de crías) para *S. longirostris*.

a) Mapa de distribución de grupos con crías. b) Grafico de presencia de crías (el anillo exterior muestra el porcentaje de presencia de crías durante la socialización; el anillo interior muestra el porcentaje de presencia de crías durante la alimentación)

➤ Interacción con embarcaciones:

Se ha observado el comportamiento de nado en proa y en popa, así como a los lados de la embarcación. A diferencia de *T. truncatus*, la cantidad de individuos que realizaron esta actividad, fueron de hasta más de 20 individuos. Bajo la superficie se observó el nado lateral y saltos bajos con desplazamiento. También se detectaron las vocalizaciones audibles al ser humano.

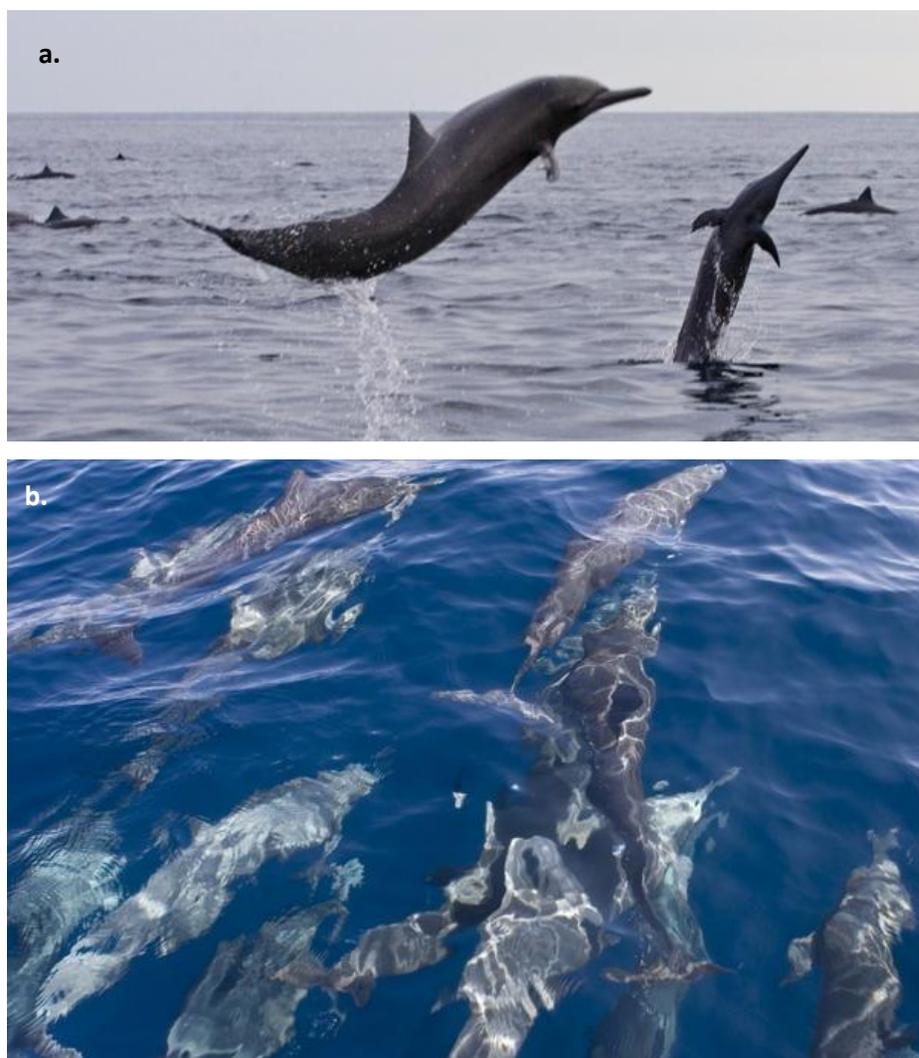


Figura 36. Comportamientos de socialización de *S. longirostris*. a) saltos y comportamientos en superficie; b) nado en proa y contacto físico.

9. DISCUSIÓN

En la medida de lo posible, se buscó muestrear siempre con las mejores condiciones climáticas y con el estado del mar optimo, 0-3 en la escala de Beaufort. Esto debido a que las condiciones climáticas afectan notablemente a las condiciones de observación y resultan determinantes en la detección de los cetáceos (Martínez-Cedeira et al., 2003).

➤ *Comportamiento de alimentación:*

A diferencia de muchos estudios realizados en bahías, golfos y otras áreas relativamente costeras (Cubero-Pardo, 2007; Jefferson et al., 1994), en el Pacífico de Guatemala los grupos de delfines se distribuyen en aguas abiertas. Por tanto, sus comportamientos presentan variación, incluso en aquellos de hábitos más costeros como el caso del delfín nariz de botella. Por ejemplo, a esta especie cuando realiza actividades de alimentación, se le asocia a ambientes cercanos a las desembocaduras de ríos por ser áreas productivas. Sin embargo en este estudio, de los 4 avistamientos en que se registró a *T. truncatus* alimentándose, el 100% se desarrollaron en el área del cañón de San José, un área con una pendiente relativamente baja y una profundidad de entre 200 y 600 metros. Siendo esta región claramente definible como área de forrajeo o alimentación para esta especie. A diferencia de lo descrito por Cubero-Pardo (2007) en donde los delfines nariz de botella forman grupos menores a 15 individuos durante la alimentación, el tamaño de grupo preferido por esta especie en el Pacífico guatemalteco para realizar sus actividades de alimentación fue de 100 a 300 individuos, la diferencia puede deberse a que en áreas abiertas es necesaria la cooperación para hallar las presas con mayor facilidad (Bearzi, 2005), distinto a lo que ocurre en las bahías, donde el menor número de individuos refleja la tendencia a aprovechar estrategias de forrajeo individualizadas.

