

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Comportamiento, abundancia y distribución espacial de los delfines
Stenella attenuata y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca en
la porción Central de la Costa de Oaxaca, México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

PRISCILA MAGDALENA SARMIENTO VELASCO

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

fecha



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

TESIS

Comportamiento, abundancia y distribución espacial de los delfines
Stenella attenuata y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca
en la Porción Central de la Costa de Oaxaca, México.

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

PRISCILA MAGDALENA SARMIENTO VELASCO

Director

Dr. Miguel Ángel Peralta Meixueiro
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas

Asesor

M. en C. Francisco Villegas Zurita
Universidad del Mar, campus Puerto Ángel



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

fecha

DEDICATORIA

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

A mis increíbles padres Martita y Daniel quienes son pieza fundamental en mi desarrollo profesional y personal porque siempre me han apoyado en cada paso que doy, por creer en mí y motivarme día a día con sus palabras y que con su ejemplo me han enseñado a no dejarme vencer por nada.

A mis dos chiquitillos Dani y Abel quienes me han llenado la vida de felicidad y me motivan a dar siempre lo mejor.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres que con amor y esfuerzo me han guiado hasta este punto.

Al Doctor Miguel Ángel Peralta quien creyó en mí y siempre estuvo dispuesto a apoyarme ayudándome a mejorar siempre.

Al M en C. Francisco Villegas por su fundamental apoyo en todas las navegaciones, por compartirme sus conocimientos y experiencias, porque me motivo, me apoyo y sobre todo creyó en mí. Por todas las experiencias vividas.

Al equipo de trabajo que formamos en las navegaciones con quienes disfruté tanto realizar cada una de las navegaciones: Francisco, Bayo de quienes aprendí inmensamente sobre la observación de cetáceos y a navegar, Dayana quien se convirtió en una buena amiga dispuesta a ayudar en todo.

A lalo quien me apoyó incondicionalmente y me animo a lo largo de toda la carrera y siempre me motivó a luchar por mis sueños.

A mis amigos que con cada vivencia a su lado hicieron de la carrera algo increíble.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS.....	II
ÍNDICE.....	III
LISTA DE TABLAS.....	V
LISTA DE FIGURAS.....	V
RESUMEN.....	VII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1 Orden Cetartiodactyla.....	4
2.2 Infraorden Cetáceos.....	4
2.3 Evolución de los cetáceos.....	5
2.4 Adaptación a la vida acuática.....	6
2.5 Odontocetos.....	8
2.5.1 Delfín manchado pantropical (<i>Stenella attenuata</i>).....	9
2.5.2 Delfín tornillo (<i>Stenella longirostris</i>).....	11
2.6 Comportamiento.....	14
2.7 Abundancia	17
2.8 Distribución.....	19
III. ANTECEDENTES	20
IV. OBJETIVOS.....	24
4.1 Objetivo general.....	23
4.2 Objetivos específicos.....	23
V. ÁREA DE ESTUDIO.....	25
VI. MÉTODO.....	27
6.1 Método de muestreo.....	27
6.2 Registro de datos.....	28

6.3 Abundancia relativa.....	28
6.4 Distribución espacial.....	29
6.5 Determinación del comportamiento.....	29
VII. RESULTADOS.....	32
7.1 Esfuerzo de muestreo.....	32
7.2 Tamaño de grupo y abundancia relativa.....	34
7.3 Distribución espacial	36
7.4 Comportamiento	34
7.5 Descripción del comportamiento según el tamaño de grupo.....	44
VIII. DISCUSIÓN.....	45
IX. CONCLUSIONES.....	51
X. RECOMENDACIONES.....	52
XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	53

LISTA DE TABLAS

1) Esfuerzo de muestreo mensual.....	33
2) Especies avistadas.....	33
3) Tamaño de grupos de <i>Stenella attenuata</i> y <i>Stenella longirostris</i> durante los encuentros.....	34
4) Comparación del tamaño de grupo y el tipo de comportamiento.....	44

LISTA DE FIGURAS

1) <i>Stenella attenuata</i>	10
2) <i>S. l. longirostris</i>	12
3) <i>S. l. orientalis</i>	13
4) <i>S. l. centroamericana</i>	13
5) Área de estudio, la línea en color morado indica el transecto planteado para las navigaciones.....	26
6) Rutas de los transectos recorridos en el área de estudio, entre los meses de diciembre 2019 y marzo 2020.....	32
7) Abundancia relativa mensual determinada por TE de <i>Stenella attenuata</i> y <i>Stenella longirostris</i>	35
8) Asociación de <i>S. longirostris</i> con atún aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>).....	36
9) Asociación bobos cafés (<i>Sula leucogaster</i>) con <i>Stenella attenuata</i>	36
10) Distancia a la línea de costa (km) de <i>Stenella attenuata</i> durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.....	37
11) Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó <i>S. attenuata</i> durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.....	37

12) Distancia a la línea de costa (km) de <i>Stenella longirostris</i> durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.....	38
13) Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó <i>Stenella longirostris</i> durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.....	38
14) Distribución espacial de los avistamientos de <i>Stenella. longirostris</i> y <i>Stenella attenuata</i> frente a la costa de Oaxaca	39
15) Comportamientos registrados de <i>Stenella attenuata</i>	39
16) Aves volando sobre parche de alimentación de delfines.....	41
17) A) Bobo café (<i>Sula leucogaster</i>) y B) Delfín manchado (<i>Stenella attenuata</i>) capturando peces durante el registro de alimentación en la Costa Central de Oaxaca	41
18) Comportamientos registrados de <i>Stenella longirostris</i>	42
19) Interacción social de <i>Stenella longirostris</i> con embarcación.....	43
20) Delfín posiblemente jugando con una bolsa de plástico	43

RESUMEN

Los delfines *Stenella attenuata* y *S. longirostris* son considerados especies pantropicales ya que se encuentran en aguas cálidas y tienen distribución costera y oceánica. Estos presentan una gran variedad de comportamientos, que pueden servir como indicativo para saber la manera en que utilizan el área y de la misma forma una perspectiva de la salud del ecosistema y sus poblaciones. Además, en México se encuentran en la categoría de riesgo Sujeta a Protección Especial (Pr) de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Este trabajo tuvo como objetivo determinar el comportamiento, la abundancia y distribución espacial de ambas especies, durante la temporada seca en un área de la porción Central de la Costa de Oaxaca (CCO), México. Se realizaron un total de 25 navegaciones en las cuales se registró toda actividad que era realizada por dichas especies durante los encuentros y se asignaron dentro de cinco categorías con sus subcategorías, también se determinó el número aproximado de individuos o tamaño de grupo; así mismo, se registraron las coordenadas para posteriormente generar mapas de distribución espacial. En total se navegaron 1 031.8 km y 104.13 horas de observación, se registraron 94 avistamientos de 10 especies de cetáceos, de los cuales 15 avistamientos corresponden a *S. longirostris* y 32 a *S. attenuata*, siendo esta la especie más abundante. En el caso de *S. attenuata* el comportamiento que tuvo mayor registro fue el aéreo (19 %) y el de menor fue la persecución entre individuos (3 %), presentó una distribución amplia, mayormente costera, con una abundancia relativa de TE= 3.20. Para *S. longirostris* la interacción con embarcaciones y el aéreo fueron los más frecuentes (24 % para ambos) y el menos frecuente fue la persecución entre individuos (3 %), presentó una distribución compacta y alejada de la línea de costa, con una abundancia relativa de TE= 1.45. Este trabajo contribuye con nuevo conocimiento (no descrito previamente) de dichas especies a nivel local y regional, lo cual puede servir como base para el planteamiento de estrategias o políticas de conservación eficaces en la zona de estudio.

Palabras clave: *Stenella attenuata*, *Stenella longirostris*, comportamiento, abundancia, distribución espacial, categoría de riesgo.

I. INTRODUCCIÓN

México forma parte del Pacífico Oriental Tropical que abarca la costa continental que se extiende desde la parte sur de Bahía de Magdalena, pasando por todo el Golfo de California y siguiendo hacia el sur sobre la línea costera continental, hasta aproximadamente Cabo Blanco en la parte norte de Perú (Robertson y Allen, 2015). En la parte mexicana esta región biogeográfica se encuentra delimitada por la corriente Ecuatorial del Norte y la de California, tiene características oceanográficas particulares que favorecen la existencia de una diversidad biológica inusualmente alta en zonas pelágicas tropicales lo cual incluye una gran variedad y abundancia de mamíferos, esta es una zona de transición oceanográfica que tiene gran relevancia biogeográfica ya que en sus aguas ocurren importantes procesos de dispersión y fragmentación de las poblaciones (Medrano-González *et al.*, 2007).

Desde el punto de vista topográfico presenta tres rasgos sobresalientes: la llamada dorsal del Pacífico este, que es una enorme cordillera oceánica con crestas de entre 2 y 3 km de altura; la zona de fracturas que es un elemento importante en el relieve del Pacífico y la fosa Mesoamericana que es la profunda depresión que se localiza frente a los estados de Jalisco hasta Chiapas en México (Torres, *et al.*, 1995). Rosales-Nanduca *et al.* (2011) estimaron para la parte mexicana del Pacífico Oriental Tropical una riqueza de 37 especies de mamíferos marinos, de las cuales cinco son pinnípedos y 32 cetartiodáctilos; siete misticetos y 25 odontocetos.

El infraorden *Cetacea* se divide en tres grandes subórdenes: *Odontoceti*, *Misticeti* y *Arqueoceti*, este último se extinguió en el mioceno. En cuanto a *Odontoceti* y *Misticeti*, la principal característica que los distingue es la presencia de dientes, estando presentes en los odontocetos. Los cetáceos actuales son grandes mamíferos acuáticos que viven en el agua toda su vida. Estos incluyen todas las ballenas, delfines y marsopas. Actualmente incluyen 86 especies que habitan los océanos, lagos y ríos del mundo, según su distribución pueden ser cosmopolitas, mientras que otros están restringidos por la ecología y el estado de la población a pequeñas áreas siendo endémicos, algunos son exclusivamente marinos, otros son de agua dulce y algunos son de ambos ambientes (Thewissen, *et al.*, 2009). La palabra cetáceo deriva del latín

cetus (gran animal marino) y del griego *ketus* (monstruo marino) (IMATA, 2011). El grupo abarca una gran variedad de formas y tamaños, desde las pequeñas marsopas que superan escasamente el metro de longitud, a la ballena azul que es considerado como el animal más grande que vive y ha vivido sobre el planeta, con una longitud de más de 32 m (Cawardine, 1995; Perrin, 2020).

Para los cetáceos, factores como las tasas de depredación, la calidad y el espaciado de los parches de alimento, así como la facilidad con que estos parches son encontrados, ejercen la mayor influencia en la estructura social de las distintas especies la cual, a su vez, influye grandemente en la forma como cada una utiliza su espacio (Trites *et al.*, 2006). Sin embargo, en las últimas décadas, los ecosistemas se han visto alterados por diversas actividades antropogénicas como la contaminación acústica de fuentes de baja frecuencia y alta amplitud por el aumento del tráfico marítimo y la disponibilidad reducida de presas por la sobrepesca; así como también el calentamiento global, son factores que de igual manera tienen una influencia sobre el uso de su hábitat, ya que estos factores se consideran amenazas para los cetáceos que pueden provocar enmallamientos y colisiones con embarcaciones, al mismo tiempo, las amenazas de muerte accidental en artes de pesca y exposición a sustancias químicas tóxicas parecen estar intensificándose y siguen siendo casi intratables (Reeves, *et al.* 2003; Cubero-Pardo 2007). Es probable que los cetáceos, ya hayan sido erradicados en algunas áreas donde la pesca ha sido intensiva.

Los odontocetos son los mamíferos marinos más sociales, viven en agrupaciones complejas que pueden presentar una gran variación en el tamaño del grupo dependiendo de la especie, incluso dentro de la misma especie puede haber diferencias entre la dieta, el comportamiento y la estructura social de diferentes grupos (Ortiz Wolford, 2011). La formación de grupos puede ser la única estrategia disponible para evitar la depredación, especialmente en mar abierto, estas formaciones sociales también pueden presentar desventajas como el aumento de competencia por recursos (Gowans *et al.*, 2008; Galarsi *et al.*, 2011).

Al ser un grupo muy sociable, realizan diversos comportamientos ligados a la socialización, como son saltos, golpes con las aletas, movimientos con la cabeza, entre

otros. Los juveniles, al igual que en otros grupos de mamíferos, suelen ser los que más tiempo invierten en el juego y la socialización (Villanova-Solano, 2017).

Stenella attenuata y *S. longirostris* son dos especies de odontocetos que enfrentan problemáticas diversas y complejas en sus áreas de distribución, y de las cuales se conoce poco. La falta de información o conocimiento insuficiente sobre ellas no permite establecer políticas eficaces para su conservación. Por ello, este trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar sus comportamientos, su abundancia y distribución espacial durante la temporada seca en la porción central de la costa de Oaxaca, México.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Orden Cetartiodactyla

El orden Cetartiodactyla incluye a los cetáceos (ballenas, delfines y marsopas) que se encuentran en todos los océanos y mares, así como en algunos ríos, y a los artiodáctilos (rumiantes, cerdos, pecaríes, hipopótamos, camellos y llamas) que están presentes en todos los continentes, de los cuales actualmente se reconocen 332 especies de cetartiodáctilos, clasificados en 132 géneros y 22 familias (Hassanin, *et al.* 2012).

Morfológicamente, los Cetartiodáctilos se caracterizan, entre otras cosas, por una articulación del tobillo móvil con un astrágalo de doble polea, la cual no existe en ningún otro mamífero y un pie paraxónico, el cual se han identificado en ballenas del Eoceno, lo que indica que estas dos adaptaciones clave ocurrieron en el ancestro común de Cetartiodactyla (Gingerich, 2001; Muizon, 2009).

Rice (2008), los clasifica como Orden Cetartiodactyla, Suborden Cetancodonta, Infraorden Cetácea, el cual se divide en dos grupos, el Parvorden *Mysticeti* (cetáceos con barbas) y Parvorden *Odontoceti* (cetáceos dentados).

2.2 Infraorden Cetáceos

Todos los cetáceos modernos comparten un plan corporal similar: un cuerpo hidrodinámico; aletas delanteras aplastadas en forma de paleta; cráneo telescópico; aberturas nasales en la parte superior (en lugar de enfrente) de la cabeza; su cuello es corto; órganos reproductivos internos; estructuras sin hueso recién derivadas en forma de aletas (dorsal y caudal); y la pérdida de las extremidades posteriores (presentes como vestigios), orejas y del pelaje (presente en algún momento durante el desarrollo temprano) (Jefferson *et al.*, 1993; Thewissen, *et al.*, 2009).

Otra de las características de los cetáceos es la transmisión de sonidos para emitir vocalizaciones que les sirven para orientarse y comunicarse a larga distancia. Las vocalizaciones de estos animales, con un fuerte componente social, pueden variar

en frecuencia y duración entre poblaciones de la misma especie. Por lo general, los mysticetos vocalizan a frecuencias más bajas que los odontocetos lo que permite que sus vocalizaciones tengan mucho mayor alcance, lo que hace que los mysticetos, puedan comunicarse con otros individuos de su especie a varios kilómetros (López-López, 2017). Los odontocetos, además, utilizan las vocalizaciones para encontrar y capturar a sus presas bajo el agua.

En cuanto a su distribución, las especies de cetáceos suelen tener presencia en todos los océanos abarcando distintas zonas climáticas, sin embargo, hay dos patrones diferenciados en cuanto a la movilidad de sus poblaciones: en algunas especies las poblaciones pueden estar muy localizadas con una alta fidelidad por zonas geográficas limitadas, mientras que en otras especies, principalmente las grandes ballenas, las poblaciones se mueven a lo largo de gran parte de su área de distribución, realizando largas migraciones estacionales entre sus zonas de alimentación (en aguas frías y muy productivas) y reproducción (en aguas cálidas) (López-López, 2017).

