UADY
CAMPUS DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
"Luz, Ciencia y Verdad"
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

"Asociaciones y tamaño de grupo de los tursiones (*Tursiops truncatus*) en Laguna San Ignacio B.C.S. México durante los inviernos de 2009-2012, a partir de avistamientos de oportunidad"

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA MARINA

P O R:

GABRIELA NOEMÍ SALAZAR SÁNCHEZ

ASESORES:

DR. ENRIQUE ALEJANDRO GÓMEZ-GALLARDO UNZUETA

M. en C. ROBERTO CARLOS BARRIENTOS-MEDINA

Mérida, Yuc., México, a 01 de noviembre del 2018

“Este trabajo no ha sido aceptado para el otorgamiento de un título. La tesis es resultado de las investigaciones del autor excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la FMVZ-UADY para la reproducción del documento con fines de intercambio bibliotecario”.

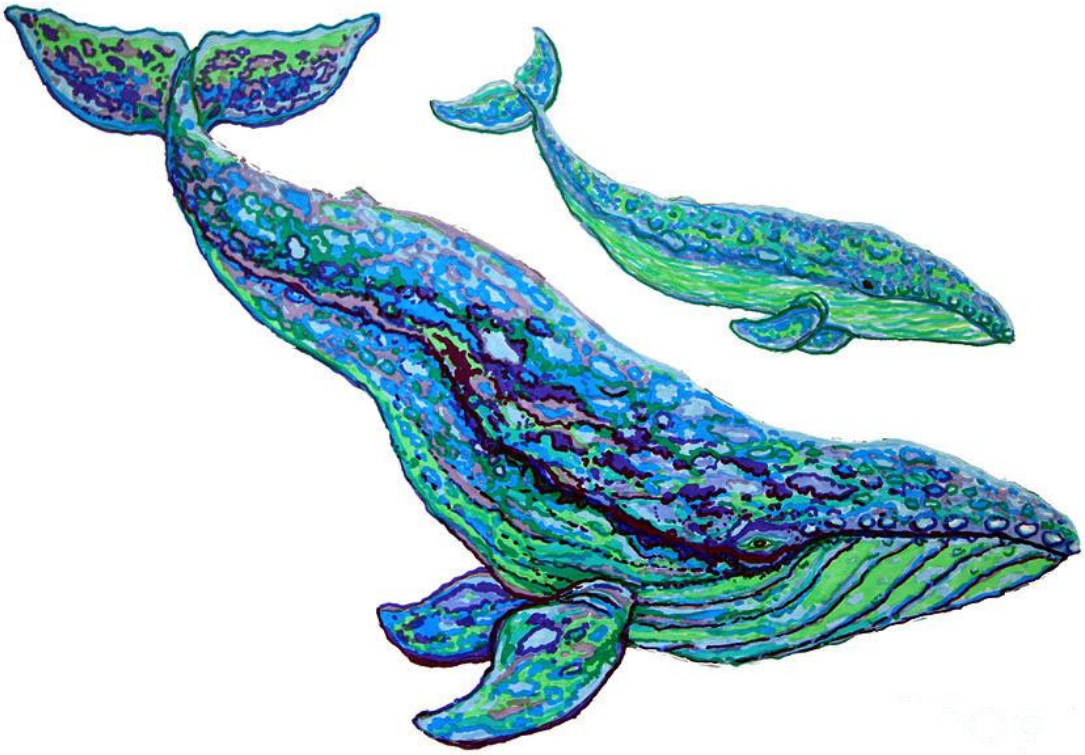
“Si yo he visto más allá, es porque logré pararme sobre hombros de gigantes”

Isaac Newton

DEDICATORIA

A Eiby: Porque siempre creíste en mí, me hiciste fuerte, me guiaste y me impulsaste a lograr cada uno de mis sueños. Por todo tu amor. Todos mis triunfos son también tuyos, esto es para ti y por ti. Te amo.

A Adrián: Gracias por ser mi inspiración y mi fortaleza durante esta increíble aventura. Gracias por demostrarme que los sueños se hacen realidad a pesar de las adversidades, por tu humildad y tu invaluable amistad. Por compartir conmigo el amor al mar, por ser mí confidente, por tantas aventuras, tristezas y alegrías que juntos vivimos ¡y las que faltan! Eres mi musa Adri, te admiro.



AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las bendiciones que me ha dado.

Al Dr. Jorge Urbán Ramírez, al Programa de Investigación de Mamíferos Marinos (PRIMMA) y al Programa Científico del Ecosistema de la Laguna San Ignacio (LSIESP), por el apoyo que me brindaron durante mi estancia en la Laguna, por los datos ambientales y material fotográfico que me proporcionaron para realizar esta tesis.

Asimismo, a todos los que participaron durante las navegaciones en los años que abarcó el período de estudio, gracias por fotografiar a los tursiones.

Al Dr. Alejandro Gómez-Gallardo Unzueta, creíste en mí y me diste la oportunidad de realizar mi sueño: trabajar con las ballenas y mi tesis con los delfines. Me apoyaste con tu valioso tiempo y paciencia, escuchaste y leíste mis quejas, me aconsejaste y me diste valiosas lecciones de vida… me hiciste crecer. No alcanzan las palabras para expresar el profundo agradecimiento que siento por ti. Alex: por siempre GRACIAS.