En cuanto al delfín tornillo, se trata de una especie con hábitos más oceánicos que costeros, sin embargo el comportamiento de alimentación de esta especie estuvo asociado, al igual que en *T. truncatus*, al área del cañón de San José, el cual se encuentra a

una distancia aproximada de 30 Km de la costa. Fue registrado entre 0.5 y 3 grados de pendiente y en áreas de 200 a 800 metros de profundidad. Es evidente la cooperación durante la alimentación, al observar que dicha actividad es realizada en grupos de varios cientos de individuos, siendo un mínimo de 200 individuos y un máximo de 1000. Este grupo de gran tamaño está compuesto sin embargo por varios subgrupos con relaciones aún más estrechas que se acercan entre sí únicamente para alimentarse y aumentar la efectividad de detección y captura de presas. En concordancia con otros estudios (Benoit-Bird & Whitlow, 2003), *S. longirostris* suele alimentarse en áreas profundas que propician la migración vertical de sus presas. Así mismo, estudios en Hawaii han determinado que la distancia y profundidad determinan la abundancia y densidad de las presas del delfín tornillo. Por tanto, el cañón de San José debe representar un área bastante productiva en la zona, para poder dar sustento a poblaciones tan grandes de cetáceos, es evidentemente un área de alimentación para esta especie.

El delfín común por otro lado, fue avistado alimentándose en áreas mucho más alejadas de la costa, a mayores profundidades y pendientes, en relación a las otras dos especies en estudio. Realizaron esta actividad en grupos relativamente grandes, con un mínimo de 40 individuos y un máximo de 300. *D. delphis* suele mantenerse en áreas sobre la plataforma oceánica, donde gracias a la profundidad y otras variaciones oceánicas hace más viable la presencia de presas. También se asocia a áreas más productivas como lo son las áreas limítrofes al domo de Costa Rica, sin embargo se acercaron a una zona frente al cañón de San José, al inicio de la época seca (noviembre – febrero), es posible que al disminuir la productividad en la zona oceánica hayan buscado reservorios de alimento.

Las actividades de alimentación por tanto, se encuentran restringidas a áreas con variación en la pendiente (aunque poco pronunciada) y con variación en la profundidad, ya que ningún registro ocurrió sobre la plataforma continental, sino en el área del cañón de San José y la fosa Mesoamericana, lo que podría estar indicando que son áreas con significancia ecológica. Según los valores obtenidos de la correlación de Sperman, *D.*

delphis se correlaciona positivamente con la profundidad ($p < 0.05$), aunque esta es débil ($R_s = 0.28546$), la correlación con las variables pendiente y tamaño de grupo son positivas ($R_s = 0.22202$ y $R_s = 0.19048$ respectivamente), mas no significativas. *T. truncatus* se correlaciona negativamente con la profundidad ($R_s = -0.0411$) y positivamente con la pendiente ($R_s = 0.09114$) y tamaño de grupo ($R_s = 0.075126$), sin embargo ninguna es significativa. *S. longirostris* se correlaciona negativamente con las variables de profundidad ($R_s = -0.08563$) y pendiente ($R_s = -0.07245$) y positivamente con el tamaño de grupo ($R_s = 0.46479$), sin embargo solo este último es significativo ($p < 0.05$).

El hecho de que gran parte de los avistamientos, tanto de *S. longirostris* como de *T. truncatus* se hayan dado en el cañón, indica que este puede ser un área altamente productiva, puede ser que las condiciones fisiográficas de profundidad y pendiente propicien eventos de afloramiento en la zona (Mirshak & Allen, 2004; Rennie, 2005), o simplemente la variación en la profundidad de un área parcialmente cerrada provoque la migración vertical de zooplancton y otros peces y calamares mesopelágicos, que quedan a disposición de las especies tope de la cadena trófica (Vetter, Smith & De Leo, 2010), en este caso los delfines. Sin embargo, para determinarlo, será necesario realizar investigaciones posteriores que tomen en cuenta otras variables.

Es sabido que los cambios abruptos en la batimetría pueden causar desviación en las corrientes, provocando que el agua atraviese la isobata y forzándola a ascender (fenómeno de afloramiento “upwelling”) o descender (“downwelling”), si ocurre el primero, la zona fótica es enriquecida con nutrientes y por ende más productiva (Rennie, 2005). Este fenómeno es mucho más común en áreas costeras (Silva et al., 2008), sin embargo, ningún avistamiento de ninguna especie en comportamientos de alimentación fue registrado en dichas áreas, lo que puede deberse a una mayor alteración en el hábitat (por contaminación, presencia de redes o tráfico de embarcaciones). Siendo así, el área del cañón de San José es de suma importancia como reservorio de alimento para los cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala.

Es decir que de alguna forma, la profundidad y la pendiente propician las condiciones para que exista una mayor disponibilidad de presas, necesario para soportar los requerimientos de alimentación de los delfines. Para sustentar esto, existe la evidencia de que la región del cañón de San José es una de las áreas con mayor presión pesquera en el Pacífico de Guatemala (Anexo 2), siendo además un riesgo para la permanencia de los delfines en la zona, por el agotamiento de los recursos.

➤ **Comportamiento de Socialización:**

Los comportamientos de socialización a tomar en cuenta, por su importancia en la postergación de las especies en el área, son las de cortejo y cópula y las de cuidado parental o aloparental. Se afirma que muchos de los comportamientos observados en la socialización están estrechamente relacionados con actividades y funciones sexuales (Alvarez, Berovidez & Collazo, 2009).

La importancia de contar con los recursos para una buena alimentación beneficia no sólo a los adultos, sino también a hembras preñadas y lactantes. El hecho de haber encontrado crías en un 23% de los avistamientos de *T. truncatus* y en un 75% de los avistamientos de *S. longirostris*, da la pauta para creer que el área es de suma importancia para dichas especies y suele ser zona de crianza.