2.3 Evolución de los cetáceos

Los cetáceos han experimentado modificaciones en su adaptación a las condiciones marinas, es probable que estos hayan evolucionado de los primitivos ungulados terrestres al comienzo del terciario, hace unos 65 millones de años; siendo los arqueocetos los primeros cetáceos, un grupo parafilético, que tiene su origen en el Eoceno temprano hace casi 50 millones de años en los márgenes orientales del Mar de Tethys (Cawardine, 1995; Medrano-González, 2013). Las familias más antiguas de los arqueocetos son los pakicétidos y ambulocétidos del sur de Asia, que eran de hábitos anfibios (Medrano-González *et al.*, 2019).

Nuevas evidencias bioquímicas y moleculares continúan modificando las relaciones filogenéticas y la taxonomía de los cetáceos, por lo que estas clasificaciones pueden variar según las referencias, estas evidencias muestran que descienden del grupo de los artiodáctilos, actualmente ambos grupos se clasifican en un solo orden,

denominado cetartiodáctilos. Recientemente se descubrió a la familia de los raoélidos del Eoceno medio al sur de Asia, la cual parece el grupo hermano de los cetáceos, eran ungulados anfibios de agua dulce del tamaño de un mapache (Medrano-González *et al.*, 2019).

En cuanto a la afinidad con los ungulados, se señala que, en ambos grupos, la copula dura muy poco, el pene carece de hueso, la estructura de los cuerpos cavernosos es muy similar, el estómago se divide en tres o cuatro, presencia de fructosa en el líquido amniótico y destaca el hecho de que las proteínas séricas tienen una afinidad del 11%, siendo una cifra alta en comparación con otro orden de mamíferos (Aguayo-Lobo y Esquivel-Macías, 1991).

Los cetáceos actuales se originaron durante el Oligoceno hace aproximadamente 30 millones de años, luego de la extinción de los arqueocetos, dando paso a los neocetos (Neoceti), al cual se le denomina grupo corona del clado Cetácea (Medrano-González *et al.*, 2019). Los cambios ambientales del Oligoceno se asocian a una divergencia en el modo de alimentación de los cetáceos que originó, por un lado, a los misticetos, que se alimentan por filtración; y, por otro lado, a los odontocetos, que se alimentan de presas grandes (Hernández-Cisneros, 2012).

Los escualodontos (delfines con dientes semejantes a los tiburones) constituyen el grupo del cual se originaron todos los odontocetos. Los delfines modernos de la familia Delphinidae son relativamente recientes y parten de los kentriodontidos, durante el Mioceno hace unos 25 millones de años (Aguayo-Lobo, y Esquivel-Macías, 1991).

2.4 Adaptación a la vida acuática

Los cetáceos se han adaptado a la vida acuática por el desarrollo de diferentes características que según Medrano-González *et al.* (2019), son las siguientes:

- **Morfología fusiforme:** el cuerpo de los mamíferos marinos se hizo alargado, con los extremos aguzados (fusiforme), minimizando la resistencia del agua al

movimiento. La cabeza se modificó en posición horizontal junto con todo el cuerpo, los orificios nasales se orientaron hacia arriba y las extremidades se transformaron en aletas. En los cetáceos y sirenios, las extremidades posteriores y la cadera desaparecieron, desarrollaron una aleta caudal musculosa en posición horizontal.

- Gran tamaño corporal: esta adaptación minimiza la pérdida de calor corporal, permite tener grandes almacenes de oxígeno en la sangre y los músculos, así como abundantes depósitos de grasa en todo el cuerpo, sobre todo en el tejido subcutáneo.
- Grandes almacenes de grasa: esta constituye una gran reserva de energía la cual también puede ser una reserva de agua, regulador activo de la flotabilidad, así como un depósito de nitrógeno en sobresaturación producido por buceos profundos y prolongados. La grasa subcutánea impide la pérdida de calor corporal y el flujo sanguíneo a través de la grasa hacia la piel favorece la disipación del calor. La pérdida de calor permite que puedan habitar en aguas frías y el flujo sanguíneo que puedan habitar en aguas cálidas.
- Capacidad de concentrar altas cantidades de sales en la orina: las nefronas de los mamíferos marinos pueden concentrar la orina un poco más que el agua de mar, permitiéndoles alimentarse e inclusive beber agua de mar sin deshidratarse. Casi toda el agua que consumen proviene del metabolismo oxidativo de sus alimentos.
- Disminución del volumen pulmonar y desarrollo de grandes almacenes de oxígeno en la sangre y en los músculos: el volumen de sangre, la concentración de eritrocitos y su contenido de hemoglobina, así como la cantidad de mioglobina en los músculos son elevados, almacenando así grandes cantidades de oxígeno en sangre y músculos para realizar inmersiones

profundas y prolongadas. La disminución del volumen pulmonar permite un rápido y eficiente recambio de gases en la exhalación e inhalación.

- Desarrollo de audición y ecoubicación: el nervio vestibulococlear tiene una gran anchura, el número de neuronas cocleares son de seis a 17 veces más que en los humanos, y representa información suficiente para crear imágenes. El desarrollo de la audición generó que la fonación sea la principal manera de comunicación.
- Precocidad del sistema inmune: los mamíferos marinos tienen cargas parasitarias altas.

2.5 Odontocetos

Incluyen 10 Familias con 71 especies, donde se encuentran delfines oceánicos, marsopas, zífidos, cachalotes, delfines de río y monodóntidos (belugas y narvales), los cuales se distribuyen en tres Superfamilias principales: Delphinoidea (delfines oceánicos, marsopas y monodóntidos), Ziphoidea (zífidos), Physeteroidea (cachalotes) (Agnarsson y May-Collado, 2008; McGowen *et al.*, 2009).

Con la excepción del cachalote, los odontocetos son cetáceos pequeños a medianos. Se caracterizan por la presencia de dientes a lo largo de la vida, un espiráculo único, un cráneo asimétrico con un cóncavo perfil, y un órgano graso en el área de la frente llamado melón, con el cual tienen la capacidad de ecolocalización. Este órgano les permite emitir una serie de chasquidos de alta frecuencia a intervalos regulares de tiempo que se convierte en un zumbido cuando se aproximan a la presa. Estos sonidos rebotan sobre la presa y son registrados de vuelta por el cetáceo, lo que les permite localizar a sus presas con precisión, también son utilizados para navegar y evitar depredadores. Su alimentación consiste principalmente en peces y calamares (Jefferson *et al.*, 1993; López-López, 2017).

A diferencia de la mayoría de los mamíferos terrestres, los odontocetos presentan homodoncia, es decir: dientes con una única morfología, esta característica está asociada a la ausencia de masticación en los cetáceos (Werth, 2000), que usan sus dientes para agarrar y sostener su alimento, pero no para masticarlo.

Los delfines realizan movimientos estacionales de pequeña escala, especialmente poblaciones costeras, aparentemente en respuesta a fluctuaciones estacionales del hábitat, como la temperatura superficial del agua, y la profundidad de la termoclina, que ocasionan cambios en el movimiento de las presas (May-Collado, *et al.*, 2005).

2.5.1 Delfín manchado pantropical (*Stenella attenuata*)

Generalmente son de cuerpo delgado e hidrodinámico. Tienen un hocico largo y delgado que está separado del melón por un pliegue distintivo, la aleta dorsal es angosta, falcada y generalmente puntiaguda; presentan una capa oscura dorsal que se estrecha en la cabeza y se extiende hasta el punto más bajo del lado frente a la aleta dorsal; la punta del pico y labios son de color blanco; la aleta dorsal, junto con las pectorales y la caudal, son de color gris oscuro, presentando las primeras dos, manchas en los animales adultos, las cuales puede ser manchas ligeras a extensas (la cantidad de manchas presentes entre individuos y entre regiones geográficas) y el vientre de color gris que se funde hacia arriba en la región del pedúnculos caudal, ensanchándose en una franja por detrás de la aleta dorsal (figura 1) (Jefferson *et al.*, 1993; Urbán y Guerrero-Ruiz, 2008).

Son nadadores rápidos, enérgicos, que realizan saltos largos y bajos, a veces muy altos; quedan suspendidos en el aire antes de volver a caer con una gran salpicadura. Suelen asociarse con los delfines tornillo y con atunes de aleta amarilla, y con gaviotas que buscan alimento (Cawardine, 1995).

Se reconocen dos subespecies dentro del Pacífico Tropical Oriental (PTO): *S. a. attenuata* la cual habita en aguas oceánicas y *S. a. graffmani*, cuya distribución se

limita a aguas costeras (hasta 200 km de la costa) entre el sur de México y el norte de Suramérica (Perrin, 1975).

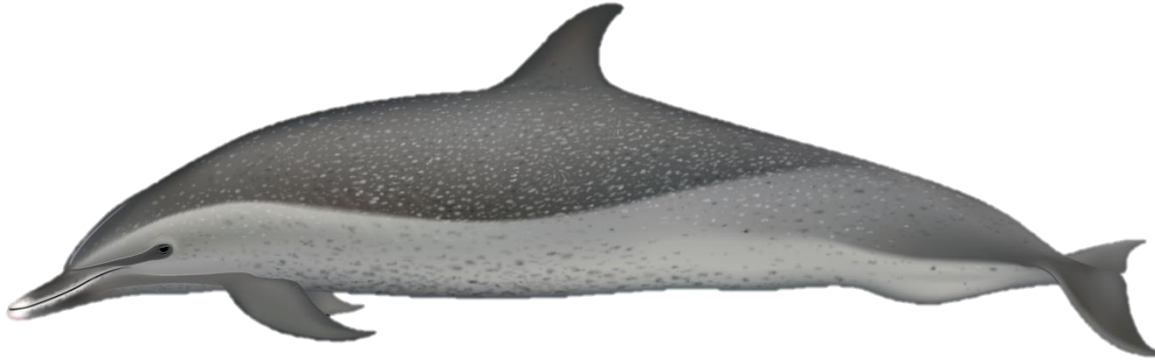


Figura 1. *Stenella attenuata* (tomado de Heckel, *et al.*, 2018)

- Delfín manchado oceánico (*S. a. attenuata*): Son ligeramente más pequeños y esbeltos y el rostro tiende a ser más delgado. Tiene una mancha dorsal menos densa y en algunas poblaciones puede ser inexistente en adultos. El rango de longitud de los adultos es de 1.6 a 2.4 m de largo y tienden a pesar menos que la forma costera. Se encuentra en todos los océanos; sin embargo, es mucho más abundante en las porciones de baja latitud de su rango de distribución (Heckel, 2018).
- Delfín manchado costero (*S. a. graffmani*): son grandes y robustos, con un rostro más grueso que la subespecie oceánica. Las manchas tienden a ser más extensas y en algunos adultos la mancha dorsal blanca puede ser más densa a completamente oscura. El tamaño es de 1.8-2.6 m y pueden pesar un mínimo de 119 kg. Se encuentra solamente en una banda estrecha (<20 km de ancho) a lo largo de la costa de Latinoamérica, entre el Golfo de California y Colombia. En el Pacífico Oriental Tropical habita principalmente aguas con una termoclina poco profunda y temperaturas superficiales del mar por encima de los 25°C (Heckel, *et al.*, 2018; Urbán y Guerrero-Ruiz, 2008).

Con respecto a las categorías de riesgo se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de Sujeto a Protección Especial (Pr). En cuanto a los apéndices de CITES se encuentra en Apéndice II (incluye especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero la comercialización debe ser controlada para evitar un uso que sea incompatible con su supervivencia). En la lista roja de la UICN, se encuentra en la categoría de Preocupación menor (LC) (Kiszka y Braulik, 2018).

2.5.2 Delfín tornillo (*Stenella longirostris*)

Presentan un melón relativamente plano y un rostro largo, angosto y muy bien definido, la aleta dorsal está ubicada en la porción media del cuerpo, es erecta y puede ser ligeramente falcada o triangular. En algunos machos adultos del Pacífico Oriental, la aleta pueda dirigirse hacia delante, dando la impresión de que está al revés. Estos machos también presentan un bulto en la superficie ventral del pedúnculo caudal. Las aletas pectorales se van ahusando hasta cierto grado y son algo puntiagudas en sus bordes (Reeves *et al.* citado por Urbán y Guerrero-Ruiz, 2008).

Los individuos de la mayoría de las poblaciones de delfines giradores en el mundo tienen un patrón de color en tres partes (capa gris oscuro en el dorso, lados grises claros y vientre blanco). La maxila suele ser gris, mientras que la mandíbula es blanca, al igual que el vientre, pero la punta del rostro es oscura, así como el margen que se encuentra a lo largo de la línea de la boca. Presenta una franca que corre del ojo hacia la aleta pectoral, extendiéndose por adelante del ojo para emerger con el borde oscuro de la boca (Jefferson *et al.*, 1993; Urbán y Guerrero-Ruiz, 2008).

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, proyectándose hasta unos tres metros en el aire realizando hasta un máximo de siete giros sobre su propio eje en cada salto, siendo el único cetáceo que realiza estos saltos, debiéndose a este comportamiento su nombre,

también suelen asociarse con el delfín manchado tropical, atunes de aleta amarilla y gaviotas (Cawardine, 1995; Reeves *et al.*, 2003).

La variación geográfica en la configuración corporal y el patrón de coloración es más pronunciada en el delfín tornillo que en cualquier otra especie de cetáceo (Perrin, 1972). Se han definido cuatro subespecies:

- *S. l. longirostris*: El delfín tornillo de Gray es la subespecie más ampliamente distribuida. Se encuentra principalmente alrededor de islas oceánicas en el Atlántico tropical, en el Océano Índico, así como en la porción central y occidental del Pacífico (figura 2) (Heckel, *et al.*, 2018.).

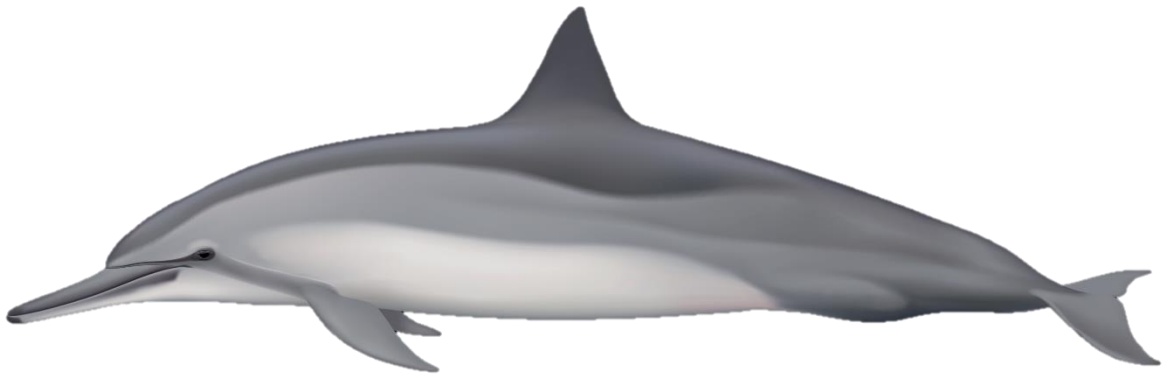


Figura 2. *S. l. longirostris* (tomado de Heckel, *et al.*, 2018)

- *S. l. orientalis*: El delfín tornillo oriental se encuentra en el Pacífico oriental tropical. Tienen un patrón de color gris acero monótono, con blanco solo como parches alrededor de los genitales y las axilas. Tienen el dimorfismo sexual más exagerado. Cabe mencionar que existe un híbrido entre *S.l. longirostris* y *S.l. orientalis*, que se encuentra a través de las aguas oceánicas del Pacífico oriental tropical, conocido como “delfín tornillo panza o vientre blanco” o “delfín tornillo suroccidental” (figura 3) (Jefferson *et al.*, 1993; Heckel *et al.*, 2018).