Al M. en C. Roberto Carlos Barrientos-Medina. Profe usted fue mi cómplice en esta aventura, se atrevió a navegar en las turbulentas aguas de mi tesis, aprendimos juntos, me acompañó siempre en el arduo camino de analizar mis datos, me aconsejó y me impulsó a culminar este sueño. Fue mi guía y mi amigo y estuvo al pendiente de mí en cada paso que daba. Mi eterno agradecimiento para usted. Esta tesis también es suya.

Al Dr. Steven Swartz, por su apoyo al inicio de esta aventura, sus consejos, sus historias, por su paciencia ante mis errores, por compartirme su sabiduría y por hacerme parte de su equipo. Ahora *Tursiops time*.

A mis sinodales el Dr. Alberto Delgado-Estrella y el Dr. Eduardo Morteo-Ortíz, gracias por ser parte de mi comité, por sus valiosas aportaciones al protocolo, por sus comentarios y sugerencias que enriquecieron mi tesis. Gracias por todas sus atenciones, por su excepcional calidad académica y por su tiempo.

Nada de esto sería posible sin el apoyo incondicional de Teté, Carmen y Betty. Ustedes fueron parte de cada paso que di, me acompañaron al inicio cuando todo era complicado y me permitieron llegar tan lejos como quise. Fueron el "*Fondo Salazar para el estudio de las ballenas y delfines*", ustedes creyeron siempre en mí y aun en la distancia me dieron fuerzas

para realizar lo que tanto me apasiona, espero no haberlas decepcionado. Gracias por estar conmigo, por creer en mis sueños y aunque deba encontrarme lejos siempre haré lo mejor por ustedes. Las amo.

A Paty y a José que siempre me incentivaron a ser fuerte, que con su ejemplo me enseñaron que si lo quiero lo puedo lograr, porque nada es imposible cuando trabajas duro y te esfuerzas… y este es el resultado. Los amo.

Dany, Moha, Cinthia, Juanito, Mary, Cris, Maggy y Anna Lucero, gracias chicos por confiar en mí y por su apoyo emocional ahora y en la distancia. Si yo pude alcanzar mis metas, ustedes también pueden hacerlo. ¡Ánimo!

Mau…un incondicional al inicio de esta aventura, estuviste allí en los momentos sublimes y me acompañaste cuando creí que ya no era posible continuar. Animándome con tus ocurrencias, me ayudaste a ser más grande que mis miedos y también te revelaste contra mí cuando era obstinada, enseñándome así a superarme. Gracias por tu paciencia y por alentarme a llegar más lejos.

Elisa Sandoval Serés, desde que te conocí has sido un ejemplo para mí de lucha constante y amor por la Naturaleza, gracias por tus consejos y por la amistad que nos unió…nuevamente los delfines hicieron de las suyas al juntarnos. Gracias por compartir conmigo el amor a la etología y por las aventuras de las que fuiste mi cómplice.

A Héctor Pérez Puig, por tu ayuda al inicio de mi tesis, por las fotos que le tomaste a mis delfines, por tus valiosos consejos y regaños y también por tu paciencia. Estaré eternamente agradecida contigo por escucharme y leerme cuando lo necesité, por tus críticas constructivas y también por las destructivas que me abrieron los ojos, por tu honestidad y por confiar en mí. No te voy defraudar Héctor, ya lo verás.

Finalmente quiero agradecer a todos aquellos que fueron un obstáculo en mi camino, porque me dieron más motivos para no desistir y llegar más lejos, porque me obligaron a buscar mejores oportunidades y ¡lo logré! Porque me caí y me levante más fuerte y con más ganas de conseguir mi objetivo, porque de todo se aprende.

RESUMEN

El tursión (*Tursiops truncatus*) es un mamífero marino que vive en sociedades, donde los individuos se asocian en grupos dinámicos que pueden cambiar en tamaño y composición. Sin embargo, la naturaleza de sus asociaciones puede variar dependiendo del ambiente. El presente trabajo tuvo como objetivo describir los niveles de asociación de los tursiones de la Laguna San Ignacio, B.C.S. El estudio se realizó durante la temporada invernal de los años 2009 al 2012, fotografiando de manera oportunista a los tursiones mediante las navegaciones del Programa Científico del Ecosistema de Laguna San Ignacio. Se creó una base de datos con los registros individuales y un catálogo de fotos de alta calidad de 141 delfines identificados por medio de marcas naturales en su aleta dorsal. Las asociaciones fueron analizadas utilizando el índice de peso medio (HWI) mediante el programa SOCPROG. La curva de descubrimiento indicó que no se individualizó a toda la población y en total se identificó al 27% de los tursiones presentes o que hacen algún uso de la laguna. Se generó un sociograma para los 37 individuos observados tres o más veces en la Laguna San Ignacio y que fueron registrados en parejas por lo menos en una ocasión. La organización grupal se caracterizó por asociaciones débiles entre individuos con un promedio de coeficiente de asociación (COA) de 0.26 (± 0.05 DE), donde menos del 1% presentó asociaciones de moderadas a altas (0.41-0.70), lo que sugiere intercambios fluidos de individuos entre grupos y que se trata de una comunidad altamente dinámica característica de una sociedad de fisión-fusión. El estado actual de esta población es desconcido, por lo que es importante comprender el comportamento gregario de los delfines y el uso temporal que hacen actualmente de este hábitat para la conservación y manejo de la especie en el sistema lagunar.