En una ocasión fue avistada una cría recién nacida de *T. truncatus*, dicha observación estuvo asociada a áreas profundas cercana a la apertura del cañón, lo que permite inferir que dicha zona es una zona de crianza y posiblemente también de reproducción. Las observaciones en el Este del Pacífico guatemalteco son contrarias a lo reportado en otros estudios, donde se indica que las madres con crías tienden a frecuentar áreas someras (para evitar predadores), con temperaturas relativamente altas y gran disponibilidad de presas (Alvarez, Berovidez & Collazo, 2009). Este último factor -la disponibilidad de presas-, es el único coincidente con el caso observado en el área de estudio, posiblemente

la protección contra depredadores está dada por la composición del grupo, ya que se trataba de un grupo grande con muchos individuos adultos y juveniles.

En el caso del delfín tornillo, el despliegue de comportamientos sociales, suelen iniciar poco después de alimentarse, sin cambiar significativamente de posición (Cubero-Pardo, 1999), fueron observados realizando este comportamiento en áreas entre 200 y 800 metros y pendientes de entre 0 y 3 grados, con tamaños de grupo de varios cientos de individuos. La profundidad, puede ser una variable determinante, debido a las grandes asociaciones de individuos y a la característica acrobacia de la especie, brindándoles el espacio tridimensional necesario para realizar sus exhibiciones (Cubero-Pardo, 2007). Dichas exhibiciones suelen ser necesarias durante el cortejo, para posteriormente aparearse. Para *S. longirostris*, si fue posible observar la actividad de cortejo y cópula en el área del cañón, lo que acrecienta la importancia de este en la etología de la especie.

Las actividades de socialización sirven además como medio de comunicación entre individuos (comunicación visual o táctil), afianzar vínculos entre los miembros de un grupo, establecer jerarquías (Duncan, 2004), los juegos facilitan el aprendizaje para la vida adulta (simulacros de caza o huida que se dan entre las crías y a veces con la propia madre) y permiten el fortalecimiento muscular. Todas estas son actividades importantes para el correcto funcionamiento de un grupo.

Según los valores obtenidos de la correlación de Spearman, *T. truncatus* muestra correlación negativa para profundidad ($R_s = -0.06484$) y pendiente ($R_s = -0.1163$) aunque estas no son significativas. *S. longirostris* por el contrario, muestra una correlación positiva para estas variables ($R_s = 0.017445$ y $R_s = 0.01163$ respectivamente), sin embargo tampoco tienen un valor significativo. En un caso más estricto estadísticamente, el tamaño de grupo es la variable que determina el comportamiento de socialización, presentando una correlación negativa para *T. truncatus* ($R_s = -0.70797$) y positiva para *S. longirostris* ($R_s = 0.40888$), con un nivel de significancia ($p < 0.05$) para ambas especies.

➤ ***Importancia del cañón de San José***

En muchos estudios realizados a nivel mundial se ha registrado la importancia de los cañones submarinos como áreas de alta productividad, en muchas ocasiones esto se debe al fenómeno de afloramiento que ocurre gracias a la geomorfología de fondo. Esta alta productividad, a la vez atrae a mayores depredadores que se concentran en el área para alimentarse. Esta es una posible explicación para la mayoría de registros de *S. longirostris* y *T. truncatus* observados en el área del cañón de San José realizando comportamientos de alimentación. Es posible que su importancia radique en la temporalidad, fungiendo como un reservorio de alimento cuando la productividad oceánica decrece (época lluviosa) en áreas circundantes. La zona también provee de espacio tridimensional para los múltiples comportamientos de socialización desplegados por grandes grupos de delfines (Cubero-Pardo, 2007).

Sin embargo las mismas características geomorfológicas y estructurales que en muchas ocasiones promueven la alta productividad, son también ideales para la acumulación de gas e hidratos de metano, compuestos de interés económico en la industria petrolera. Actualmente, 3 polígonos en el Pacífico de Guatemala se encuentran pendientes de licitación para la extracción de dichos compuestos (Anexo 1). Las actividades de exploración y extracción, a base de constantes explosiones, son sumamente peligrosas para los cetáceos en general por su sensibilidad auditiva. Dicha actividad consistirá en una perturbación acústica (el sonido es esencial para la supervivencia de los cetáceos ya que lo usan para navegar, encontrar y capturar sus presas, relaciones sociales y para localizar predadores), y además pueden quedar vulnerables a la contaminación química (Reeves et al., 2003).

10. CONCLUSIONES

- 10.1 La probabilidad de observar comportamientos de alimentación a mayor profundidad (más de 800 metros) para las especies *T. truncatus* y *S. longirostris* es baja.
- 10.2 El comportamiento de alimentación desplegado por *D. delphis* es más frecuente a medida que aumenta la profundidad y pendiente.
- 10.3 Los comportamientos de socialización presentaron correlación negativa para *T. truncatus* y positiva para *S. longirostris*, para ambas variables (profundidad y pendiente).
- 10.4 Las tres especies en estudio mostraron preferencia por formar grandes agrupaciones durante la alimentación.
- 10.5 *T. truncatus* suele socializar en grupos pequeños, sin embargo ocurre lo contrario con *S. longirostris*, indicando la preferencia de esta especie por socializar en grupos de mayor tamaño.
- 10.6 Las características oceanográficas (profundidad y pendiente) del cañón de San José parecen ser óptimas para la mezcla de nutrientes, lo que a su vez proporciona un área productiva que permite a los delfines alimentarse, coexistiendo varias especies en la misma zona.