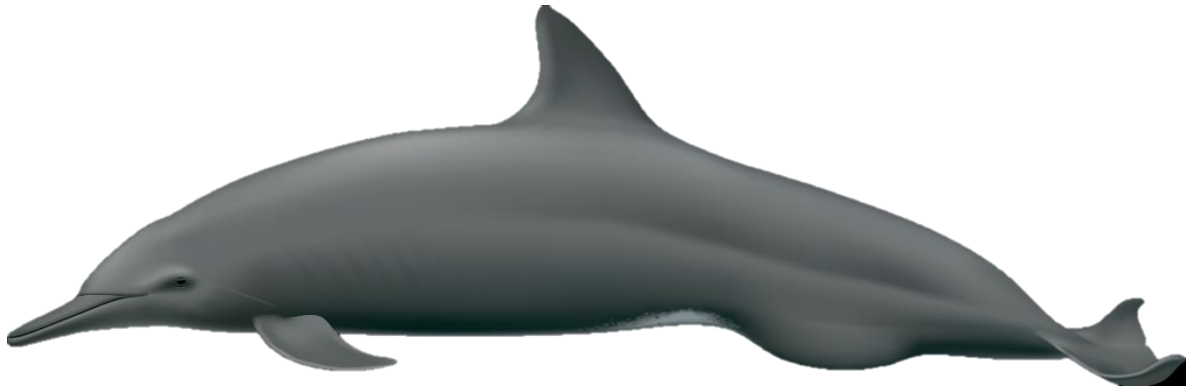


Figura 3. *S. l. orientalis* (tomado de Heckel, *et al.*, 2018)

- *S. l. centroamericana*: El delfín tornillo centroamericano habita aguas costeras de la plataforma del Pacífico oriental desde el Golfo de Tehuantepec en el sur de México hasta Costa Rica, parecen tener un patrón de color similar a *S. l. orientalis*, aunque puede carecer de los parches ventrales blancos (figura 4) (Jefferson *et al.*, 1993; Heckel, *et al.*, 2018).

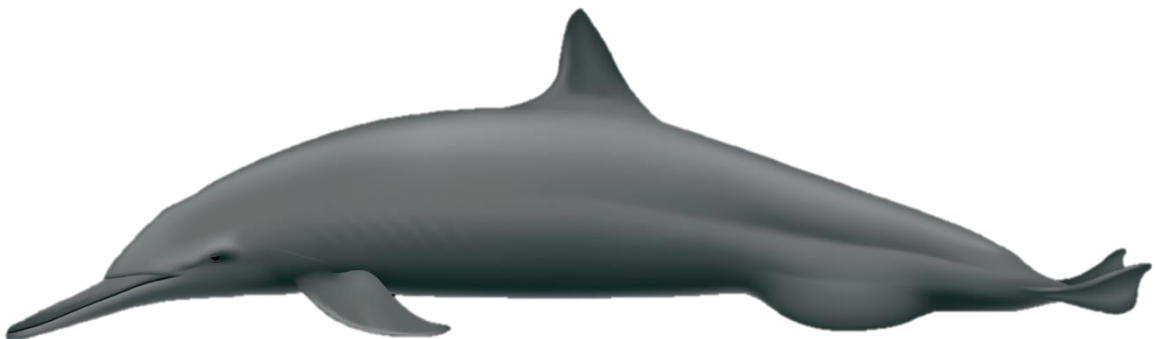


Figura 4. *S. l. centroamericana* (tomado de Heckel, *et al.*, 2018)

- *S. l. roseiventris*: Es el tornillo enano, y se distribuye en aguas costeras someras de Asia suroriental, de Malasia al norte de Australia.

Con respecto a las categorías de riesgo se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de sujeto a protección especial. En cuanto a los apéndices de CITES se encuentra en Apéndice II (incluye especies que no necesariamente están amenazadas con la extinción, pero la comercialización debe ser

controlada para evitar un uso que sea incompatible con su supervivencia). En la lista roja de la UICN, se encuentra en la categoría de Preocupación menor (LC) (Braulik y Reeves, 2018).

2.6 Comportamiento

La Etología es el estudio biológico del origen y evolución de la conducta o comportamiento animal en su ambiente natural, connota aspectos fisiológicos, ecológicos y comparativos, esta pretende describir la conducta natural, como se produce (sus causas), que función adaptativa cumple (para qué) y su filogenia o evolución (porqué) (Martin, 2016).

El comportamiento es un proceso físico, registrable y verificable que consiste, en la actividad por la que un ser vivo mantiene y desarrolla su vida en relación con su ambiente, respondiendo al él y modificándolo, por lo tanto el comportamiento animal es una respuesta al medio, dentro siempre del ámbito de estímulos prefijado por su estructura orgánica, el cual tiene una base genética: la selección natural favorece aquellos comportamientos que hacen más probable que un individuo sobreviva y transmita sus genes a la siguiente generación por lo que se concluye de esto que la mayoría de los comportamientos observados hoy fueron modelados por selección natural para su actual función, es decir, son comportamientos adaptativos, resultado de las presiones de selección en el ambiente físico y social en el que las especies evolucionaron (Yela, 1996). Por su parte los individuos tienen sus propios patrones de comportamiento los cuales se dividen en dos categorías basadas en su duración; los *estados* que son comportamientos de una duración suficiente para ser observados periódicamente y los *eventos* los cuales son actos esporádicos que no pueden ser medidos exactamente (Reboreda, 2013).

Para el estudio del comportamiento, se deben tomar dos tipos de decisiones para elegir el tipo de muestreo. Una se refiere a qué tema (s) se mira y durante cuánto tiempo; el otro se refiere a los detalles de cómo se registra el comportamiento (Martin y Bateson 1986). Mann (1999) se refiere a estas decisiones como "protocolo de

seguimiento" y "método de muestreo", que los define como protocolo de seguimiento: cuánto tiempo se extiende una observación y si los investigadores siguen un grupo o un animal individual y al método de muestreo: son los procedimientos utilizados para muestrear el comportamiento de individuos o grupos. Desde el punto de vista de López-Rull existen tres tipos de muestreo: focal, de barrido y *ad libitum*, y dos tipos de registro: continuo y discreto, los cuales se describen a continuación:

- El muestreo focal implica la medición del comportamiento de un individuo (o una pareja, camada u otro tipo de unidad) durante un período de tiempo determinado registrando las pautas conductuales que realice.
- El muestreo de barrido se hace una rápida exploración o escaneo de un grupo de sujetos anotando el comportamiento del individuo al momento de hacer el barrido. Un punto clave en el muestreo de barrido es saber elegir el tamaño del intervalo de tiempo entre los barridos. Éste dependerá de la frecuencia con que se presente la conducta.
- El muestreo *ad libitum* involucra observaciones oportunistas y sin restricciones en el tiempo de medición en las que se registran las distintas actividades desplegadas por uno o varios individuos. Este método es útil para la primera descripción conductual en un sistema nuevo para el observador o en la etapa de observaciones preliminares.
- El registro continuo tiene como objetivo obtener un registro exacto y fiel del comportamiento, midiendo frecuencias y duraciones reales y los instantes en que las pautas de conducta empiezan y terminan. En este tipo de registros se obtiene, además, la secuencia en el comportamiento.
- El registro discreto o temporal se toman muestras de la conducta de forma periódica. Este muestreo se divide en muestreo instantáneo, en donde se registra el comportamiento del individuo al momento de hacer la observación y muestreo uno-cero en donde se registra si el sujeto de estudio realiza o no un determinado comportamiento en ese instante

En los estudios de campo del comportamiento, quizás la forma más común de registro consista en "notas de campo" o "Muestreo *ad libitum*", donde dichos registros son el resultado de decisiones de muestreo inconscientes, a menudo con el observador registrando "tanto como pueda" o lo que sea que se observe más fácilmente del comportamiento social de un grupo, los cuales pueden contener registros solo de la ocurrencia de comportamientos de interés o, además, pueden incluir una variedad de otros datos (Altmann, 1974).

Los patrones de actividad de los delfines han mostrado un repertorio de señales vocales para la comunicación muy extenso y tácticas particulares, como son la caza, defensa cooperativa y dominancia, los cuales pueden variar en relación con el número de individuos, la relación con otras especies, la época y hora del día dependiendo de la zona (Montero-Cordero, 2007; Hurtado-Vega, 2010). Muchas especies golpean la cola en el agua, y esto puede estar acompañado por saltos y golpes con las aletas pectorales, esto envía una señal visible y audible con una gran variedad de significados, por ser actividad ociosa, utilizada en las relaciones sociales o bien una amenaza fuerte (Cawardine, 1995).

Algunos de los comportamientos observados y descritos en cetáceos según Cawardine, 1995 son:

- Saltos: estos oscilan entre los completos, en los que emerge todo el cuerpo, y los que solo lo hace la mitad del cuerpo. Puede tratarse de un comportamiento de cortejo, una forma de señalización, una forma de reunir peces o desalojar parásitos, una muestra de fuerza o poder.
- Golpes y saltos con la cola: suelen golpear con fuerza la superficie del agua con la aleta caudal mientras casi todo el cuerpo permanece sumergido. Estos saltos se diferencian de los normales en que la cola y no la cabeza entra primero en el agua; pueden ser un tipo de agresión en algunas especies.
- Golpes con las aletas pectorales: en ocasiones algunos cetáceos giran sobre la superficie del agua y golpean las aletas pectorales varias veces seguidas.

- Aleteos de la cola: cuando algunos cetáceos inician una inmersión profunda, elevan la aleta caudal para darse un impulso y poder introducir en el agua con un ángulo mayor, permitiendo una inmersión más profunda. Hay dos tipos “cola hacia arriba”, en donde la aleta caudal se eleva mucho en el aire, de forma que la parte inferior se hace visible, y la “cola hacia abajo”, aquí la cola sale visiblemente del agua, pero permanece viendo hacia abajo, ocultando la parte inferior.
- Salidas para espiar: muchos cetáceos sacan esporádicamente sus cabezas por encima de la superficie del agua, dejando visible los ojos.
- Seguimiento de embarcaciones: se deslizan por las olas, voltean, nadan boca arriba en la estela de espuma que dejan los barcos.
- Juegos: se persiguen entre sí, dan saltos, nadan de forma errática y dan vueltas en el agua, juegan con otras especies e incluso con objetos, llevándolos en sus bocas o haciendo equilibrios con sus aletas pectorales. En los ejemplares jóvenes, todo esto forma parte de su proceso de aprendizaje, y en los adultos puede ayudar a reforzar los vínculos sociales.
- Flotación a la deriva: a veces es posible ver en la superficie a un grupo de cetáceos flotando sin movimiento alguno, todos ellos en la misma dirección. Esto es una forma de descanso.

2.7 Abundancia

El tamaño de una población biológica varía en función de los nacimientos y muerte que se produzcan, así como de las inmigraciones o de las emigraciones de individuos de esa población (Morcillo-Ortega y Portela-Peñas, 2010). Estas variaciones pueden ser medidas a través de la abundancia. Así, la abundancia se puede definir como el número total de individuos, o biomasa, de una especie en un área específica. Esta es una función que depende de dos factores: la densidad de la población y el área a lo largo de la cual la población está distribuida. La densidad poblacional es el número de individuos por unidad de área (Smith y Smith, 2007; Molles, 2016). Esta densidad

también puede variar en un solo hábitat de estación en estación o de año en año (Solomon, *et al.*, 2013).

La materia prima para el estudio de la abundancia con frecuencia son los censos. En su forma más simple, un censo consiste en una lista de presencias y ausencias en una o unas áreas de muestreo definidas, por otro lado, los censos más detallados implican el recuento de los individuos, reconociendo los individuos de diferentes edades, sexo, tamaño y dominancia e incluso distinguiendo las distintas variantes genéticas (Begon, *et al.*, 1995). Estos pueden ser usados para detectar cambios en las poblaciones a través del tiempo o en diferentes lugares en el espacio (Carrillo *et al.*, 2000). Siendo herramientas importantes para toma de decisiones en planes de manejo.

Realizar estos censos para los cetáceos resulta complejos, por las amplias zonas de distribución que ocupan y su gran movilidad. Pero existen varias metodologías para estimar sus poblaciones, divididas entre censos visuales o acústicos, los cuales se pueden llegar a utilizar conjuntamente; estos son: avistamientos desde punto fijo, transectos de avistamiento, foto-identificación y transectos acústicos (López-López, 2017).

La utilización de estos métodos de estimación de abundancia, se utilizan debido a que en la mayoría de los casos no es posible evaluar una población completa, para lograr esto se deben de coleccionar los datos de muestra y después extrapolarlos a toda la población, para lo cual se debe asumir que el tamaño de muestra es representativo y que el método se aplicó adecuadamente, para así reducir los sesgos de muestreos (Comisión Permanente del Pacífico Sur, 2019).

En este sentido, es común utilizar la abundancia relativa la cual Magurran (2004) la define como el número de individuos de una especie con respecto al número de individuos totales de la comunidad o con respecto al número total de unidades muestrales.

2.8 Distribución

La distribución puede definirse como el área donde se ubica algo o donde una especie vive y se reproduce, el estudio de esta permite comprender el papel que cumplen las especies en su entorno, y obtener una visión en su historia evolutiva y en su ecología del comportamiento (Biggs, 2012; Svendsen, 2013).

Las poblaciones tienden a dispersarse en todas direcciones, hasta que se interpone alguna barrera, la cual puede ser uno o un conjunto de factores tanto biótico como abióticos, determinando así el patrón de distribución, pudiendo ser al azar, uniforme o en pequeños grupos (Villem, 1985). Algunas poblaciones tienen diferentes patrones de separación a edades distintas (Solomon, *et al*, 2013).

También la ubicación espacial del alimento o el riesgo de los predadores son factores que favorecen que los individuos de algunas especies sean solitarios mientras que los de otras vivan en grupos (Reboreda, 2013).

El estudio de la distribución espacial y temporal de los cetáceos, implica la realización de investigaciones ecológicas sobre variables ambientales y su correlación con los cetáceos (Cabrera-Arreola, 2011).

Los efectos de diversos factores que interactúan entre sí, como lo son: las corrientes marinas, disponibilidad de alimento, temperatura del agua, irregularidades de la costa y topografía del fondo marino, determinan la distribución geográfica, temporal y espacial de los cetáceos (Rodríguez-Fonseca, 2001).

A pesar de que los océanos y mares pueden parecer superficies monótonas, son verdaderamente diferentes y dinámicas. 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. (Ortiz-Wolford, 2011).

III. ANTECEDENTES

En México se han realizado diversos estudios para determinar la diversidad y abundancia de los mamíferos, entre ellos está el trabajo de Arita y Ceballos (1997), quienes presentaron una lista con 504 especies, de las cuales 147 son endémicas y tres inducidas, clasificadas en 188 géneros y 45 familias; en cuanto al problema de extinción y desaparición de especies de mamíferos silvestres lo consideran grave ya que el 40 % se encuentra en riesgo de extinción, colocando a México entre los cinco países con mayor número de especies en riesgo de extinción.

Con respecto a la riqueza y diversidad de los mamíferos marinos, Salinas y Ladrón de Guevara (1993) presentaron un trabajo donde los cetáceos son el grupo con la mayor diversidad dentro de la mastofauna marina mexicana, representada por 36 especies (ocho misticetos y 28 odontocetos), repartidas en dos Subfamilias de misticetos y seis de odontocetos, ocho Familias (tres de misticetos y cinco de odontocetos); seguido por el Orden Carnívora, los cuales están representados por cuatro especies vivientes, una extinta y una desaparecida del país, todas estas incluidas en cuatro Subfamilias, tres Familias, dos Superfamilias y dos Subórdenes, y por último para el Orden Sirenia se encuentra representado por una sola especie. Torres *et. al.* (1995) registraron 47 especies, de las cuales 40 pertenecen al orden Cetácea, encontrando la mayor riqueza de especies en la costa occidental de Baja California, seguida del Golfo de California, el Golfo de México-Mar Caribe y finalmente el Pacífico Sur Mexicano.

En lo que respecta a la zona de estudio, se han realizado diversos trabajos; Meraz y Sánchez-Díaz (2008) realizaron un listado de las especies de mamíferos marinos de la costa central de Oaxaca, siete especies fueron del orden Cetácea (*Tursiops truncatus*, *Stenella attenuata*, *Feresa attenuata*, *Pseudorca crassidens*, *Orcinus orca* y *Megaptera novaeangliae*), siendo *S. attenuata* la más abundante. Vázquez-Lozano (2015), obtuvo 67 avistamientos de cetáceos, cuatro especies fueron delfines (*S. attenuata*, *Steno bredanensis*, *Delphinus delphis*, *T. truncatus*), y solo una especie de ballena (*Megaptera novaeangliae*). *Stenella attenuata* fue la especie dominante con 42 avistamientos, seguido de *S. bredanensis*. Encontrando la mayor

diversidad de especies en la época de secas y mayor equidad en temporada de lluvias. En un estudio reciente y más amplio Villegas-Zurita *et al.* (2018) determinaron una riqueza de 21 especies, repartidas en dos órdenes, tres subórdenes, cinco familias y 17 géneros, en el cual los odontocetos representaron el 66.6 por ciento de la riqueza de especies, donde nuevamente *S. attenuata* fue la especie más frecuente. En este trabajo se registraron siete nuevos registros de especies para la zona.