Palabras clave: índice de asociación, foto-identificación, sociograma.

ABSTRACT

The bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) is a marine mammal that lives in societies, where individuals are associated in dynamic groups that can change in size and composition. However, the nature of their associations may vary depending on the environment. Their aim of this study was to describe the levels of association of bottlenose dolphins in Laguna San Ignacio, B.C.S. The study took place during the winter period from 2009 to 2012, opportunistically photographing to bottlenose dolphins by navigating the Laguna San Ignacio Ecosistem Science Program. A database with individual records and a catalog of high-quality photos of 141 dolphins identified by natural marks on their dorsal fin was created. Associations were analyzed using the half-weight index (HWI) calculated in the program SOCPROG. The discovery curve showed that not all the population was sampled, and only 27% of the dolphins presents or those that use of the lagoon were identified. A sociogram was generated for the 37 individuals observed three or more times in Laguna San Ignacio and who were registered in pairs at least once. Social groups were characterized by weak associations among individuals with an average coefficient of association (COA) of 0.26 (± 0.05 SD), where less tan 1% had moderate to high associations (0.41-0.70), suggesting fluid exchanges of individuals between groups and that is a dynamic community characteristic of a fission-fusion society. The current status of this population is unknown, thus it is important to understand the gregarious behavior of the dolphins and the temporary use they currently make of this habitat for the conservation and management of this species in the lagoon system.

Keywords: association index, photo-identification, sociogram.

ÍNDICE

DEDICATORIA iii
AGRADECIMIENTOS iv
RESUMEN vi
ABSTRACT vii

1. INTRODUCCIÓN 1

2. REVISIÓN DE LITERATURA 3
2.1. Taxonomía 3
2.2. Características de la especie 5
2.3. Estructura social de *Tursiops truncatus* 9

3. JUSTIFICACIÓN 12

4. HIPÓTESIS 13

5. OBJETIVOS 13
5.1. Objetivo general 13
5.2. Objetivos específicos 13

6. MATERIALES Y MÉTODOS 14
6.1. Área de estudio 14
6.2. Trabajo de campo 18
6.2.1. Navegaciones 18
6.2.2. Registro General de Avistamientos 19
6.3. Procesamiento de los datos 20
6.3.1. Foto-identificación 20
6.3.2. Curva de descubrimiento 22

6.3.3. Análisis de tamaño de grupo 23
6.3.4. Análisis de asociaciones 23

7. RESULTADOS 27
7.1. Avistamientos 27
7.2. Foto-identificación 29
7.3. Curva de descubrimiento 31
7.4. Tamaño de grupo 32
7.5. Análisis de asociaciones 33

8. DISCUSIÓN 39
8.1. Avistamientos 39
8.2. Foto-identificación 40
8.3. Curva de descubrimiento 42
8.4. Tamaño de grupo 44
8.5. Análisis de asociación 46

9. CONCLUSIONES 52

10. RECOMENDACIONES 53

11. REFERENCIAS 54

12. ANEXOS 77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas de distribución del tursión (*Tursiops truncatus*). Tomado de IUCN (2018)..... 5

Figura 2. Morfología externa del tursión (*Tursiops truncatus*). Tomado de Niño-Torres et al. (2011). 7

Figura 3. Laguna San Ignacio, B.C.S. México (Tomado y modificado de Calderón-Yañez, 2013)..... 16

Figura 4. Ejemplos de clasificación de las fotografías de las aletas dorsales de tursiones en la Laguna San Ignacio, de acuerdo con SDRP (2006). 21

Figura 5. Histograma mensual de avistamientos de tursiones, registrados en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, durante los años 2009-2012. 28

Figura 6. Curvas acumulativas de descubrimiento de tursiones individualizados en la Laguna San Ignacio, B.C.S., del 2009 al 2012 a través de la fotoidentificación. Se muestra a los animales nuevos (barras en morado) y se destacan los máximos de individuos identificados (barras en azul). A) Total de los individuos (N=141), B) individuos con al menos tres reavistamientos (N=37)..... 31

Figura 7. Histograma del tamaño de grupo de los tursiones registrados en la Laguna San Ignacio, B.C.S., durante el período 2009-2012 (N=151). 32

Figura 8. Diagrama de cajas para el tamaño de grupo de los tursiones observados en la Laguna San Ignacio durante el período 2009-2012 (N=151). La caja representa los cuartiles al 25 y 75%, mediana es la línea gruesa y los círculos fuera de la caja representan valores extremos. 33