11.RECOMENDACIONES

- 11.1 Continuar con un monitoreo en el área Este del Pacífico, con especial interés en el cañón de San José, a través de varios años, que permitan detectar si existen variaciones en la selectividad del hábitat en respuesta a pequeños cambios ambientales o si esta se mantiene como se observó en este estudio.
- 11.2 Desarrollar investigaciones que integren variables ambientales (temperatura superficial, salinidad, corrientes, fenómenos de El Niño y La Niña), así como bióticas (productividad según la concentración de clorofila, disponibilidad de presas) para evaluar si estas influyen de alguna manera en los comportamientos desplegados por los delfines.
- 11.3 Desarrollar estudios que permitan evaluar el impacto que las actividades humanas (sobrepesca, tráfico marítimo, turismo de avistamiento y alteraciones sonoras) están teniendo sobre la distribución y/o alteración en el comportamiento de los delfines en el área Este del Pacífico.
- 11.4 Realizar estudios que determinen la productividad del área del cañón de San José, definiendo además la ocurrencia, abundancia y diversidad de especies clave para la alimentación de las especies de cetáceos.
- 11.5 Realizar estudios de foto-identificación para determinar la fidelidad de sitio, así como los posibles patrones de movimiento que puedan realizar las especies en el área. De esta forma se podrá evaluar la preferencia de hábitat (sitios de alimentación y reproducción) según los requerimientos de cada especie.

- 11.6 Utilizar otros protocolos y métodos de muestreo -diferentes al *ad libitum*- en posteriores investigaciones, que permitan evaluar tasas, proporciones y frecuencias de un comportamiento específico, para que este tenga un mayor valor estadístico.
- 11.7 Tomar en cuenta los resultados proporcionados por este estudio para la correcta evaluación y declaración de áreas marinas protegidas, fungiendo como áreas de importancia alimenticia y posiblemente de reproducción y crianza.
- 11.8 Se observaron crías tanto durante la época seca como la época lluviosa, sin embargo, dado que esta investigación no se centró en determinar los picos reproductivos de los delfines, es necesario recabar dicha información en otros estudios para así tener la información necesaria para declarar períodos de protección.

12.REFERENCIAS

- Acevedo, A., Parker, N. (2000) Surface behavior of bottlenose dolphins is related to spatial arrangement of prey. *Marine Mammal Science* 16(2):287-298.
- Agnarson, I., May-Collado, L. (2008) The phylogeny of Cetartiodactyla: The importance of dense taxon sampling, missing data, and the remarkable promise of cytochrome b to provide reliable species-level phylogenies. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 48,964-985.
- Alvarez, A., Berovides, V., Collazo, J. (2009) Abundancia y distribución de la tonina (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) en el área marina protegida “Las Picuyas Cayo Cristo” Villa Clara, Cuba. *Rev. Invest. Mar.* 30(2),117-122.
- Arnason, U., Gullberg, A., Janke, A. (2004) Mitogenomic analyses provide new insights into cetacean origin and evolution. *GENE*. 333, 27-34.
- Azzellino, A., Gaspari, S., Airoidi, S., Nani, B. (2008) Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep-Sea Research*, 55,296–323.
- Ballance, L., Anderson, R., Pitman, R., Stafford, K., Shaan, A., Waheed, Z., Brownell, R. (2001) Cetacean sightings around the Republic of the Maldives, April 1998. *J. Cetacean Res. Manage* 3:213-218.
- Bearzi, G., Notarbartolo di Sciara, G., Politi, E. (1997). Social ecology of bottlenose dolphins in the Kvarneric (Northern Adriatic Sea). *Marine Mammal Science*. 13(4):650-668.
- Bearzi, M. (2005). Aspects of the ecology and behavior of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Santa Monica Bay, California. *Cetacean Res. Manage*. 7:75-83.
- Bel’kovich, V., Ivanova, E., Yefremenkova, O., Kozarovitsdy, L., Kharitonov, S. (1998) Searching and Hunting behavior in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Black Sea. En Pryor, K., Norris, K. *Dolphin Societies Discoveries and Puzzles*. University of California Press. Estados Unidos. (p: 38-67).
- Benoit-Bird, K., Whitlow, W. (2003) Prey dynamics affect foraging by a pelagic predator (*Stenella longirostris*) over a range of spatial and temporal scales. *Behavior Ecology Sociobiology* 53, 364-373.

- Benson, S., Croll, D., Marinovic, B., Chávez, F.; Harvey, J. (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.
- Brito, C., Vieira, N.; Sá, E., Carvalho, I. (2009) Cetacean's occurrence off the west central Portugal coast: a compilation of data from whaling, observations of opportunity and boat-based surveys. *Journal of Marine Animals and Their Ecology*, 2(1) 1-4
- Burgess, E. (2006) Foraging ecology of common dolphins (*Delphinus* sp.) in the Hauraki Gulf, New Zealand. Tesis de maestría. Massey University. Nueva Zelanda. 143pp.
- Cabrera, A., Ortiz, J. (2008) Efecto de variables oceánicas sobre grupos de delfines en el Pacífico de Guatemala. *Mesoamericana*, 12(3), 64.
- Cabrera, A. (2009) Presencia espacial de Cetáceos en el Pacífico Este de Guatemala. (Programa de Ejercicio Profesional Supervisado). Escuela de biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 30 pp.
- Cabrera, A. (2011) Distribución y selección de hábitat de cetáceos en el Pacífico este de Guatemala. (Tesis de licenciatura). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 88pp.
- Castello, H., Junín, M. (2008) Un etograma parcial y estudio de los hábitos alimentarios del delfín, *Tursiops truncatus* (Cetacea, delphiniidae) en el estuario de la laguna de Los Patos, RS, Brasil. *Las Ciencias - Revista de la Universidad Maimónides*, 1,37-53.
- Carballo, M., Aguayo, S., Esperón, F., Fernández, A., De la Torre, A., De la Peña, E., Muñoz, M. (2004) Exposición de cetáceos a contaminantes ambientales con actividad hormonal en el Atlántico. *Ecosistemas* 13 (3):39-44.
- Carwardine, M. (2002) Whales, Dolphins and Porpoises. Smithsonian Handbooks. Dorling Kindersley. 256 pp. Estados Unidos.
- Carwardine, M., Hoyt, E., Iñíguez, M., Tossenberger, V. (2006) Manual de introducción a la actividad turística de observación de cetáceos. Fundación Cethus y WDCCS (Whale and Dolphin Conservation Society). 30 pp. Argentina.
- CONABIO-CONANP-TNC-PRONATURA (2007) Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad marina de México: océanos, costas e islas. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión

- Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy-Programa México, Pronatura, A.C. México.
- Connor, R., Wells, R., Mann, J., Read, A. (2000) The Bottlenose Dolphin - Social relationships in a fission-fusion society. En Mann, J., Connor, P., Tyack, P., Whitehead, H. Cetacean Societies (Field Studies of Dolphin and Whales). The University of Chicago Press 91-126pp. Estados Unidos.
- Cubero-Pardo, P. (1999) Patrones de comportamiento diurnos y estacionales de *Tursiops truncatus* y *Stenella attenuata* (Mammalia: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Biología Tropical*. 46: 103-110.
- Cubero-Pardo, P. (2007) Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Biología Tropical*. 55(2):549-557.
- Dávila, C. (2008) Propuesta metodológica para la documentación de megafauna pelágica (tortugas marinas, delfines, ballenas, peces pico y rayas) en el Pacífico de Guatemala. (Programa de Ejercicio Profesional Supervisado). Escuela de biología. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 109pp.
- Duncan, R. (2004) Non-vocal communication in the atlantic spotted dolphin (*Stenella frontalis*) and the indo-pacific bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). (Tesis de licenciatura). Universidad del Sur de Mississippi. Estados Unidos.
- Ferrero, R., Hobbs, R., VanBlaricom, G. (2002) Indications of habitat use patterns among small cetaceans in the central North Pacific based on fisheries observer data. *Cetacean Res. Manage*. 4:311-321.
- Gerrodette, T., Palacios D. (1996) Estimates of Cetacean Abundance in Exclusive Economic Zone (EEZ) Waters of the Eastern Tropical Pacific. Southwest Fisheries Science Center. Reporte Administrativo LJ-96-10. 28 pp.
- Gerrodette, T., Watters, G., Forcada, J. (2005) Preliminary Estimates Of 2003 Dolphin Abundance In The Eastern Tropical Pacific. South West Fisheries Science Center. Reporte Administrativo LJ-05-05. 26 pp.

- Godoy, P., Aguilera, C. (2006) Determinación del Uso del Pacífico Guatemalteco por Ballena Jorobada (*Megaptera novaeangliae*) como área de reproducción en temporada de invierno. Simposio: Biología y Conservación de Cetáceos de Centro América. Libro de resúmenes del X Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. 10(3) 111
- Hastie, G., Wilson, B., Wilson, L., Parsons, K., Thompson, P. (2004) Functional mechanisms underlying cetacean distribution patterns: hotspots for bottlenose dolphins are linked to foraging. *Marine Biology*, 144,397-403.
- Heitaus, M., Dill, L. (2008) Feeding Strategies and Tactics. En Perrin, W., Würsig, B., Thewissen, J. Encyclopedia of Marine Mammals. Elsevier. 414-423. Estados Unidos.
- Hoffman, J., Fonseca, A., Drews, C. (eds). 2009. Cetaceans and other marine biodiversity of the Eastern Tropical Pacific: Options for adapting to climate change. MINAET/WWF/EcoAdapt/CI/IFAW/TNC/WDCS/IAI/PROMAR. 55pp. Costa Rica.
- Hooker, S., Whitehead, H., Gowans, S. (1999) Marine protected area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon. *Conservation Biology*, 13(3), 592-602.
- PRONACOM (2008) Petróleo y Gas, Guatemala una oportunidad petrolera subexplotada recuperado de http://www.investinguatemala.org/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=48.
- Ixquiac, M. (2006) Presencia de ballenas jorobadas *Megaptera novaeangliae* (Borowki, 1781) en aguas de Océano Pacífico de Guatemala. Informe de campo. UNIPESCA Febrero-2006. 5 pp. Guatemala.
- Jefferson, T., Leatherwood, S., Webber, M. (1994) *FAO Species Identification Guide. Marine Mammals of the World.*, Roma: FAO/UNEP.
- 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.

- Ladd, J.; Ibrahim, A., McMillen, K.; Latham, G., Von Huene, R., Watkins, J., Moore, J. (1978) Tectonics of the Middle America Tranch Offshore Guatemala. Centro de Estudios Mesoamericanos sobre Tecnología Apropriada (CEMAT). 282-299
- Mann, J. (1999) Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science*, 15(1), 102-122.
- May-Collado, L. (2009) Marine Mammals. En Wehrtmann, I.S., Cortés, J. (eds). Marine Biodiversity of Costa Rica, Central America. Springer business Media B.V. 479
- May-Collado, L., Morales, A. (2005) Presencia y patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop*, 53(1-2), 265-267.
- Mirshak, R., Allen, E. (2005) Spin-up and the effects of a submarine canyon: Applications to upwelling in Astoria Canyon. *Journal of geophysical research*, 110, 1-14.
- Montgelard, C., Douzery, E., Michaux, J. (2007) Classification and Molecular Phylogeny. En Jamieson, B. Reproductive biology and phylogeny of Cetacea (whales, dolphins and porpoises). *Science Publishers*, 7, 95-125.
- Morteo, E., Heckel, R., Defren, R., 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.
- Mussi, B., Miragliuolo, A., De Pippo, T., Gambi, M., Chiota, D. (2001) The submarine canyon of Cuma (Southern Tyrrhenian Sea, Italy), a cetacean key area to protect. 4pp.
- Notarbartolo di Sciara, G., Agardy, T., Hyrenbach, D., Scovazzi, T., Van Klaveren, P. (2008) The Pelagos Sanctuary for Mediterranean marine mammals. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 18, 367-391.
- Ortiz, J. (2009) Efecto de las variables oceánicas sobre el comportamiento de delfines (*Tursiops truncatus*, *Stenella attenuata* y *S. longirostris*). (Ejercicio Profesional Supervisado – EPS-). Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Perrin, W. (1990) Subspecies of *Stenella longirostris* (Mammalia: Cetacea: Delphinidae). *Proceedings of the Biological Society of Washington*. 103, 453-463.