Por otro lado, Enríquez-García (2018) realizó un trabajo con las dos especies de interés para este trabajo, comparando los hábitos alimenticios entre ambas especies en la costa de Oaxaca a partir de las proporciones de isótopos estables de carbono (^{13}C) y nitrógeno (^{15}N) en muestras de piel de 10 individuos de *S. attenuata* y 13 de *S. longirostris*, y cuatro muestras de músculo para esta especie; encontró una tendencia hacia la partición de recursos entre ambas especies, ya que *S. longirostris* mostraron hábitos alimenticios más oceánicos y de menor posición trófica, también encontró que los valores de ^{15}N en el músculo mostraron una tendencia a ser menores que los de la piel, reflejando un cambio temporal en las señales asimiladas desde las presas consumidas. En un trabajo más reciente (Enríquez-García, 2020) encontró que ambas especies mostraron una variación interanual en sus nichos isotópicos, ya que en *S. longirostris* existe la presencia de distintos linajes maternos con distintos hábitos alimentarios en cada año, y en *S. attenuata* se da por cambios en la alimentación derivados de la dinámica de sus presas en el ambiente costero. Al mismo tiempo, descubrió que ambas especies compartieron sus principales fuentes de alimentación o especies presa (*Benthosema panamense* e *Hyporhamphus naos*), con una contribución mayor de *B. panamense* para *S. longirostris*.

Respecto a la investigación sobre el comportamiento de mamíferos marinos en la zona de estudio, Vázquez-Lozano (2015) identificó las actividades que realizaron *S. attenuata*, *S. bredanensis*, *D. delphis*, *T. truncatus* y *M. novaeangliae* durante los encuentros con dichas especies, tales como saltos, golpes de cola y también menciona si estos presentaban un comportamiento evasivo o curioso hacia la embarcación, cabe mencionar que no los cuantifica. En zonas relativamente cercanas existen estudios como son los realizados por Ortiz-Wolford (2011) determinó en el Pacífico este de

Guatemala que el comportamiento de alimentación y de socialización de *D. delphis*, *T. truncatus* y *S. longirostris* se encuentran ligados a las variables de profundidad y pendiente, también encontró que las tres especies preferían formar grandes agrupaciones durante la alimentación, mientras que para la socialización encontró diferencias ya que *T. truncatus* lo realizaba en grupos pequeños, mientras *S. longirostris* lo realizaban en grupos de mayor tamaño. Cubero-Pardo (2007) observó en el Golfo Dulce, Costa Rica que para *T. truncatus*, las actividades de alimentación mostraron coincidencia exclusiva con bocas de ríos y áreas de coral y manglar, y las actividades sociales y de merodeo, se asociaron a áreas cercanas a los sitios de forrajeo. En el caso de *S. attenuata*, no fue posible asociar a zonas con comportamientos particulares, pues todo el grupo se movía junto; sin embargo, si observaron distintos comportamientos en un mismo momento. En ambas especies el mayor promedio en el número de individuos por grupo correspondió a la categoría de socialización activa, seguido en forma decreciente por el desplazamiento, la socialización pasiva y la alimentación. May-Collado y Morales-Ramírez (2004) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica observaron que hubo una asociación entre las actividades de comportamiento y la hora del día ya que en las horas tempranas de la mañana (6:00 am-9:00 am) las invirtieron principalmente en actividades sociales; la media mañana (9:00 am-12:00 pm) la dedicaron principalmente a alimentarse y a socializar; la tarde (12:00 pm-3:00 pm) la dedicaron exclusivamente a la alimentación. Finalmente, al atardecer (3:00 pm-6:00 pm) las actividades sociales las volvieron a intensificar y se maximizaron las actividades alimentarias.

En un estudio realizado en la Bahía Drake e Isla del Caño en Costa Rica para la evaluación del comportamiento de *S. attenuata* en ausencia y presencia de botes turísticos, Montero-Cordero (2007) concluyó que *S. attenuata* invirtió más tiempo en actividades de alimentación que en otras actividades durante la época seca, registrando la mayor densidad relativa mensual de avistamientos en marzo y abril. Estos también reaccionaron de manera negativa ante las embarcaciones de turismo que no siguieron al menos una de las regulaciones de manejo de bote establecidas en el Decreto Ejecutivo 32495 (2005), titulado “Reglamento para regular observación de ballenas y delfines”. Por otra parte, en el Pacífico centro-este de Guatemala, Cabrera-

Arreola y Ortíz-Wolford (2012) observaron que el delfín manchado (*S. attenuata*) presenta movimientos estacionales de pequeña escala entre las dos épocas ya que en época seca se localizó en un área bastante costera, mientras que en la época lluviosa se encontró en un área más cercana al talud y al cañón. Durante los comportamientos mixtos (socialización/alimentación) y de alimentación, en *S. attenuata* se observó en grupos de mediano tamaño (25-175 individuos), en cambio durante los comportamientos de descanso y desplazamiento se le registró en diferentes tamaños de grupo, al contrario del delfín tornillo (*S. longirostris*) que durante las actividades de alimentación y comportamientos mixtos se registró en grupos mayores (60-1100 individuos). Además, observaron comportamientos de cortejo y cuidado parental/aloparental para ambas especies.

Recientemente Ramos *et al.* (2020) frente a la costa de Guerrero, documentaron en delfines de dientes rugosos (*Steno bredanensis*) dos casos en donde se observó que múltiples delfines en el mismo grupo manipulaban y pasaban la presa de un lado a otro, arrancan trozos de carne del pescado, lo soltaban y otro delfín lo recogía y realizaba un comportamiento similar. Este comportamiento se le denominó intercambio de alimento.

IV. OBJETIVOS

4.1 General

- Determinar el comportamiento, abundancia y distribución espacial de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris*, durante la temporada seca en la porción central de la costa de Oaxaca, México.

4.2 Específicos

- Conocer la abundancia relativa de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* en la porción Central de la Costa de Oaxaca, México.
- Determinar la distribución espacial que presentan *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* en la porción Central de la Costa de Oaxaca, México, con base en la distancia a la costa y la profundidad.
- Identificar los comportamientos que presentan *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* en la porción Central de la Costa de Oaxaca, México.
- Describir el comportamiento de acuerdo al tamaño de grupo.

V. ÁREA DE ESTUDIO

La costa de Oaxaca se encuentra en los límites de dos regiones oceanográficas: la mexicana que comprende desde cabo San Lucas, Baja California Sur, hasta el límite con el Golfo de Tehuantepec, caracterizada por corrientes débiles y variables que en invierno tienen una dirección hacia el sureste y en verano hacia el noroeste, y la centroamericana que comprende desde el Golfo de Tehuantepec hasta Panamá, siendo su principal característica la influencia de vientos tanto del Pacífico como del Atlántico (Meraz y Sánchez-Díaz, 2008).

En condiciones normales la zona presenta una temperatura que varía de 25 a 30° C en los primeros 30 m de profundidad, estando al sur de la isoterma de los 33°C durante la mayor parte del año (Vázquez-Gutiérrez et al., 1998). La termoclina es somera y permanente, presentándose la capa de mezcla a los 20 m (Pacheco-Sandoval, 1991).

El área de estudio de este trabajo comprende una parte de la Costa Central de Oaxaca (CCO), la cual abarca la Barra de Tonameca en el municipio de Santa María Tonameca y la Barra de Copalita en el municipio de Santa María Huatulco, en la zona existen dos épocas climáticas muy definidas: la temporada de lluvias (mayo a octubre) y la temporada de seca (noviembre a abril). Dicha costa está caracterizada por playas rocosas, enclavadas en extensas playas arenosas en la línea de costa. La zona no presenta lagunas costeras importantes (salvo un par de esteros de boca efímera) (Castillejos-Moguel, 2015; Meraz y Sánchez- Díaz, 2008).

Dadas las características costeras y oceanográficas de esta zona, para el registro de avistamientos de mamíferos marinos, planearon y realizaron recorridos mediante navegaciones en un área que se denominó Bloque Costero (paralelo a la línea de costa), con un ancho entre cero a 10 km a partir de la línea de costa. Dicho bloque comprendió un área de aproximadamente 512.3 km², de noroeste a suroeste incluye las comunidades costeras de Barra de Tonameca, La Ventanilla, El Mazunte, San Agustínillo, Zipolite, Puerto Ángel, Estacahuite, La Mina, La Boquilla, Playa Tijera, Zapotengo y Playa Salchi (figura 5).

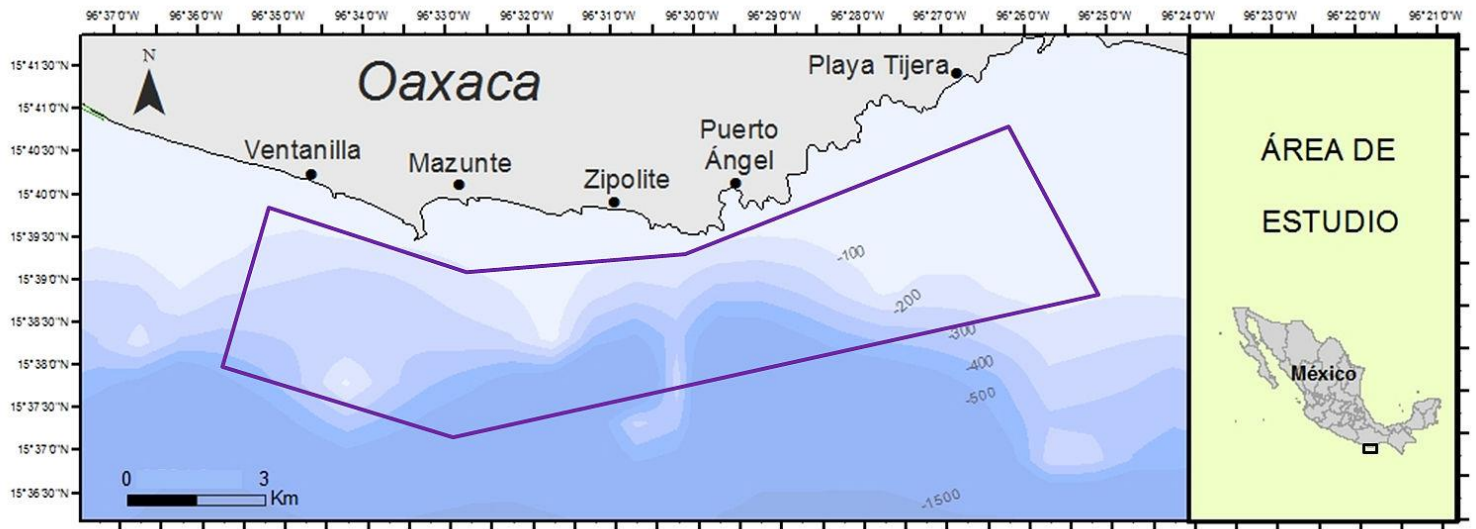


Figura 5. Área de estudio, la línea en color morado indica el transecto planteado para las navegaciones.

VI. MÉTODO

6.1 Método de muestreo

Para esta investigación se realizaron recorridos sistemáticos en transectos lineales de tiempo y longitud variables en horas luz, a bordo de una embarcación de fibra de vidrio de siete metros de eslora con un motor fuera de borda de 60 HP, con una altura de observación por encima del nivel del mar en el intervalo de 1.6 a 2.5 m. Para detectar individuos, grupos, cuerpos y saltos de delfines, cada recorrido tuvo un mínimo de tres observadores con experiencia, quienes emplearon la técnica de ojo desnudo para la búsqueda activa mediante barridos visuales de 180° sobre el horizonte, hacia el frente y a cada lado de la embarcación. Se empleó el método de "*closing mode*" o modo de acercamiento (Buckland, *et al.*, 2001), en el cual la embarcación abandona el transecto lineal para aproximarse a los grupos avistados para realizar una estimación más precisa del tamaño de grupo y la identidad de las especies. Estas técnicas han sido probadas y ampliamente utilizadas en diversos trabajos en el área de estudio (Castillejos-Moguel y Villegas-Zurita, 2011; Villegas-Zurita y Castillejos-Moguel, 2013; Vázquez-Lozano, 2015; Villegas-Zurita *et al.* 2018; Enríquez-García, 2018; Enríquez-García, 2020).

Se realizaron dos tipos de muestreo, Navegaciones Programadas; tres mensuales realizadas de diciembre del 2019 a marzo del 2020 los cuales consistieron en muestreos programados específicamente para este trabajo con calendario y presupuesto propio, con una duración aproximada de cinco horas de recorrido, en los cuales iban a bordo de tres a cuatro observadores con experiencia para buscar exclusivamente las especies de estudio. Navegaciones no Programadas; consistieron en muestreos no calendarizados a partir de la actividad de turismo científico y de observación de fauna marina, realizado con turistas por la empresa Yubarta Ecoturismo que realiza navegaciones en el área de estudio, con duración de tres a cinco horas, con tres a cuatro observadores con experiencia, para buscar fauna marina (delfines, ballenas, tortugas, aves, mantas).

Cabe aclarar que se contempló realizar las navegaciones durante toda la temporada de seca (diciembre a abril), sin embargo, por la contingencia a nivel mundial ocasionada por el virus SARS-CoV-2, se cancelaron los tres muestreos correspondientes al mes de abril, debido a la prohibición por parte de la Capitanía de Puerto y la Secretaría de Marina (SEMAR) de realizar navegaciones a todas las embarcaciones de turismo náutico en México.

6.2 Registro de datos

Una vez que se detectó al grupo de delfines, se siguieron las recomendaciones de Constantine *et al.* (2004), con el objetivo de tener un impacto mínimo en el comportamiento natural de cada grupo observado. Algunas de estas recomendaciones son: (1) manejar el bote a la misma velocidad del grupo focal y de forma paralela, (2) si el grupo se encuentra en comportamiento estacionario o movimiento lento, el bote se pondrá en la marcha “neutro” o será apagado, y (3) no se harán cambios bruscos de velocidad.

Adicionalmente, se anotaron en hojas de registro bajo un formato establecido para esta investigación, los datos de posición geográfica generados por un dispositivo GPS de mano (GARMIN-etrex 10) del lugar donde inició el avistamiento y donde este terminó, la hora inicial y final del avistamiento, temperatura superficial del mar con un termómetro digital con sonda a un metro de profundidad, número de individuos en el grupo, el comportamiento del grupo o subgrupos en el momento del avistamiento y los diferentes comportamientos durante el encuentro, para su corroboración se tomaron fotografías y videos. Se registró en lo posible, la composición del grupo, a través de presencia/ausencia de adultos, juveniles, crías y recién nacidos.

6.3 Abundancia relativa

Se calculó la abundancia relativa medida con la tasa de encuentro (TE) al esfuerzo de muestreo en kilómetros. Es decir, la tasa de encuentro con base en el número de

avistamientos por cada 100 km recorridos de acuerdo con Kiszka *et al.*, (2007), quien la define como $TE = n/L \times 100$, donde n es el número de encuentros (avistamientos) y L es la distancia total recorrida en kilómetros. Con la finalidad de estandarizar los datos, en esta fórmula se multiplican los valores obtenidos por 100. La tasa de encuentro se calculó para cada especie de forma mensual y total a lo largo del periodo de estudio.

6.4 Distribución espacial

Para describir la distribución espacial se utilizaron los registros de avistamientos de cada especie a lo largo del periodo de estudio y se generaron mapas con el programa ArcMap Versión 10.1. Para esto se emplearon las coordenadas geográficas de los avistamientos y los valores de profundidad y distancia a la línea de costa, los cuales se obtuvieron, empleando herramientas del programa ArcMap Versión 10.1, a partir de la capa SEMARNAT Mex_ADM. Para obtener los puntos de distancia a la costa se empleó la capa Estados_UTMZ14N. Para obtener la frecuencia de avistamientos respecto a la profundidad, se empleó el ráster GEBCO2014_120.0_10.

6.5 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).

Los comportamientos fueron asignados a una de las cinco categorías propuestas por Montero-Cordero (2007) para determinar el comportamiento de *S. attenuata* en ausencia y en presencia de botes turísticos en Costa Rica.