Figura 9. Histogramas de coeficientes de asociación (COA) para los tursiones foto-identificados al menos en tres ocasiones en la Laguna San Ignacio entre los años 2009-2012 (N=37). A) Valores de asociación para todas las parejas posibles (N=666), B) Valores máximos de las asociaciones entre parejas registradas fotográficamente por lo menos en una ocasión (N=37). 34

Figura 10. Sociograma del Coeficiente de Asociación (COA) con el índice de peso ponderado (HWI) para los tursiones foto-identificados en al menos tres ocasiones en la Laguna San Ignacio, B.C.S. entre los años 2009-2012 (n=37). Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación es representado por el grueso de las mismas. 36

Figura 11. Sociograma del Coeficiente de Asociación (COA) con el índice de peso ponderado (HWI) para los tursiones foto-identificados en al menos tres ocasiones en la Laguna San Ignacio, B.C.S. Se observan dos grupos cuya fuerza de asociación es de baja a muy alta (nodos morados) y de baja a alta (nodos verdes). 37

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de los coeficientes de asociación que utilizan las divisiones de Quintana-Rizzo y Wells (2001). 24

Cuadro 2. Frecuencias y porcentajes del número de tursiones avistados por año, registrados en la Launa San Ignacio, B.C.S., durante los años 2009-2012. 27

Cuadro 3. Porcentajes del número de ocasiones en que se avistaron los tursiones en la Launa San Ignacio, B.C.S., durante los años 2009-2012. 29

Cuadro 4. Número de fotografías analizadas en la Laguna San Ignacio, B.C.S., por año de muestreo. 30

Cuadro 5. Número de tursiones foto-identificados en la Laguna San Ignacio B.C.S., por año de muestreo. 30

Cuadro 6. Frecuencias y porcentajes de la fuerza de asociación en las parejas de tursiones registradas durante el período de estudio 2009-2012, que estuvieron significativamente asociadas (N=666). 38

Cuadro 7. Tamaño grupal de tursiones registrados en otros estudios. 45

1. INTRODUCCIÓN

El tursión, *Tursiops truncatus*, también llamado delfín mular o tonina, ocupa hábitats costeros y pelágicos alrededor del mundo, restringiendo su distribución en aguas polares (Barragán, 2010). Debido a su plasticidad conductual estos delfines se adaptan rápidamente a ambientes artificiales, como los delfinarios, lo cual facilita su estudio en estado silvestre y en cautiverio, por lo cual es el cetáceo más conocido y el delfín más estudiado a nivel mundial. Sin embargo, los aspectos más básicos de su ecología aún son desconocidos en la mayoría de sus poblaciones (Delgado-Estrella, 2002; Díaz-Gamboa, 2001; Martínez-Serrano, Serrano, Heckel y Schramm, 2011; Verme e Iannacone, 2012; Delgado-Estrella, 2015; Morteo, Rocha-Olivares y Abarca-Arenas, 2017a).

La conducta del tursión está estrechamente relacionada con su ecología, debido a que presenta una amplia variedad de comportamientos, lo cual les permite aprovechar eficientemente los ambientes en los que se distribuye como bahías, lagunas, estuarios o el mar abierto (López, 2002; García-Vital, Morteo, Martínez-Serrano, Delgado-Estrella y Bazúa-Durán, 2015).

Los tursiones se caracterizan por vivir en sociedades de fisión-fusión, en donde la composición y estabilidad del grupo varía a lo largo del día (Verme e Iannacone, 2012). Estas sociedades generalmente se componen de individuos que habitan en una misma área y que interactúan frecuentemente entre sí (Goodall, 1986; Wells, Scott e Irvine, 1987; Morteo, Rocha-Olivares y Abracas-Arenas, 2014). En este sentido, comprender las variaciones en la organización de las agrupaciones de tursiones a través del tiempo, es necesario para evaluar la adaptabilidad de la especie en relación con los cambios de las condiciones ambientales, ya sea de origen intrínseco o extrínseco, lo cual puede influir en el éxito reproductivo de los grupos como resultado de esta adaptabilidad (Salinas-Zacarías, 2005; García-Vital *et al*., 2015). Por

lo tanto, para tener un conocimiento más amplio de la ecología del tursión, es necesario estudiar las asociaciones entre los individuos locales de las comunidades.

El tamaño grupal de estos delfines varía de acuerdo con el hábitat en el que pasan la mayor parte de su vida, ya que generalmente en ambientes protegidos los grupos de delfines son pequeños, y sus patrones de movimiento suelen ser restringidos (Connor, Wells, Mann y Read, 2000; Quintana-Rizzo y Wells, 2001; Morteo *et al*., 2014). Por otra parte, en hábitats abiertos, *T. truncatus* normalmente forma grupos grandes y presenta un ámbito hogareño amplio, (Ballance, 1992; Defran y Weller, 1999; Morteo, Heckel, Defran y Schramm, 2004; Martínez-Serrano *et al.*, 2011).