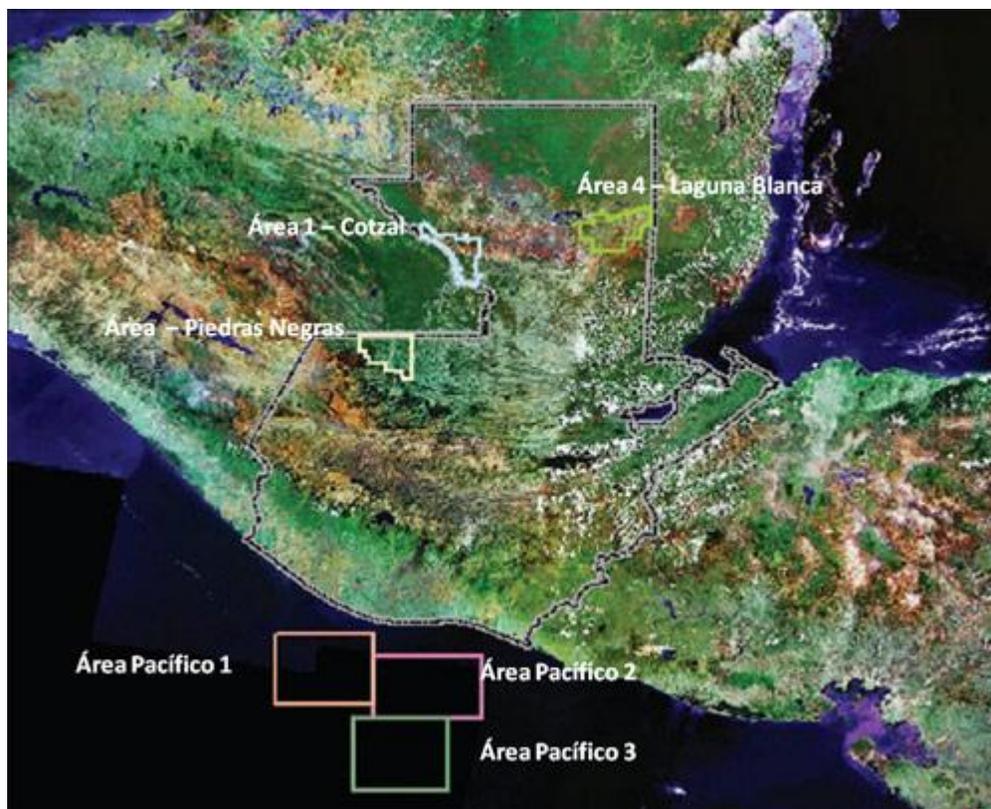
- Prideaux, M. (2003) Conservación de Cetáceos: La Convención de Especies Migratorias y sus Acuerdos Relevantes para la Conservación de Cetáceos, WDCCS, Munich, Alemania. 24 pp.
- PROBIOMA (2009) *Análisis de Vacíos y Omisiones para el Pacífico de Guatemala: Planificación para la Conservación Marina*. Documento Técnico. 3:76.
- 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. Guatemala. 66 pp.
- Reid, F. (1997) A field Guide to the Mammals of Central America and southeast México. Oxford University Press. EEUU. 334pp.
- Rennie, S. (2005) Oceanographic processes in the Perth Canyon and their impact on productivity. (Tesis de doctorado) Curtin University of Technology.
- Reeves, R., Smith, B., Crespo, E., Notarbartolo, G. (2003) *Dolphins, Whales and Porpoises: 2002–2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans*. Inglaterra: IUCN/SSC Cetacean Specialist Group.
- Rice, D. (2008) Classification (Overall). En Perrin, W., Würsig, B., Thwissen, J. (Eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals*. (pp:234-238) Estados Unidos: Academic Press.
- 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. Guatemala.
- 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. 1-69. CONCYT/ SENACYT/ FONACYT / USAC / CEMA.
- Sabatini, A., Follesa, M., Locci, A., Pendugiu, A., Pesci, P., Cau, A. (2007) Assemblages in a submarine canyon: influence of depth and time. En Relini, G. y Ryland, J. (Eds.) *Biodiversity in Enclosed Seas and Artificial marine Habitats*. (pp:265-271) Holanda: Springer.