1. Social: Las siguientes descripciones serán consideradas como comportamiento social.

a. Interacción con embarcaciones: Los animales se acercan voluntariamente al bote y nadan en la proa o estribor, o bien simplemente inspeccionan el bote.

b. Interacciones entre miembros del grupo o entre subgrupos:

I. Persecución: Individuos persiguiéndose, uno a uno o un grupo a uno solo. Generalmente involucra distancias cortas o roces.

II. Sexual: Nado de dos individuos vientre con vientre por un periodo corto. Se observa los genitales del macho al copular con la hembra o simplemente los machos nadan con sus genitales expuestos.

III. Madre-cría: Crías se mantienen cerca de la madre y pueden mostrar un patrón de comportamiento aéreo conspicuo.

IV. Aéreo: Se incluyen en esta subcategoría saltos altos, saltos bajos, espionaje, golpes de cola, saltos horizontales y giros.

2. Alimentación: Este comportamiento se diferenciará en dos técnicas, según Cubero (1998) y May-Collado y Morales-Ramírez (2004) de la siguiente forma:

a. Búsqueda: Delfines involucrados en cualquier esfuerzo de captura a través de buceos profundos sincronizados con exhalaciones sonoras. Puede haber cierto desplazamiento dentro de una gran área circular, aunque las direcciones de nado cambian constantemente. Es común observar la cola del individuo de forma vertical al sumergirse. Los buceos duran en promedio dos minutos.

b. Persecución: Se observa a los delfines consumiendo la presa. Lo anterior es evidenciado por persecuciones superficiales y natación rápida circular (sin perseguir a otro delfín).

3. Reposo: Movimientos lentos dentro de un grupo compacto (menos de un cuerpo de distancia entre un individuo y otro). Generalmente realizan inmersiones cortas, relativamente constantes. Hay intervalos de buceos sincronizados.

4. Desplazamiento: Movimiento direccional persistente. Este puede ser lento o rápido.

5. Errático: Los delfines muestran cambios frecuentes y movimientos erráticos, que pareciera una transición de comportamientos. No presentan ningún comportamiento concreto de los antes mencionados. Los buceos son relativamente

largos y los individuos respiran individualmente. Se mantienen dentro de una misma área.

VII. RESULTADOS

7.1 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo fue sistemático y consistió en 25 transectos recorridos, de los cuales 12 fueron Navegaciones Programadas y 13 Navegaciones no Programadas, que en conjunto representan 1 031.8 km navegados, 594.1 km correspondieron a las Navegaciones Programadas y 437.7 km a las Navegaciones no Programadas (figura 6). Se registraron un total de 104.13 horas de observación (tabla1). Se obtuvieron 94 avistamientos de distintas especies de cetáceos, pudiendo identificar nueve especies y en una ocasión no fue posible la identificación del organismo, por lo tanto, se asignó a su correspondiente familia (Delphinidae) (tabla 2).

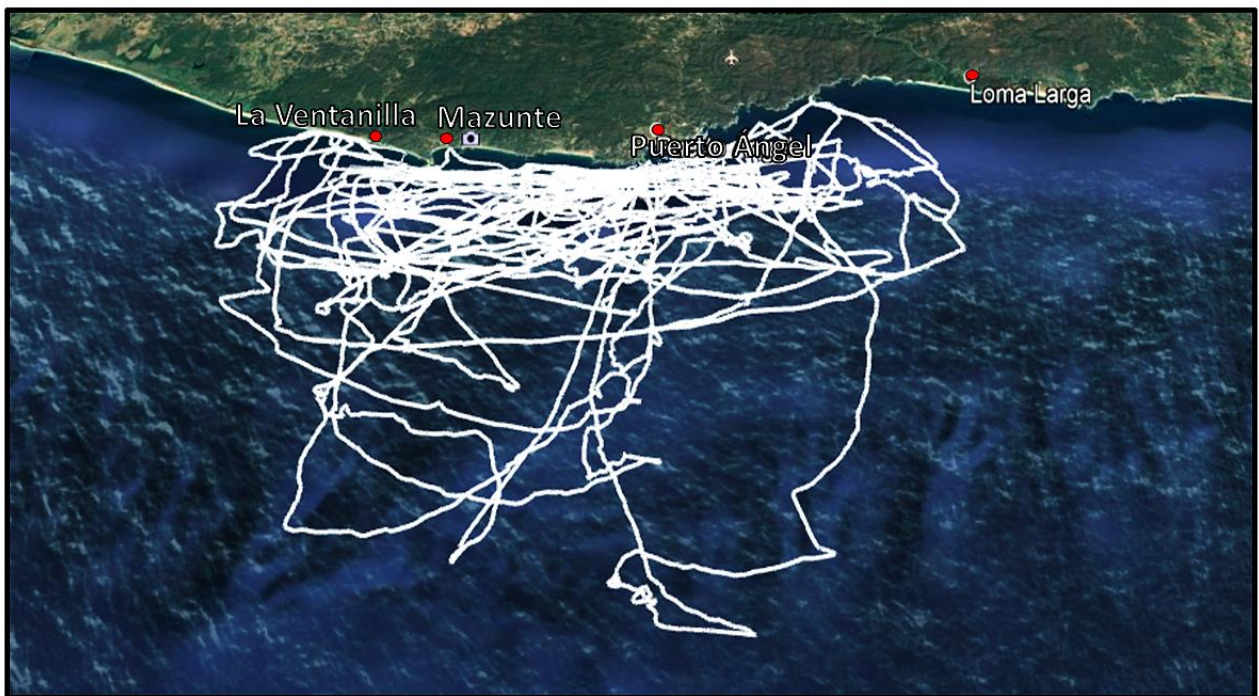


Figura 6. Rutas de los transectos recorridos en el área de estudio, entre los meses de diciembre 2019 y marzo 2020.

Tabla 1. Esfuerzo de muestreo mensual

Fecha	No. de navegaciones	No. total de horas	Km recorridos
Diciembre, 2019	6	27.7	290.3
Enero, 2020	10	36.25	353.4
Febrero, 2020	5	23.44	213
Marzo, 2020	4	16.74	175.1
Total de esfuerzo	25	104.13	1031.8
Media	6.25	26	257.95

Tabla 2. Especies avistadas durante los recorridos realizados en la Costa Central de Oaxaca

Especies	No. Avistamientos
<i>Stenella attenuata</i>	32
<i>Stenella longirostris</i>	15
<i>Megaptera novaeangliae</i>	23
<i>Tursiops truncatus</i>	13
<i>Delphinus delphis</i>	4
<i>Balaenoptera edeni</i>	2
<i>Steno bredanensis</i>	2
<i>Ziphius cavirostris</i>	1
<i>Mesoplodon peruvianus</i>	1
Delphinidae	1
Total	94

El transecto promedio recorrido durante las Navegaciones Programadas fue de 49.5 km (DE= \pm 6.03) mientras que para las Navegaciones no Programadas fue de 33.7 km (DE= \pm 8.01). Por lo regular las Navegaciones Programadas comenzaron entre las 7:00 am y 8:00 am terminando entre las 12:00 pm y 1:00 pm, esto si antes no se realizaba una Navegación no Programada, la cual comenzaba a la misma hora y finalizaba entre las 10:00 am y 11:00 am, al terminar ésta, en ocasiones se tomaba un descanso y después se continuaba con el recorrido programado de cinco horas. La velocidad promedio a la cual se manejó la embarcación fue de 9.8 km/h (DE= \pm 1.38).

7.2 Tamaño de grupo y abundancia relativa

De los 47 avistamientos de las especies de interés, 15 fueron de *S. longirostris* y 32 de *S. attenuata*. Al analizar el tamaño de grupo, se observó un total de 803 individuos de *S. attenuata* en grupos que oscilaron de un solo individuo a 200 (25 en promedio \pm 49.19), mientras que en *S. longirostris* se observaron 12 455 individuos en grupos de 15 a 1 500 individuos (830 en promedio \pm 523.72) (tabla 3).

Tabla 3. Tamaño de grupos de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* durante los encuentros

Especie	Fecha	Rg	Especie	Fecha	Rg
	14/12/19	10-13		14/12/19	40-50
	14/12/19	8-13		29/12/19	15-20
	21/12/19	3		04/01/20	1500-2000
	21/12/19	10		18/01/20	800-1000
	21/12/19	8-10		18/01/20	600-800
	21/12/19	7		19/01/20	1500
	24/12/19	200-250		21/01/20	1000-1500
	27/12/19	15-20	S.	08/02/20	800-1000
	27/12/19	20-30	<i>longirostris</i>	09/02/20	800-1000
	29/12/19	10-12		15/02/20	1500-2000
	29/12/19	10-15		16/02/20	500-1000
	18/01/20	1		14/03/20	100-200
	19/01/20	2		15/03/20	800-1000
	26/01/20	25-30		15/03/20	1500-2000
	26/01/20	6-8		15/03/20	1000-1500
	15/02/20	100-200		Promedio: 830	
S.	15/02/20	20-30			
<i>attenuata</i>	15/02/20	10			
	15/02/20	4			
	15/02/20	4			
	15/03/20	6			
	15/03/20	2			
	15/03/20	14			
	15/03/20	12			
	15/03/20	200-300			
	15/03/20	10-12			
	21/03/20	3			
	21/03/20	4-6			
	21/03/20	4			
	21/03/20	15-20			
	21/03/20	40-50			
	21/03/20	20-25			
	Promedio: 25				

La especie con el mayor valor de abundancia relativa determinada por TE ($TE = n/Lx100$) fue *S. attenuata* ($TE=3.20$) en comparación con *S. longirostris* ($TE=1.45$) (figura 7). La mayor abundancia relativa para ambas especies fue en el mes de marzo (*S. attenuata*: $TE=6.85$ y *S. longirostris*: $TE=3.11$) y la menor abundancia relativa para *S. attenuata* fue en el mes de enero ($TE=1.13$) y para *S. longirostris* en diciembre ($TE= 1.41$). Enero fue el mes donde el valor de abundancia relativa de ambas especies tuvieron la menor diferencia ($TE=0.28$).

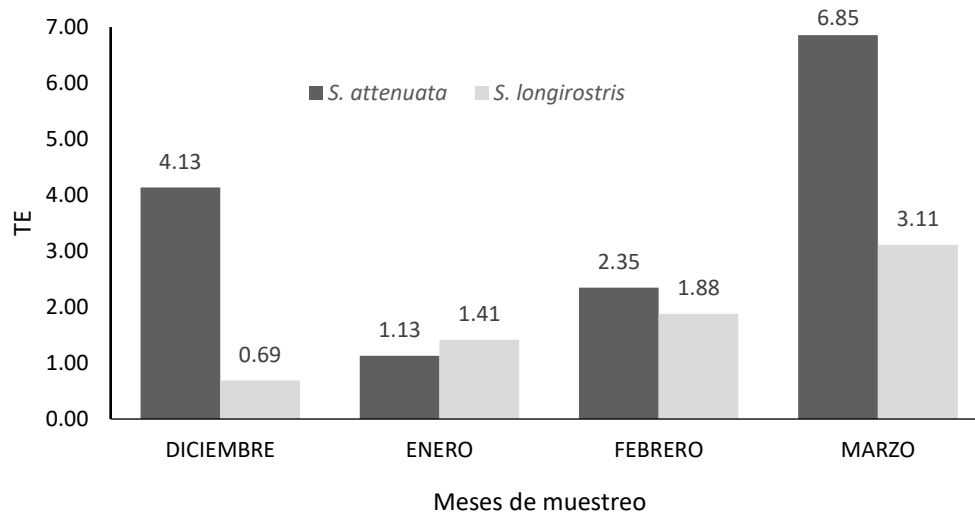


Figura 7. Abundancia relativa mensual determinada por TE de *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris*.

De los avistamientos de *S. longirostris*, en cinco se pudo observar que se encontraban en asociación con otra especie, en tres ocasiones se observó con atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) (figura 8) donde siempre el atún iba en frente del grupo. También se pudo observar en asociación con el delfín común de rostro corto (*Delphinus delphis*), los cuales no iban mezclados, sino que el grupo de *S. longirostris* era de menor tamaño y se mantenían dentro de los subgrupos que estaban muy dispersos. En un avistamiento se observaron estas tres especies juntas.



Figura 8. Asociación de *Stenella longirostris* con atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*). Foto: Dayana H.

Para el caso de *S. attenuata* en seis ocasiones se observó en asociación, una ocasión con un grupo de cinco toninas (*Tursiops truncatus*), en otra con un grupo de dos ballenas jorobadas (*Megaptera novaeangliae*) y el resto eran asociaciones con aves (figura 9).



Figura 9. Asociación bobos cafés (*Sula leucogaster*) con *Stenella attenuata*. Foto: Priscila S.

7.3 Distribución espacial

Se obtuvieron registros de avistamientos para ambas especies en toda el área de muestreo, observándose variaciones tanto en la distribución como en la frecuencia de avistamientos en algunos sectores dependiendo de la distancia de la línea de costa y de la profundidad, para ambas especies.

Stenella attenuata presentó una distribución más amplia, teniendo avistamientos muy cercanos a la línea de costa (0.282 km.) así como también avistamientos alejados de la línea de costa (12.080 km.), obteniendo un promedio de la distancia de 5.032 ± 3.336 km. (figura 10). De la misma manera, en cuanto a la profundidad se observó una gran variación, presentándose a una profundidad mínima de 15.1 m. y máxima de 2 132 m. con una profundidad promedio de $1\ 193.9 \pm 631.5$ m. (figura 11).

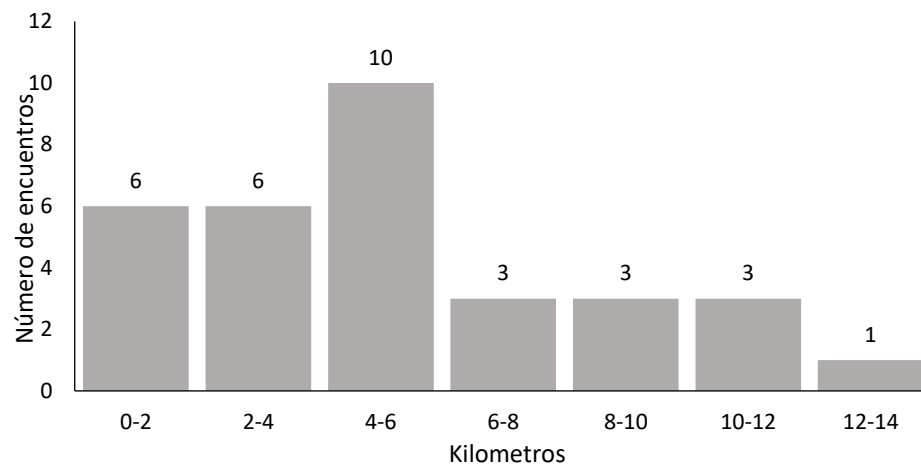


Figura 10. Distancia a la línea de costa (km) de *Stenella attenuata* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

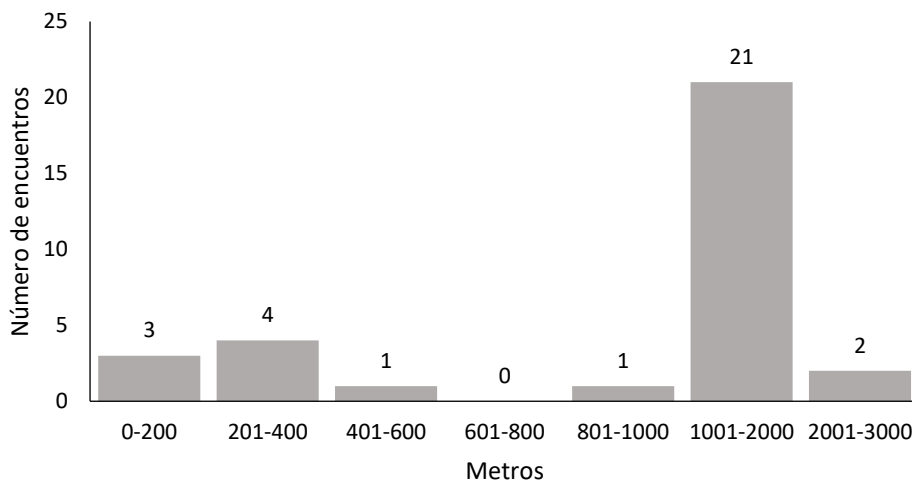


Figura 11. Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó *S. attenuata* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

A diferencia de *S. attenuata*, *S. longirostris* presentó una distribución un poco más compacta y más alejados de la línea de costa, ya que los avistamientos registraron a una distancia promedio de $4\,647.3 \pm 3\,803.7$ m. a la línea de costa, siendo la distancia mínima de 1 905.2 m. y la máxima de 15 110.8 m. (figura 12), por otra parte, para la profundidad se obtuvo un promedio de $1\,209 \pm 616.12$ m. obteniendo una profundidad mínima de 286.3 m. y una máxima de 2 132 m. (figura 13). En la figura 14 se puede observar la distribución de ambas especies.