La Laguna San Ignacio es un área importante en la que se realizan actividades económicas que benefician a los pobladores locales, como el ecoturismo con visitas guiadas para la observación de mamíferos marinos, tortugas y aves acuáticas migratorias, y actividades pesqueras con redes, buceo y trampas. A pesar de que en la Laguna San Ignacio el tursión es una de las especies más avistadas junto con la ballena gris, aún no se han realizado estudios para conocer el estado actual de los indviduos que visitan o habitan esta laguna. Ante esto surge la necesidad de obtener más información de estos delfines para tener un manejo adecuado como recurso turístico y evaluar el impacto y/o el grado de competencia que pudieran representar las interacciones antropogénicas para la especie. Además, los estudios realizados en esta zona son importantes debido a los planes de manejo y conservación de recursos y los programas de educación, que permiten comprender mejor el funcionamiento de este ecosistema y que fortalecen la concientización de la comunidad para balancear el desarrollo de la zona y ayudar a la conservación del ecosistema lagunar y sus recursos para el futuro de la vida marina (Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program, 2013).

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Taxonomía

En 1814 Montagü (1821) recolectó y describió un ejemplar de *T. truncatus* que varó en Inglaterra, al cual llamó *Delphinus truncatus*, del latín **trunco** que significa truncado, ya que tenía el rostro corto. En 1843 Gray creó un nuevo género para esta especie al que denominó ***Tursio***, que significa marsopa en latín; dicho nombre fue invalidado hasta que en 1855 Gervais añade el sufijo griego **ops**, que significa rostro, dando origen al actual nombre de la especie, *Tursiops truncatus* (Hershkovitz, 1961; Wells y Scott, 2009; Allen, Mortenson y Webb, 2011). Su clasificación taxonómica (Montagü, 1821) es la siguiente:

Orden Cetartiodactyla
Suborden Odontoceti
Superfamilia Delphinoidea
Familia Delphinidae
Subfamilia Delphininae
Género *Tursiops*
Especie *Tursiops truncatus*

Para esta especie se han descrito dos ecotipos o variedades en diferentes partes del mundo: el costero y el oceánico (Niño-Torres, Urbán-Ramírez y Vidal, 2011). Ambas formas difieren en el tamaño corporal, el patrón de coloración, la forma y el tamaño de las aletas e inclusive el tipo de parásitos que están relacionados al delfín según el medio en el que se desarrollan (Perrin, Thieleking, Walker, Archer y Robertson, 2011). El ecotipo costero está adaptado para vivir en aguas cálidas y someras, posee un cuerpo más pequeño en comparación con el ecotipo oceánico, su pigmentación es más clara y las aletas pectorales son proporcionalmente más largas (Vázquez, Serrano y Galindo, 2009). Por otra parte, el ecotipo oceánico habita en aguas

más frías y profundas, por lo que está adaptado para realizar buceos más profundos en busca de sus presas, su cuerpo es más largo lo cual le ayuda a conservar el calor y a defenderse contra depredadores de gran tamaño y forma grupos grandes de hasta cientos de individuos (Hersh y Duffield, 1990 y Verme e Iannacone, 2012).

Debido a la gran variación intraespecífica que presentan, así como a su capacidad de adaptación a las condiciones variantes en el medio marino y los diversos hábitats que ocupan, los tursiones han desarrollado una amplia gama de estrategias de supervivencia (García, 2015; Morteo, Rocha-Olivares, Morteo y Weller, 2017b), por lo que pueden tener diferentes niveles y formas de organización social (Connor, Mann y Watson-Capps, 2006; Morteo *et al*., 2014).

Aunque el género *Tursiops* tiene una amplia distribución y abundancia, la identidad de sus diferentes miembros ha cambiado constantemente y es hasta cierto punto incierta. Por lo anterior, actualmente se reconocen dos especies (*T. truncatus* y *T. aduncus*) y tres subespecies (*T. t. ponticus*, *T. t. truncatus* y *T. t. gephyreus*) (Committee on Taxonomy, 2016):

1) ***Tursiops aduncus*** (Ehrenberg, 1833). Tursión del Indo-Pacifico.
2) ***Tursiops truncatus*** (Montagu, 1821). Tursión común.
3) ***T. t. ponticus*** (Barabash-Nikiforov, 1940). Tursión del Mar Negro.
4) ***T. t. truncatus*** (Montagu, 1821). Tursión común.
5) ***T. t. gephyreus*** (Lahille, 1908). Tursión de Lahille.

2.2. Características de la especie

El tursión tiene una distribución cosmopolita (Figura 1), se encuentran en todos los mares tropicales y templados, y con excepción de las aguas polares, también dentro de lagunas costeras, estuarios y bahías (Aguayo-Lobo, 1999). Son muy comunes en la zona costera, pero pueden hallarse también a lo largo del borde de la plataforma continental; cerca de algunas islas oceánicas (Wells y Scott, 1999; Reynolds, Wells y Eide, 2000; Niño-Torres *et al*., 2011). La distribución de esta especie está influenciada por la temperatura, la distribución de sus presas, la topografía, el ciclo de mareas o la hora del día, y los registros del comportamiento del tursión indican que se mantiene activo las 24 horas (Shane, 1982; Acevedo, 1989).