- Sanahuja, E. (1999) El daño y la evaluación del riesgo en América Central: Una propuesta metodológica tomando como caso de estudio a Costa Rica. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 121pp.
- Santos, M., Souto, A., Do Nascimento, L. (2006) Comparações entre os Comportamentos de Forrageio nas Diferentes Faixas Etárias do Boto-cinza (*Sotalia guianensis*) (Cetacea; delphinidae) na Baía dos Golfinhos, Praia de Pipa, RN, Brasil. *Revista de Etología*, 8(1), 13-25.
- Sigüenza, R., Dávila, C., Velásquez, P. (2009) Diagnóstico de Captura Incidental de Aves Marinas en el Pacífico de Guatemala, Centro América. Pacific Seabird Group. Guatemala. 61 pp.
- Silva, P. (2007) Análisis morfológico y estructural del Cañón Submarino del Río Esmeraldas a partir de datos de geofísica marina. Escuela de Ingeniería, Escuela Politécnica Nacional. Ecuador. 182pp.
- Silva, M., Prieto, R., Magalhaes, S., Seabra, M., Santos, R., Hammond, P. (2008) Ranging patterns of bottlenose dolphins living in oceanic waters: implications for population structure. *Marine Biology*, 156, 179-192.
- Vetter, E., Smith, C., De Leo, F. (2010) Hawaiian hotspots: enhanced megafaunal abundance and diversity in submarine canyons on the oceanic islands of Hawaii. *Marine Ecology*, 31, 183-199.
- Wade, P., Gerrodette, T. (1993) Estimates of Cetacean Abundance and Distribution in the Easter Tropical Pacific. *Rep. Int. Whal. Commn*, 43,477-494.
- Wilkinson T., Wiken, E., Bezaury, J., Creel, T., Hourigan, T., Agardy, H., Herrmann, L., et al. (2009) Ecorregiones marinas de América del Norte. Comisión para la Cooperación Ambiental, Montreal, 200 pp.
- Yen, P., Sydeman, W., Hyrenbach, K. (2004) Marine bird and cetacean associations with bathymetric habitats and shallow-water topographies: implications for trophic transfer and conservation. *Journal of Marine Systems*, 50,79– 99.

13.ANEXOS

13.1 Anexo 1: Áreas próximas a licitar para extracción de gas e hidratos de metano

Áreas Disponibles en el Pacífico:



- Área Pacífico 1.

Ubicada en la Cuenca Pacífico al Sur de Guatemala

ÁREA PROPUESTA: 469,505 hectáreas.

OBJETIVO: Se han determinado dos posibles trampas estratigráficas, resultantes de la discordancia entre el Paleoceno y el Eoceno y entre el Eoceno y el Mioceno. Cuenta con 1,840 kilómetros de información sísmica 2D y un pozo perforado en 1972.

- Área Pacífico 2.

Ubicada en la Cuenca Pacífico al Sur de Guatemala.

ÁREA PROPUESTA: 461,595 Hectáreas.

OBJETIVO: Dentro del área se ubica el Cañón de San José, lo que es de interés ya que se ha demostrado que los reservorios turbidíticos (Golfo de México) asociados con cañones submarinos son yacimientos prolíferos en otros lugares del mundo.

- Área Pacífico 3.

Ubicada en la Cuenca Pacífico al Sur de Guatemala.

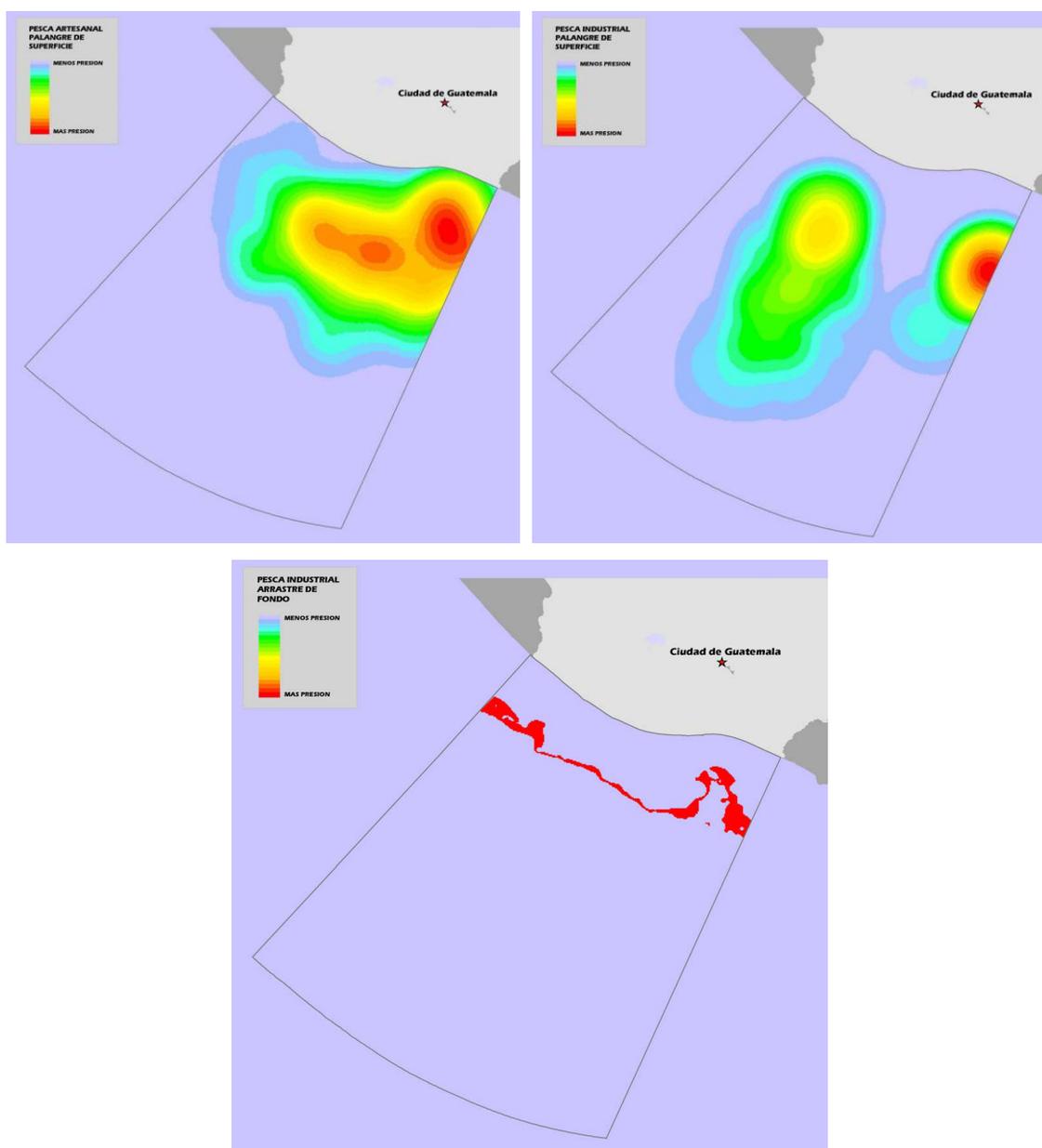
ÁREA PROPUESTA: 475,574 hectáreas.