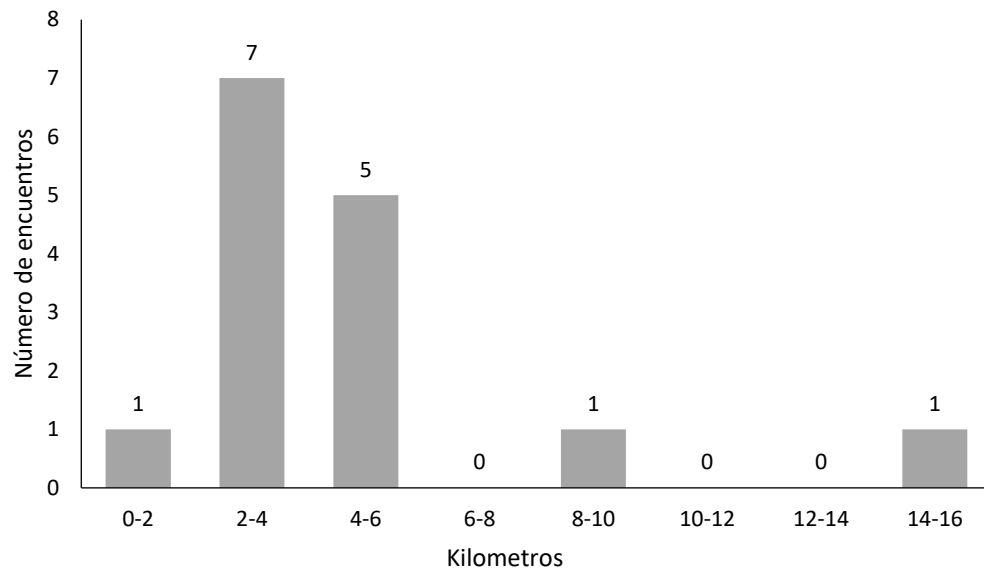


Figura 12. Distancia a la línea de costa (km) de *Stenella longirostris* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

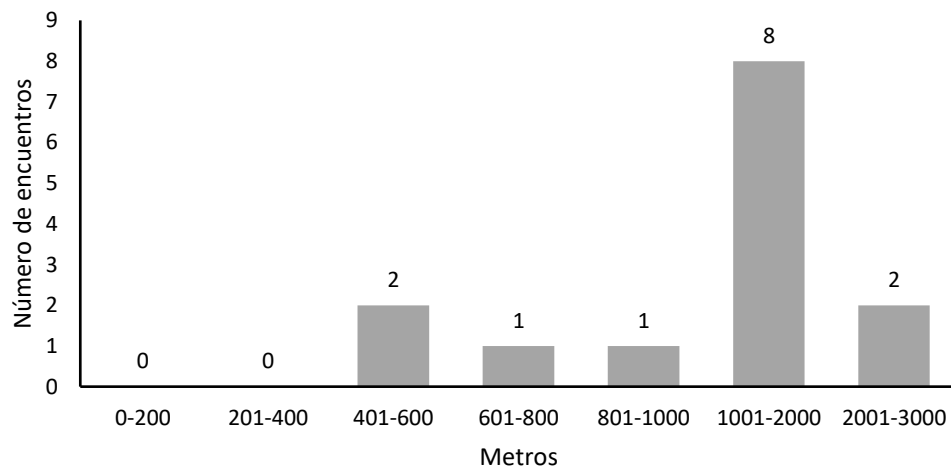


Figura 13. Profundidad (m) de la columna de agua donde se observó *Stenella longirostris* durante las observaciones de diciembre 2019 a marzo 2020.

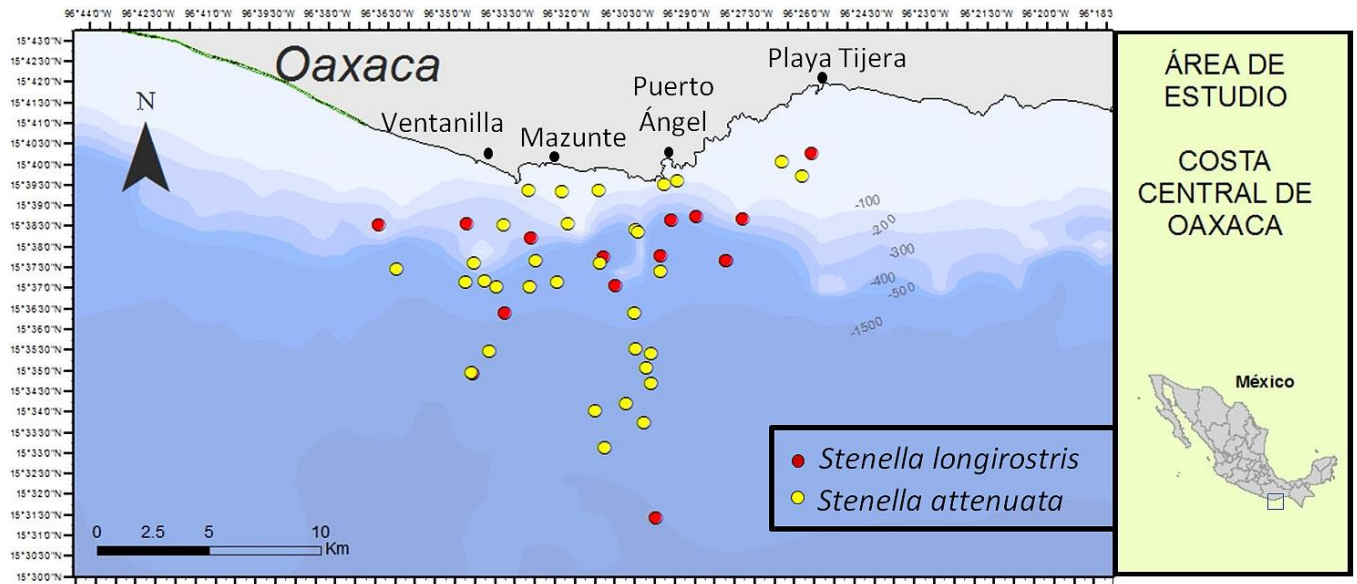


figura 14. Distribución espacial de los avistamientos de *Stenella longirostris* y *Stenella attenuata* frente a la costa de Oaxaca.

7.4 Comportamiento

Delfín manchado (*S. attenuata*)

Durante los recorridos, el comportamiento que se observó con más frecuencia en esta especie fue el aéreo: 15 ocasiones (19 %), seguido por el de desplazamiento: 13 (17 %), interacción con embarcaciones: 12 (16 %), errático: 9 (12 %), reposo: 8 (10 %) y persecución (alimentación): 8 (10 %), madre-cría: 6 (8 %), búsqueda (alimentación): 4 (5 %) y por último el menos frecuente fue el de persecución entre individuos: 2 (3 %) (figura 15).

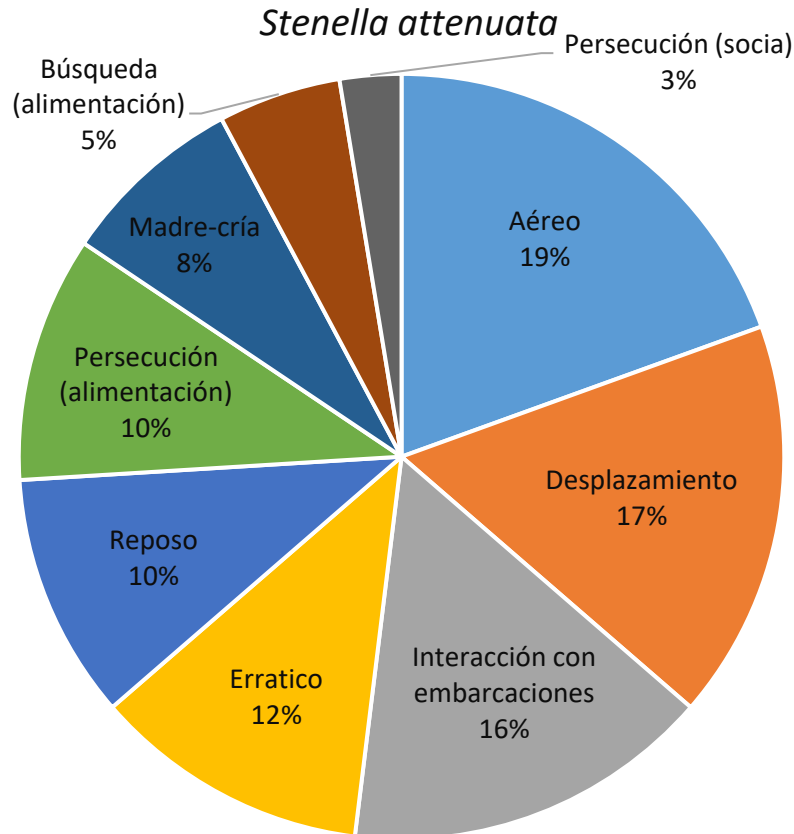


Figura 15. Comportamientos registrados de *Stenella attenuata*.

En 28 ocasiones se observó que los individuos se desplazaban en grupos muy dispersos. Durante los avistamientos, evadían las embarcaciones y en pocas ocasiones tuvieron una interacción durante un tiempo muy corto (± 1 minuto), generalmente nadaban cerca de la proa o pasaban de un lado a otro por debajo de la embarcación.

Cuando se les observó alimentándose, lo hacían dentro de parches grandes y dispersos, estos podían ser vistos desde lejos ya que siempre había aves volando por encima del área de alimentación (figura 16). Este comportamiento fue muy evidente ya que cuando las condiciones del mar lo permitían se podía ver por debajo del agua el cardumen de peces y como eran perseguidos por los delfines y también los peces en los picos de las aves, incluso en la boca de un delfín (figura 17).



Figura 16. Aves volando sobre parche de alimentación de delfines. Foto: Priscila S.

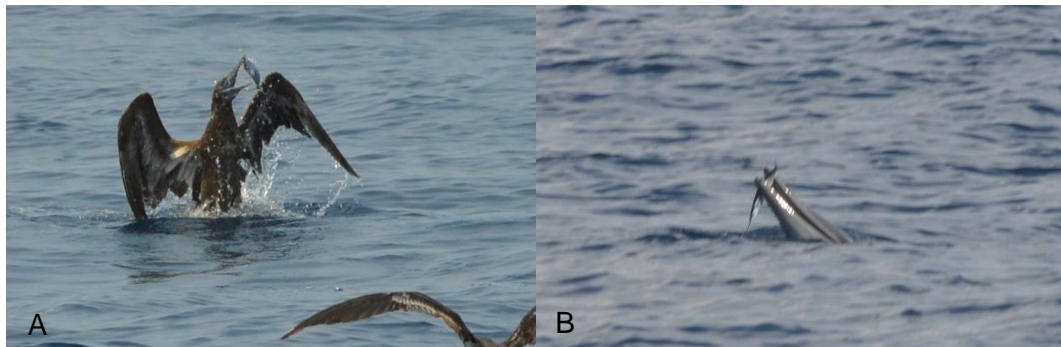


Figura 17. A) Bobo café (*Sula leucogaster*) y B) Delfín manchado (*Stenella attenuata*) capturando peces durante el registro de alimentación en la Costa Central de Oaxaca. Foto: Francisco V.

Delfín tornillo (*S. longirostris*)

El comportamiento que se observó con mayor frecuencia en esta especie fue el aéreo en 14 ocasiones (24 %) y la interacción con la embarcación: 14 (24 %), mientras que la búsqueda (alimentación): 1 (2%) y la persecución (alimentación): 1 (2%) fueron los de menor frecuencia (figura 18).

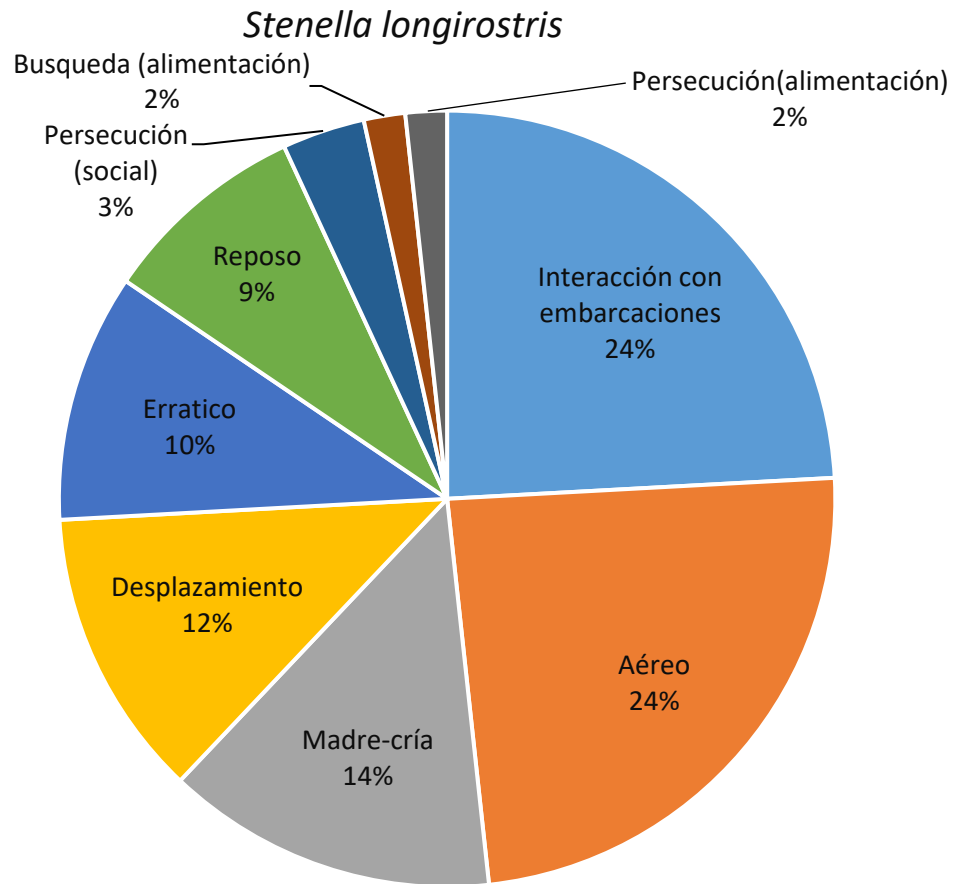


Figura 18. Comportamientos registrados de *Stenella longirostris*.

En 14 de los 15 encuentros, estos se aproximaban a la embarcación a nadar en la proa, o bien inspeccionaban el bote nadando de un lado a otro, (figura 19). Siempre se encontraban dando saltos y giros, de hecho, por este comportamiento fue como se detectaban en la mayoría de las ocasiones, los saltos eran altos y de cuerpo completo o de costado, otro comportamiento aéreo muy común fue los golpes de cola sobre la superficie, en ocasiones eran repetitivos y tardaban varios segundos.



Figura 19. Interacción social de *Stenella longirostris* con embarcación. Foto: Priscila S.

En una ocasión se pudo observar a un individuo con una bolsa de plástico con la cual probablemente jugaba ya que, al darle seguimiento fotográfico, se corroboró que primero la llevaba en la boca y después de aproximadamente ocho minutos y de dar muchos saltos de diferente manera, se le observó en la aleta dorsal (figura 20).



Figura 20. Delfín posiblemente jugando con una bolsa de plástico. Foto: Francisco V.