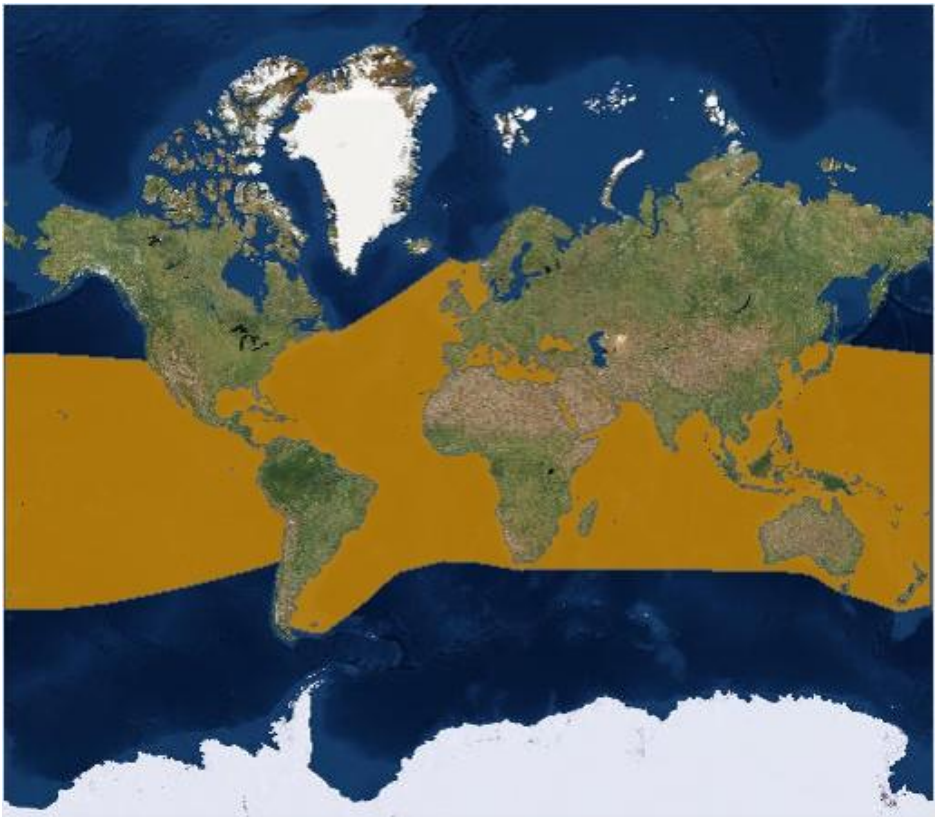


Figura 1. Áreas de distribución del tursión (*Tursiops truncatus*). Tomado de IUCN (2018).

Los tursiones son delfines de talla mediana (con gran variabilidad entre poblaciones) (Niño-Torres *et al*., 2011), su cuerpo es robusto y se adelgaza entre la aleta dorsal y el pedúnculo caudal; cuando son adultos miden aproximadamente 1.9-3.8 m, la talla máxima que pueden alcanzar es de 4.3 m; pesan de 200 a 250 kg, pero se han obtenido reportes de tursiones con un peso de 650 kg; generalmente los machos son más grandes que las hembras (Würsig, Jefferson y Schmidly, 2000; Allen *et al*., 2011; Niño-Torres *et al*., 2011).

El rostro del tursión es corto y grueso, diferenciándose claramente del melón, mide alrededor de 7.5 cm (Allen *et al*., 2011) y posee una mandíbula que sobresale del maxilar (Würsig *et al*., 2000). Sus dientes son homodontos, cónicos y de forma puntiaguda (isodónticos) (Valadez, 2002), aunque suelen desgastarse con la edad y poseen entre 18 y 26 pares de dientes por rama mandibular (Würsig *et al*., 2000; Allen *et al*., 2011; Niño-Torres *et al*., 2011). Tienen una aleta dorsal grande y triangular, usualmente falcada hacia atrás con la base ancha situada a la mitad del cuerpo (Leatherwood, 1982; Würsig *et al*., 2000; Wells y Scott, 2009; Morteo *et al*., 2017b).

El patrón general de coloración del tursión es gris claro a negro grisáceo en el dorso y gris claro o blanco (algunas veces rosa) en la parte ventral (Figura 2) (Würsig *et al*., 2000; Díaz-Gamboa, 2001; Niño-Torres *et al*., 2011). Posee una franja obscura poco diferenciada en el orificio nasal que se extiende hasta la base del rostro y una línea clara desde la aleta pectoral hasta el ojo. En los animales de mayor edad, usualmente las hembras, se observan manchas claras en el vientre y ocasionalmente poseen una mancha blanca en la punta del rostro (Leatherwood y Reeves, 1983; Jefferson, Leatherwood y Webber, 1993). A pesar de lo antes descrito el patrón de coloración puede variar de acuerdo con su distribución geográfica (Würsig *et al*., 2000).