OBJETIVO: El Deep Sea Drilling Project perforó 16 pozos estratigráficos en el área durante los viajes 67 y 84, varios de los cuales mostraron la presencia de gas y de hidratos de metano.

Se ha determinado trampas estructurales y estratigráficas a partir de registros sísmicos y los pozos que se han perforado. En el talud continental hay muchas ocurrencias de hidrato de gas metano, evidenciado por varios pozos perforados por el DSDP en 1979 y 1982. En varias secciones sísmicas se pueden ver reflectores simuladores del fondo (BSR) que son indicadores de la presencia de hidratos de metano.

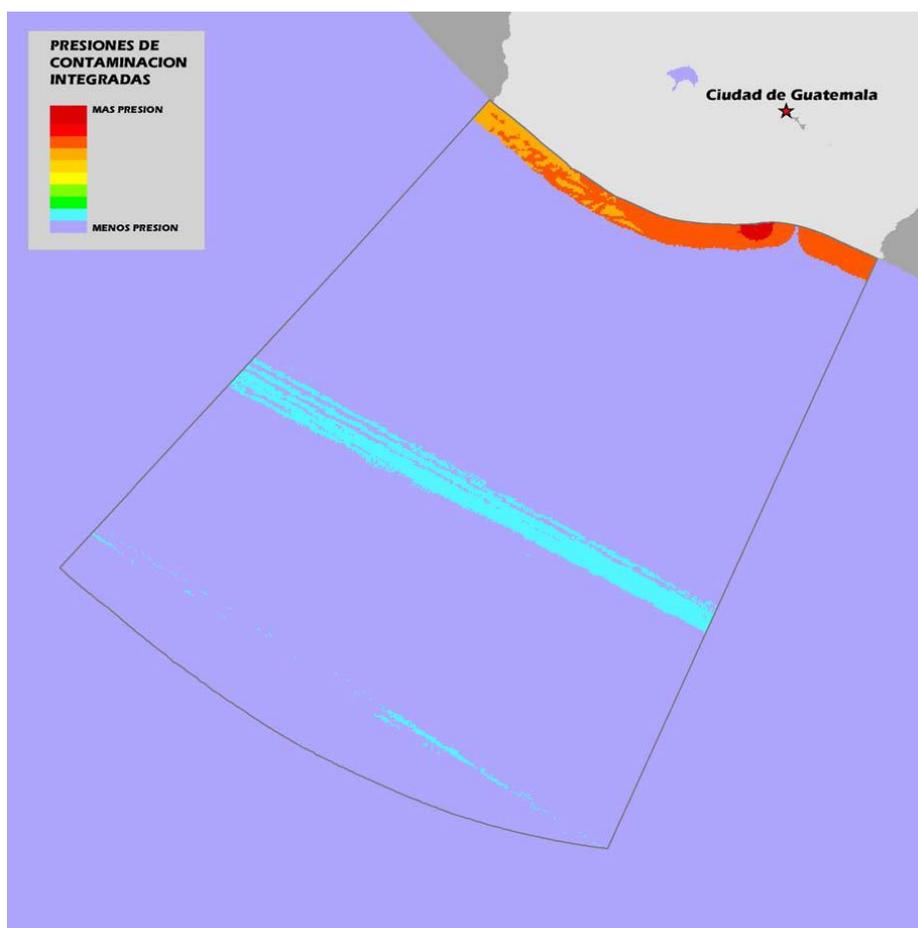
Fuente: Invest in Guatemala - PRONACOM. (2008) Recuperado de http://www.investinguatemala.org/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=48&lang=espanol

13.2 Anexo 2: Presiones de pesca y contaminación en el área de estudio.



(Fuente: PROBIOMA, 2009)

La información existente sobre población dedicada a la pesca, especies objeto de captura, esfuerzo pesquero y áreas de pesca es muy heterogénea para las pesquerías analizadas. En el caso de la pesca industrial de atún, se cuenta con una serie de datos histórica de cerca 20 años.



(Fuente: PROBIOMA, 2009)

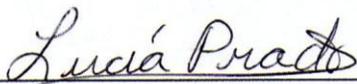
Las mayores presiones sobre la biodiversidad marino-costera en el Pacífico de Guatemala son causadas por la infraestructura costera (poblaciones, caminos, cambio de cobertura), seguido por la contaminación por zonas urbanas, erosión y transporte de sedimento y caminos. La mayor afectación se encuentra en el Departamento de Escuintla frente a la Empresa Portuaria Quetzal y distribuida también a lo largo de la costa desde el centro hacia el oriente frontera con El Salvador. Así mismo se observa una franja de contaminación hacia la parte externa de la ZEE debido al tránsito de embarcaciones por esa área



Jennifer Suzán Ortiz Wolford
Estudiante



M. Sc. Miguel Angel 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