7.5 Descripción del comportamiento según el tamaño de grupo

El comportamiento de alimentación en *S. attenuata*, fue observado con un promedio mayor de individuos (36) en comparación de los comportamientos de reposo (11) y errático (11). Mientras que para *S. longirostris* se observó que en el comportamiento de reposo se presentó en grupos más grandes (863) y la actividad de alimentación se realizaba en grupos menores (40). En la tabla 4, se observa la relación del tamaño de grupo según el comportamiento.

Tabla 4. Comparación del tamaño de grupo y el tipo de comportamiento

Especie	Rango		Media
	Mínimo	Máximo	
Social			
<i>S. attenuata</i>	2	200	15
<i>S. longirostris</i>	15	1 500	830
Alimentación			
<i>S. attenuata</i>	2	200	36
<i>S. longirostris</i>	40	40	40
Reposo			
<i>S. attenuata</i>	2	20	11
<i>S. longirostris</i>	15	1 500	863
Desplazamiento			
<i>S. attenuata</i>	1	200	25
<i>S. longirostris</i>	15	1 000	579
Errático			
<i>S. attenuata</i>	4	25	11
<i>S. longirostris</i>	100	1 500	833

VIII. DISCUSIÓN

Tamaño de grupo y abundancia relativa

Para *S. attenuata* se registraron grupos en promedio de 25 ± 49.19 individuos en promedio, los cuales se encontraban muy dispersos, creando subgrupos pequeños de un solo individuo a tres o hasta cuatro individuos. Lo cual es muy similar a lo observado por Cabrera-Arreola *et al.* (2010) y Cabrera-Arreola y Ortiz-Wolford (2012) en el Pacífico centro-este de Guatemala, en donde este delfín presentó tamaños de grupo con 22 ± 25 y 36 ± 79 individuos respectivamente. En contraste con *S. longirostris*, el tamaño de grupo fue mucho mayor en este trabajo, en promedio fue de 523 ± 830 individuos, esto difiere substancialmente con lo que mencionan los mismos autores en su zona de estudio, ya que éstos observaron grupos más pequeños, de 304 ± 445 y 318 ± 376 individuos respectivamente.

Möller *et al.* (2002); Gowans *et al.* (2008) señalan que se da una mayor tendencia a la formación de grupos grandes en especies de tamaño pequeño, lo cual podría estar relacionada a una estrategia de protección, reduciendo la susceptibilidad a la depredación y una estrategia de cooperación en la búsqueda y captura del alimento, ya que reunir a cientos de individuos en un área determinada incrementa la probabilidad de detectar y capturar los cardúmenes. Lo cual podría ser el caso de *S. longirostris*, ya que podría ser considerada una especie relativamente pequeña (± 2 m de longitud) y de cuerpo delgado.

En cuanto a las asociaciones, para el caso de *S. attenuata* las especies de aves que se registraron fueron bobos cafés (*Sula leucogaster*) y pardelas (*Puffinus opisthomelas* y *Ardenna pacifica*) las cuales coinciden con lo observado por Cabrera-Arreola, *et al.* (2012) y Ortiz-Wolford (2011) en el Pacífico este de Guatemala, estas asociaciones se registraron exclusivamente cuando los delfines se encontraban alimentándose, es decir dentro de los parches de alimentación, las aves sobrevolaban en círculos persiguiendo a los delfines y aprovechaban a zambullirse para atrapar peces cuando los delfines perseguían al cardumen de peces y los hacían dirigirse a la superficie.

En lo que respecta a la asociación de *S. longirostris* con atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*), la cual fue la más frecuente en el presente estudio, Edwards (1992) menciona que esta asociación se da de manera habitual cuando las presas se distribuyen en parches dispersos y los delfines son más hábiles que el atún para localizar estos parches. El atún es quien obtiene los mayores beneficios ya que los delfines les brindan protección contra depredadores y una mayor facilidad para encontrar cardúmenes; sin embargo, los pescadores también se ven beneficiados de esta asociación, ya que, mediante la localización de delfines asociados a peces, se realiza la capturan de los atunes, lo cual fue observado en la CCO, incluso con embarcaciones de turismo quienes realizaban desplazamientos en círculos o alrededor y dentro del grupo de delfines para pescar atunes.

Los resultados de este estudio difieren con los encontrados por Vázquez-Lozano (2015), ya que en su trabajo no se registró ningún avistamiento de *S. longirostris*, a pesar de que las navegaciones se realizaron por nueve meses, incluyendo todos los meses de la temporada seca que abarcaron este trabajo (diciembre-marzo). De igual manera Meraz y Sánchez-Díaz (2008) observaron solamente en una ocasión un grupo de 10 individuos de *S. longirostris*, en asociación con un grupo de 13 individuos de *T. truncatus* y con 40 de *S. attenuata*. Esto resulta relevante en términos de distribución espacial y abundancia, ya que ambos estudios se realizaron dentro de la CCO, y en el presente trabajo *S. longirostris* fue una de las especies más frecuente (16 %) respecto a todas las especies registradas entre diciembre de 2020 y marzo de 2021. Es posible que existan cambios en algunos factores ambientales que influyen en dichos cambios de distribución y abundancia de *S. longirostris* en la CCO, por lo que se debe poner atención en realizar estudios de largo plazo tendientes a identificar y conocer el efecto de éstos.

Distribución espacial

Para ambas especies se observa un traslape entre sus áreas de distribución, sin embargo se aprecia una clara diferencia en cuanto a la distancia hacia la línea de costa, ya que *S. attenuata* se pudieron observar muy cerca de la costa, obteniendo

avistamientos con una distancia menor a un kilómetro (282 m.), mientras que en todos los avistamientos de *S. longirostris* se presentaron más lejos, siendo todos los avistamientos a una distancia mayor a un kilómetro (1905 m.), formándose un área definida donde a partir de esta área empieza su distribución.

En este sentido Cabrera-Arreola, *et al.* (2012) describen en el Pacífico Central de Guatemala, una mayor distribución de *S. attenuata* en el área costera sobre la plataforma continental donde la profundidad es menor a 200 m. y para *S. longirostris*, distribuciones distantes de la costa (60 – 197 km), de la misma manera Cabrera-Arreola (2011) menciona para el Pacífico este de Guatemala, que los intervalos de distribución para *S. longirostris*, estuvo entre los 44 y 80 km de la costa, con mayor frecuencia entre los 45 y 65 km de la línea de costa, y con profundidades entre los 200 y 500 m y para *S. attenuata*, a partir de los 7 hasta los 65 km de la línea de costa y con el 50% de los datos entre nueve y 41 km.

Referente a la variable de la distancia a la línea de costa, no puede contrastarse con el presente trabajo ya que las navegaciones estuvieron limitadas a una distancia de 18 km. Sin embargo, resalta el hecho de que ambas especies se registraron a una distancia menor en la CCO, siendo los avistamientos de mayor distancia a la línea de costa de 12 080.9 m para *S. attenuata* y 15 110.8 m para *S. longirostris*. Resalta además que la profundidad de los registros fue comparativamente mayor, avistándose con la mayor profundidad de 2 132 m para ambas especies. Esto podría explicarse debido a diferencias en la pendiente de la plataforma continental en cada área de estudio, ya que la CCO presenta una plataforma continental angosta (4 – 6 km) (De la Lanza, 1991), con profundidades mayores a 4 000 m muy cerca de la costa, presentándose estas distribuciones más cercanas a la costa, pero a profundidades iguales o mayores.

Comportamiento

En el caso de *S. attenuata* los datos mostraron que esta especie no fue curiosa en gran medida, dado que, en la mayoría de los avistamientos, evadían a las embarcaciones dispersándose o alejándose. Estos resultados son similares a los registrados por Montero-Cordero (2007) en Bahía Drake e Isla del Caño, Costa Rica,

durante la época seca, donde los delfines presentaban diversas reacciones negativas ante las embarcaciones de turismo, como cambios de comportamiento, alejamiento, cambio de dirección y aumento en el tiempo de buceo. En las pocas ocasiones que tuvieron interacción, se acercaban por los costados de la embarcación y nadaban de un lado a otro pasando por debajo, o también nadaban y daban pequeños saltos frente a la proa. Cuando este comportamiento ocurría, era realizado por muy pocos individuos del grupo especialmente crías y juveniles y durante un tiempo muy corto. Este comportamiento es similar a lo que registró en diversas ocasiones Vázquez-Lozano (2015) en la misma zona de estudio.

En el caso del comportamiento de alimentación Montero-Cordero (2007) observó que en presencia de la embarcación de investigación este comportamiento es más probable que ocurra o se registre, en comparación con la presencia de embarcaciones de turismo, lo cual se pudo observar durante las navegaciones en la CCO, ya que en las ocasiones que se observó este comportamiento no había presencia de otras embarcaciones o se observó en lugares donde las embarcaciones de turismo no llegan, por lo cual es muy probable que la presencia de embarcaciones durante la alimentación de delfines, pueda inhibir dicho comportamiento. Para este mismo comportamiento Cubero-Pardo (1998) observó que se realizaba mayormente entre las 9:00 y 11:59 am, lo cual también concuerda con lo observado en este trabajo ya que dicho comportamiento se registró entre las 7:55 y 11:20 am, cabe mencionar que las navegaciones en el presente trabajo fueron realizadas entre 7:00 am y 13:00 pm en la mayoría de las ocasiones, sin embargo, no se puede concluir con certeza un efecto del horario en la alimentación, por lo que se debe hacer un análisis dirigido en este sentido. Ortiz-Wolford (2011) describe que utilizaban una técnica que consistía en la separación de un grupo de varias decenas, coordinándose en subgrupos, que se mantenían interactuando dentro de un área aproximada de 500 metros de diámetro, esta técnica también fue observada dentro del área de estudio de la CCO, ya que cuando se alimentaban lo hacían dentro de parches dispersos y en grupos grandes (200 individuos aproximadamente) y haciendo en ocasiones hasta cuatro subgrupos.

Por su parte *S. longirostris* en este trabajo se considera como una especie muy curiosa por que los registros mostraron que en todas las ocasiones presentaron un comportamiento curioso hacia la embarcación nadando muy cerca de ésta y dando saltos constantes cerca de la embarcación, y en una ocasión nadaron por unos segundos en círculo alrededor de la embarcación. Además, en diversas ocasiones se observó que otras embarcaciones de turismo navegaban dentro o por encima del grupo, sin que éstos presentaran un cambio en su comportamiento a diferencia de *S. attenuata* que eran evasivos. Con relación a esto, Danil *et al.* (2005) observaron en la playa Maku'a en Hawai que estos delfines mostraron un cambio en el comportamiento de descanso en presencia de nadadores, sin embargo, el comportamiento aéreo no se vio afectado.

Respecto al comportamiento aéreo de *S. longirostris*, Norris y Dohl (1980) reportan diversas variedades dentro de este comportamiento en la isla de Hawái, los cuales fueron giros, salto de cola por encima de la cabeza, golpe de cabeza, golpe de espalda y golpe de cola, estos mismos comportamientos fueron registrados dentro de la CCO, siendo los más recurrentes los giros como es típico en la especie y los golpes de cola el cual en una ocasión este comportamiento fue realizado por un individuo en posición invertida, es decir con el vientre hacia arriba. Todos estos comportamientos producían sonidos fuertes cuando los delfines caían al agua. Especialmente el comportamiento de golpe de cola, observado la mayoría de las ocasiones cerca de la embarcación en la CCO, consistió en golpes superficiales del agua con la parte ventral de la aleta caudal sin desplazamiento del individuo, cuyos golpes eran repetidos entre tres a cinco veces.

En el Pacífico Central de Guatemala Cabrera-Arreola, *et al.* (2012) reportan que la comunicación vocal se registró en todas las especies de delfines que se distribuyen en dicha zona dentro de los cuales se encuentran las dos especies del presente estudio. En el presente trabajo las vocalizaciones fueron mucho más comunes para *S. longirostris* y sobre todo eran tan intensas que eran audibles en la embarcación, en comparación con *S. attenuata*, que pocas veces se llegaron a escuchar vocalizaciones y solo fue posible escucharlas con ayuda de un hidrófono. Estas vocalizaciones

audibles al ser humano también fueron reportadas por Ortiz-Wolford (2011) en el cañón de San José y la fosa Centroamericana-Pacífico este de Guatemala, mientras la manada de delfines mantenía una interacción con la embarcación.

Descripción del comportamiento según el tamaño de grupo

Para *S. attenuata*, los comportamientos de alimentación y desplazamiento se observaron en grupos de mayor tamaño, mientras que en los demás comportamientos no hubo amplia diferencia o esta fue nula. *S. longirostris* por el contrario si presentó una clara diferencia, ya que el comportamiento de alimentación fue el que se observó con una reducida cantidad de individuos en comparación con los demás comportamientos, los cuales tampoco presentaron mucha diferencia

Al respecto, Ortiz-Wolford (2011) registró en *S. longirostris* el comportamiento de alimentación únicamente en grupos de varias decenas (> 100 individuos). El comportamiento de socialización fue observado tanto en grupos pequeños de entre 10-20 individuos, medianos de entre 40- 50 individuos, y grandes de más de 100 individuos, este último con mayor frecuencia. Esto difieren en gran medida con los resultados obtenidos en este trabajo ya que como se ha mencionado la alimentación se observó en un grupo muy pequeño y la socialización fue observada siempre en grupos muy grandes.

Finalmente, este trabajo de investigación estuvo limitado a la temporada de seca, a un área costera y a dos especies poco conocidas o con carencia de información, en particular sobre los temas tratados aquí. Sin embargo, es relevante por el conocimiento generado, ya que es nuevo y actualizado para ambas especies en la Costa Central de Oaxaca, el cual puede ser útil al servir como base y ser complementario para impulsar futuros estudios y estrategias de conservación de los mamíferos marinos de Oaxaca y el sur de México. Por ello, es importante que se sigan generando nuevos estudios y de mayor amplitud en términos de tiempo, especies y área cubierta.

IX. CONCLUSIONES

- *Stenella attenuata* presentó una abundancia relativa durante la temporada seca de TE= 3.20.
- *Stenella longirostris* presentó una abundancia relativa durante la temporada de seca de TE= 1.45.
- *Stenella attenuata* presentó una distribución amplia, mayormente costera, con distancia mínima de 282.6 m., máxima de 12 080.9 m., con un promedio de 5 032.7 m (DE= \pm 3 336.4) y a profundidades mínima de 15.1 m. y máxima de 2 132 m, a una profundidad promedio de 1 193.9 m (DE= \pm 631.5).
- *Stenella longirostris* presentó una distribución compacta y alejada de la línea de costa con distancia mínima de 1 905.2 m., máxima de 15 110.8 m., con un promedio de 4 647.3 m (DE= \pm 3 803.7) y con profundidades mínima de 286.3 m. y máxima de 2 132 m, a una profundidad promedio de 1 209 m (DE= \pm 616.12).
- Los comportamientos registrados en *S. attenuata* fueron el aéreo (19 %), seguido por el de desplazamiento (17 %), interacción con embarcaciones (16 %), errático (12 %), reposo y persecución (10 %), madre-cría (8 %), búsqueda (5 %) y por último el menos frecuente fue el de persecución entre individuos (3 %).
- Los comportamientos registrados en *S. longirostris* fueron interacción con embarcaciones y aéreo (24%), madre-cría (14 %), desplazamiento (12 %), errático (10 %), reposo (9%), persecución entre individuos (3 %) y por último búsqueda y persecución (2%).
- Para *S. attenuata*, el comportamiento que se registró con el mayor promedio de individuos fue el de alimentación (36), mientras que los registrados con el menor promedio de individuos fueron el de reposo y errático (11).
- Para *S. longirostris* el comportamiento de reposo fue registrado con el mayor promedio de individuos (836) y el de alimentación fue el de menor promedio de individuos (40).

X. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de comportamiento con registros de largo plazo que incluyan la época de lluvia.
- Realizar navegaciones más distantes a la línea de costa.
- Ampliar el estudio de comportamiento a más especies de mamíferos marinos.
- Complementar los estudios con las vocalizaciones mediante el uso de herramientas específicas a través de un hidrófono.
- Documentar en vídeo cada avistamiento para su posterior análisis, que permita obtener mayor información y descripción de los comportamientos.
- Para estimar el efecto de las embarcaciones en la conducta de los delfines se recomienda utilizar como variable la ausencia y/o presencia de embarcaciones, así como el número de éstas y su desplazamiento dentro o fuera del grupo.