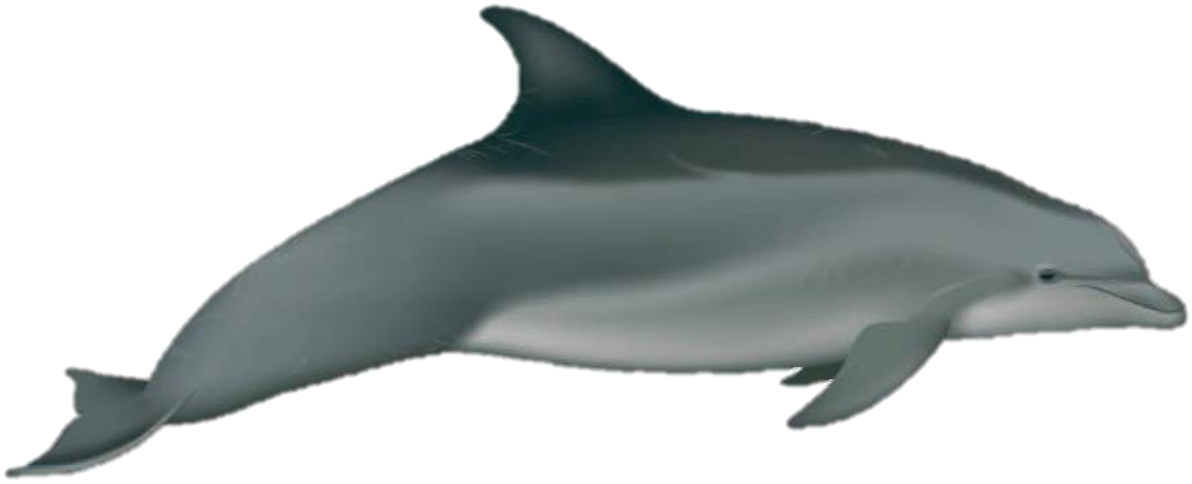


Figura 2. Morfología externa del tursión (*Tursiops truncatus*). Tomado de Niño-Torres *et al*. (2011).

El tursión es considerado un depredador generalista (Wells y Scott, 2009; Allen *et al*., 2011; Chávez-Martínez, 2017) su alimentación depende del hábitat en el que vive el ecotipo (nerítico- pelágico). En el Golfo de California los tursiones costeros se alimentan principalmente de peces, crustáceos o calamares locales, mientras que la alimentación de los tursiones oceánicos consiste en peces mesopelágicos y calamares (Allen *et al*., 2011; Niño-Torres *et al*., 2011).

Exhibe patrones de comportamiento variables como alimentarse solo o cooperando con otros individuos acorralando bancos de peces, dirigiendo a sus presas hacia zonas bajas o lodosas, formando círculos y líneas (Würsig *et al*., 2000; Morales-Rincón, 2016), aunque también se pueden asociar con las actividades de los pescadores y barcos camaroneros, emiten numerosos sonidos y presentan una excelente ecolocalización (Shane, 1982; Würsig *et al*., 2000; Allen *et al*., 2011; Morteo, Rocha-Olivares, Arceo-Briseño y Abarca-Arenas, 2012a; Chávez-Martínez, 2017; Rechimont, Lara-Domínguez, Morteo, Martínez-Serrano y Equihua, 2018).

Generalmente, *T. truncatus* se alimenta de los peces locales que abundan de acuerdo con la temporada del año por lo que su dieta varía regionalmente. En su dieta destacan peces costeros como bagres, lisas, peces gato, sábalos, truchas y anguilas (Würsig *et al*., 2000; Chávez-Martínez, 2017; Rechimont *et al*., 2018). La mayoría de sus presas son peces bentónicos como el pez sapo y las corvinas, aunque también se alimenta de peces pelágicos como las anchovetas, arenques, sardinas y merluzas; de invertebrados como pulpos, calamares, cangrejos y camarones, y otras especies como tiburones y rayas de talla pequeña (Würsig *et al*., 2000; Allen *et al*., 2011).

El sistema de apareamiento poligínico de los tursiones, es igual al de muchas especies de odontocetos; sin embargo, se han descrito alianzas compuestas de parejas de machos o pequeños grupos que compiten entre sí por el acceso a las hembras (Mesnick y Ralls, 2009). La madurez sexual ocurre en los machos entre los 10 a 13 años cuando ellos miden aproximadamente 2.4 m, las hembras maduran entre los cinco a 12 años cuando alcanzan una longitud aproximada de 2.3 m (Würsig *et al*., 2000).

El período de gestación dura de 10 a 11 meses (Niño-Torres *et al*., 2011), al nacer las crías miden de 0.84 a 1.40 m (Wells y Scott, 2009) y pesan entre 15 y 30 kg (Allen *et al*., 2011; Niño-Torres *et al*., 2011). Durante el parto otro delfín adulto, macho o hembra, puede asistir a la madre y continuar asociado a la cría mientras la madre evita el acercamiento de otros adultos; en los primeros días de vida la madre amamanta a su cría varías veces durante una hora, pero sólo por lapsos de 10 s (Allen *et al*., 2011).

El período de lactancia dura de uno a dos años (Niño-Torres *et al*., 2011), pero se registró a una hembra que amamantó a su cría por más de tres años (Allen *et al*., 2011). A partir de los seis meses las crías comienzan a ingerir alimentos sólidos y permanecen con su madre durante tres a seis años (Wells y Scott, 2009; Allen *et al*., 2011) la separación frecuentemente coincide

con el nacimiento de la siguiente cría (Wells y Scott, 2009), aunque se reportó una asociación madre-cría que duró 11 años (Allen *et al*., 2011).