XI. REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Agnarsson I, May-Collado LJ. 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.
- Aguayo-Lobo, A. y Esquivel-Macias, C. 1991. Origen y evolución de los cetáceos. *Ciencias*. 22: 17-27.
- Altmann, J. 1974. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Brill*. Vol. 29: 227-267.
- Arita, H. y Ceballos, G. 1997. Los mamíferos de México: distribución y estado de conservación. *Revista Mexicana de Mastozoología*. Vol. 2: 33-71.
- Begon, M., Harper, J. y Townsend, C. 1995. Ecología individuos, poblaciones y comunidades. OMEGA. Barcelona.
- Biggs, A., Hagins, W., Holliday, W., Kapicka, C., Lundgren, L., MacKenzie, A., Rogers, W., Sewer, M. y Zike, D. 2012. Biología. McGraw-Hill. Estados Unidos.
- Braulik, G. & Reeves, R. 2018. *Stenella longirostris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T20733A50375784. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T20733A50375784.en>.
- Buckland, S., Anderson, D., Burnham, K., Laake, L., Borchers, D. y Thomas, L. 2001. Introduction to Distance Sampling: Estimating abundance of Biological Populations. Oxford University Press, Oxford, UK. 432 pp.
- Cabrera-Arreola, A. 2011. Distribución y selección de hábitat de cetáceos en el Pacífico este de Guatemala. Tesis de licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala facultad de ciencias químicas y farmacia. Guatemala.
- Cabrera-Arreola, A. y Ortíz-Wolford, J. 2012. Distribución espacio-temporal y patrones de comportamiento del delfín manchado (*Stenella attenuata*) y el

- delfín tornillo (*Stenella longirostris*) en el Pacífico centro-este de Guatemala. *Ciencia y conservación*. Vol. 3: 5-14.
- Cabrera-Arreola, A., Ortíz-Wolford, J. y Romero-Guevara, J. 2010. Cetáceos de la Costa Pacífica de Guatemala PARTE I: PACÍFICO ESTE. Documento Técnico No. 75. CONAP.
- Cabrera-Arreola, A., Ortíz-Wolford, J. y Romero-Guevara, J. 2012. Cetáceos de la Costa Pacífica de Guatemala PARTE II: PACÍFICO CENTRAL. Documento Técnico No. 102. CONAP.
- Carrillo, E., Wong, G. y Cuarón, A. 2000. Monitoring Mammal Populations in Costa Rican Protected Areas under Different Hunting Restrictions. *Conservation Biology*. 14 (6): 1580-1591.
- Castillejos-Moguel, F. 2015. Distribución y desplazamiento de las ballenas jorobadas en la Costa de Oaxaca hacia otras áreas de congregación invernal del Pacífico mexicano y América Central. Tesis de Maestría. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca.
- Castillejos-Moguel, F. y Villegas-Zurita, F. 2011. Primer registro de *Delphinus delphis* (Mammalia: Cetartiodactyla) en la costa de Oaxaca, México. *Ciencia y mar*. 44: 35-39.
- Cawardine, M. 1995. Ballenas, delfines y marsopas. Omega, S.A. Barcelona.
- [Cites.org/sites/default/files/esp/app/2019/S-Appendices-2019-11-26.pdf](https://www.cites.org/sites/default/files/esp/app/2019/S-Appendices-2019-11-26.pdf)
- Comisión Permanente del Pacífico Sur. 2019. Taller de entrenamiento sobre estimación de la abundancia de mamíferos marinos 22 - 24 de octubre. Valparaíso, Chile
- Constantine, R., Brunton, D. H. y Dennis, T. 2004. Dolphin-watching tours change bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) behaviour. *Biol. Conserv.* 117: 299-307.

- Cubero-Pardo, P. 1998. Distribución y patrones de actividad del bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) en el Golfo Dulce. Tesis de Maestría en Biología. Universidad de Costa Rica. 102 pp.
- 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. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 55 (2): 549-557.
- Danil, K., Maldini, D. y Marten, K. 2005. Patterns of Use of Maku'a Beach, O'ahu, Hawai'i, by Spinner Dolphins (*Stenella longirostris*) and Potential Effects of Swimmers on Their Behavior. *Aquatic Mammals.* 31(4), 403-412.
- De la Lanza, G. 1991. Pacífico Tropical Mexicano. Cabo Corrientes a la frontera con Guatemala. 151-176. In De la Lanza, G. (ed.) Oceanografía de los mares mexicanos. AGT, México. 158 pp.
- Edwards, E. 1992. Energetics of associated tunas and dolphins in the eastern tropical Pacific Ocean: A basis for the bond. *Fishery Bulletin.* 90(4).
- Enríquez-García, A. 2018. Segregación alimentaria entre dos especies simpátricas de delfines: *Stenella attenuata* y *Stenella longirostris* en la costa central de Oaxaca, México, inferida mediante isótopos estables. Tesis de licenciatura. Universidad del Mar. Puerto Ángel, Oaxaca.
- Enríquez-García, A. 2020. Hábitos alimentarios de los delfines moteado (*Stenella attenuata*) y tornillo (*Stenella longirostris*) en la costa central de Oaxaca inferidos mediante isótopos estables de N y C. tesis de maestría. INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. La Paz, B. C.
- Galarsi, M., Medina, A., Ledezma C. y Zanin, L. 2011. Comportamiento, historia y evolución. *Fundamentos en Humanidades.* vol. XII, núm. 24: 89-123.
- Gingerich, P., Haq, M., Zalmout, I., Khan, I. y Malkani M. 2001. Origen de las ballenas a partir de artiodáctilos tempranos: manos y pies de Protocetidae del Eoceno de Pakistán. *Science.* 293, 2239 – 2242.

- Gowans, S., Würsig, B. y Karczmarski, L. 2008. The Social Structure and Strategies of Delphinids: Predictions Based on an Ecological Framework. *Advances in Marine Biology*, Vol. 53: 195-294.
- Hassanin, A., Delsuc, F., Ropiquet, A., Hammer, C., Vuuren, B., Matthee, C., Ruiz-Garcia, M., Catzeflis, F., Areskoug, V., Nguyen, T. y Couloux, A. 2012. Pattern and timing of diversification of Cetartiodactyla (Mammalia, Laurasiatheria), as revealed by a comprehensive analysis of mitochondrial genomes. *Biologies*. 335. 32–50.
- Heckel, G., M.G. Ruiz Mar, Y. Schramm y U. Gorter, 2018. Atlas de Distribución y Abundancia de Mamíferos Marinos en México. Universidad Autónoma de Campeche. 186 p.
- Hernández-Cisneros, A. 2012. Registro Fósil de Cetáceos del Oligoceno en las Formaciones San Gregorio y El Cien, Baja California Sur, México. Tesis de licenciatura. Departamento académico de biología marina. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz Baja California Sur.
- Hurtado-Vega, B. 2010. Caracterización comportamental de delfines en cautiverio *Tursiops truncatus* y *Sotalia guianensis* acuario y museo del mar el rodadero (Santa Marta – Colombia). Tesis de licenciatura. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
- IMATA. 2011. AMMPA Standardized Information: Bottlenose Dolphin. International Marine Animal Trainers Association. USA. <http://printfu.org/bottlenose+dolphin+scientific+name>. Consultado el 12 de febrero de 2019.
- Jefferson, T., Leatherwood, S. y Webber, M. 1993. Marine mammals of the world. FAO species identification guide. Roma .320. p.
- Kiszka, J., Ersts, P. y Ridoux, V. 2007. Cetacean diversity around the Mozambique Channel island of Mayotte (Comoros archipelago). *Cetacean Res. Manage.* 9(2):105–109.

- Kiszka, J. y Braulik, G. 2018. *Stenella attenuata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e. T20729A50373009.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T20729A50373009.en>
- López-López, L. 2017. Cetáceos: los mamíferos más salaos, informe sobre las interacciones entre cetáceos y actividades humanas. *Ecologistas en acción*. 80 p.
- López-Rull, I. 2014. Métodos de medición de conducta en estudios de fauna silvestre.
- Magurran, E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey: Princeton University Press.
- Martin, G. 2016. *Etología y comportamiento animal: principios de bienestar animal*. Universidad Nacional de Tucumán. Facultad de Agronomía y Zootecnia. San Miguel de Tucumán, Argentina.
- Martin y Bateson. 1986. *Measuring behaviour: An introductory guide*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Mann, J. 1999. Behavioral sampling methods for cetaceans: a review and critique. *Marine Mammal Science*. 15(1): 102-122.
- May-Collado, L. y Morales-Ramírez, A. 2004. 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): 265-276.
- May-Collado, L., Gerrodette, T., Calambokidis, J., Rasmussen, K., & Sereg, I. 2005. Patterns of cetacean sighting distribution in the Pacific Exclusive Economic Zone of Costa Rica based on data collected from 1979-2001. *Rev. Biol. Trop.*, 53, 249-263.
- McGowen MR, Spaulding M, Gatesy J. 2009. Divergence date estimation and a comprehensive molecular tree of extant cetaceans. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 53:891-906.

- Medrano-González, L., Peters Recagno, E., Vázquez-Cuevas, M. y Rosales-Nanduca, H. 2007. Los mamíferos marinos ante el cambio ambiental en el Pacífico tropical mexicano. *Biodiversitas*. 75:8-1.
- Medrano-González, L. 2013. La evolución de los cetáceos: moléculas, anatomías y mares. <http://cuadrivio.net/2013/08/la-evolucion-de-los-cetaceos-moleculas-anatomias-y-mares/> (consultado: 05 de diciembre del 2019).
- Medrano-González, L., Acevedo- Whitehouse, K. y Paniagua-Mendoza, A. 2019. Evolución y adaptación de los mamíferos a la vida en el mar. *Ciencia*. 3(70):20-29.
- Meraz, J. y Sánchez-Díaz, V. 2008. Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca. *Revista Mexica de Biodiversidad*. 79: 143-151.
- Molles, M. 2016. Ecology: concepts and applications. Séptima edición. McGraw-Hill Education. Estados Unidos.
- Montero-Cordero, A. 2007. Comportamiento del delfín manchado, *Stenella attenuata graffmani* en Bahía Drake e Isla del Caño durante la época seca. Tesis de maestría. Sistema de estudios de postgrado. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.
- Morcillo-Ortega, G. y Portela-Peñas, I. 2010. Biología básica. Sanz y Torres. España.
- Muizon, C. 2009. L'origine et l'histoire évolutive des Cétacés. *Palevol* 8 295–309.
- Norris, K. y Dohl, T.1980. Behavior of the hawaiian spinner dolphin, *Stenella longirostris*. *Fishery bulletin*. 4 (77).
- Ortiz-Wolford, J. 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. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Pachecho-Sandoval, P. 1991. Oceanografía física. *In* Oceanografía de los mares mexicanos. G. de la Lanza-Espino (ed.). Aguascalientes, México. p. 151–176.

- Perrin W., 1972. Color patterns of spinner porpoises (*Stenella* cf. *S. longirostris*) of the Eastern Pacific and Hawaii, with comments on delphinid pigmentation. *Fishery Bulletin*, (70): 983-1003.
- Perrin W., 1975. Variation of spotted and spinner porpoise (genus *Stenella*) in the Eastern Pacific and Hawaii. *Bulletin of the Scripps Institution of Oceanography*, (21): 1-212.
- Perrin, WF (2020). Base de datos mundial de cetáceos. Accedido en <http://www.marinespecies.org/cetacea> el 2020-08-10.
- Ramos, E., Kiszka, J., Pouey-Santalou, V., Ramírez Barragán, R., García Chávez, A. y Audley, K. 2020. Food sharing in rough-toothed dolphins off southwestern México. *Marine Mammal Science*. 1-9.
- Reeves, R., Smith, B., Crespo, E. y Notarbartolo di Sciara, G. 2003. Dolphins, Whales and Porpoises: 2002–2010 Conservation Action Plan for the World's Cetaceans. Inglaterra: IUCN/SSC Cetacean Specialist Group.
- Reboreda, J. 2013. La ecología del comportamiento animal. *CONICET*. 135(23): 51-54.
- Rice, D. (2008) Classification (Overall). En Perrin, W., Würsig, B., Thwissen, J. (Eds.) *Encyclopedia of Marine Mammals*. (pp:234-238) Estados Unidos: Academic Press.
- Robertson, D. y Allen, G. 2015. Peces Costeros del Pacífico Oriental Tropical: sistema de Información en línea. Versión 2.0 Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, Balboa, República de Panamá.
- Rodríguez-Fonseca, J. 2001. Diversidad y distribución de los cetáceos de Costa Rica (Cetacea: Delphinidae, Physeteridae, Ziphiidae y Balaenopteridae. *Rev. Biol. Trop.* 49: 135-143.
- Rosales-Nanduca, H., Gerrodette, T., Urbán, J., Cárdenas-Hinojosa, G. y Medrano-González, L. 2011. Macroecology of marine mammal species in the Mexican

- Pacific Ocean: Diversity and distribution. *Marine Ecology Progress Series*. 431:281-291.
- Salina, M. y Ladron de Guevara, P. 1993. Riqueza y diversidad de los mamíferos marinos. *Ciencias*. (Número especial). 7:85-93.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Solomon, E., Berg, L. y Martin, D. 2013. *Biología*. Cengage Learning. Novena edición.
- Smith, T. y Smith, R. 2007. *Ecología*. Pearson. Sexta edición. Madrid
- Svendsen, G. 2013. Distribución y uso de hábitat de mamíferos marinos en el golfo San Matías. Tesis de doctorado. Instituto de Biología Marina y Pesquera Almirante Storni.
- Trites, A.W., Christensen, V., Pauly, D. 2006. Effects of fisheries on ecosystems: just another top predator? In: Boyd, I.L., Wanless, S., Camphuysen, C.J. (Eds.), *Top Predators in Marine Ecosystems*. Cambridge University Press, pp. 11–27.
- Torres, A., Esquivel, C. y Ceballos, G. 1995. Diversidad y conservación de los mamíferos marinos de México. *Revista Mexicana de Mastozoología* 1:22-Ladr
- Thewissen, J., Cooper, L., George, J. y Bajpai, S. 2009. From Land to Water: the Origin of Whales, Dolphins, and Porpoises. *Evolution Education and Outreach*. 2: 272-288.
- Urbán, J. y Guerrero-Ruiz, M. 2008. Ficha técnica de *Stenella attenuata*. En: Urbán R., J. (compilador). *Conocimiento biológico de las especies de mamíferos marinos, incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001*. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK009. México. D.F.

- Urbán, J. y Guerrero-Ruiz, M. 2008. Ficha técnica de *Stenella longirostris*. En: Urbán R., J. (compilador). Conocimiento biológico de las especies de mamíferos marinos, incluidas en la Norma Oficial Mexicana-059-SEMARNAT-2001. Universidad Autónoma de Baja California Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. CK009. México. D.F.
- Vázquez-Gutiérrez, F., S. López, A. Ramírez, M. Turner, F. Castillo y A. Valdés. 1998. La química del agua. *In* El golfo de Tehuantepec: el ecosistema y sus recursos, M. Tapia-García (ed.). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México, D.F. p. 35–50.
- Vázquez-Lozano, M. 2015. Composición y abundancia de cetáceos de la porción central de Oaxaca, México. Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Villanova-Solano, C. 2017. Evolución temporal de las características de la vocalización Ip08i del dialecto del grupo de orcas (*Orcinus orca*) de Loro Parque. Tesis de licenciatura. UNIVERSITAT D' ALACANT. España.
- Villee, C. 1985. Biología. Séptima edición. Interamericana. Madrid, España.
- Villegas-Zurita, F. y Castillejos-Moguel, F. 2013. Primer registro de alimentación oportunista de ballena jorobada (*Megaptera novaeangliae*) en la costa de Oaxaca, México. *Therya*. Vol.4 (1):113-119
- Villegas-Zurita, F., Castillejos-Moguel, F., Benítez-Villalobos, F. y Urbán-Ramírez, J. 2018. Diversidad alfa de mamíferos marinos del Pacífico sur mexicano. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 89: 898 – 909.
- Werth A. 2000. A kinematic study of suction feeding and associated behavior in the longfinned pilot whale, *Globicephala melas*. *Marine Mammal Science*, 16:299-314.
- Yela, M. 1996. Comportamiento animal y conducta humana. *Psicothema*. 8: 149-163.