Las hembras pueden tener crías cada dos o tres años, pero el intervalo entre crías puede ser mucho más largo (Allen *et al*., 2011). La estación del año en que nacen los tursiones varía de acuerdo con su ubicación geográfica; sin embargo, en varias latitudes templadas se observa un pico notable de nacimientos durante la primavera y un pico secundario en el otoño (Würsig *et al*., 2000; Allen *et al*., 2011). El tursión es un animal longevo, su esperanza de vida alcanza los 40 años pudiendo vivir hasta 52 (Valadez, 2002).

2.3. Estructura social de *Tursiops truncatus*

Los sistemas sociales son el resultado de la selección natural y sexual en los esfuerzos de los individuos para maximizar el éxito reproductivo (Möller, 2012). Las condiciones ecológicas, historia de vida, rasgos de la demografía y aspectos sociales han sido reconocidos como factores determinantes en la formación de los sistemas sociales (Möller, 2012). Por otra parte, la edad, el sexo, el estado reproductivo, la jerarquía, el parentesco y las interacciones con humanos son los factores ecológicos que causan variaciones en la organización y estructura social en los mamíferos (Beddia 2007; Möller, 2012; Morteo *et al*., 2014; Pirotta, Merchant, Thompson, Barton y Lusseau, 2015; La Fauci, 2017).

Al igual que muchos mamíferos terrestres, como carnívoros y primates, los delfines viven en sociedades complejas, donde forman asociaciones en las que los miembros de la asociación interactúan entre sí y donde, generalmente, se conocen entre ellos, formando grupos (Wells *et al*., 1987; Connor *et al*., 2000). Los grupos que conforman estas sociedades cohabitan en una

misma área e interactúan de manera frecuente entre sí (García, 2015; Bolaños-Durán, 2017). Las poblaciones de *T. truncatus* forman sociedades de "fisión-fusión", las cuales se caracterizan por la variación a lo largo del día en la composición y estabilidad del grupo, lo que propicia una amplia gama de vínculos sociales (Goodall, 1986; Wells *et al*., 1987; Connor *et al*., 2000).

La formación de grupos es una de las principales estrategias de supervivencia en el reino animal, esto da origen al desarrollo de complejas estructuras sociales en diferentes especies (Wiszniewski, Brown y Möller, 2012; García-Vital *et al*., 2015). Sin embargo, el motivo más común para la formación de grupos es satisfacer algún tipo de necesidad, las cuales pueden ser de contacto o interacción, atracción interindividual o necesidades de afiliación entre los individuos, así como relaciones de parentesco, altruismo recíproco y beneficios individuales y/o grupales, además de reducir las probabilidades de ser depredado y aumentar la detección de presas (García, 2015).

Los grupos sociales son entidades dinámicas, que cambian buscando el equilibrio entre las ventajas y desventajas de la pertenencia a dichos grupos; debido a esto se caracterizan por variaciones constantes en su composición y estabilidad (Lusseau *et al*., 2003; García, 2015; García-Vital *et al*., 2015; Bolaños-Durán, 2017). Para comprender cómo y por qué los delfines construyen relaciones entre individuos, varias poblaciones han sido estudiadas durante un largo período (Wells *et al*., 1987; Félix, 1997; Connor *et al*., 2000; Lusseau *et al*., 2003; Gero, Bejder, Whitehead, Mann y Connor, 2005) (Anexo 1).

El tursión es un animal gregario que comúnmente forma grupos sociales de dos a 15 individuos, aunque se tienen registros de agrupaciones de hasta 1,000 (Shane, 1982; Wells y Scott, 2009). El tamaño de los grupos también varía, generalmente en zonas protegidas como bahías y estuarios, los grupos tienden a conformarse por pocos individuos a diferencia de las

zonas abiertas donde los grupos tienden a ser numerosos (Shane, 1982; Würsig *et al*., 2000; Wells y Scott, 2009; García-Vital *et al*., 2015).

Se ha observado que, particularmente, los machos no emparentados de *T. truncatus* suelen presentar movimientos más amplios y se asocian con otros individuos del mismo sexo, estos individuos entran y salen de los grupos formando alianzas jerárquicas complejas (pares o tríos) en la competencia por hembras, para obtener recursos y defenderse de los depredadores (Connor *et al*., 2006; Martínez-Serrano *et al*., 2011; García, 2015), mostrando lazos sociales fuertes y de larga duración ya que han sido avistados del 70 al 100% del tiempo juntos (Tyack, 2009).

En contraste, las hembras pueden mantenerse en el grupo de manera permanente (Connor *et al*., 2000; Folkens, Reeves, Stewart, Clapham y Powell, 2002; Martínez-Serrano *et al*., 2011; Verme e Iannacone, 2012), presentan movimientos restringidos y tienen una mayor cantidad de asociados (Morteo *et al*., 2014; García, 2015). Algunas hembras son relativamente solitarias (Connor *et al*., 2006; Möller, 2012) mientras que otras mantienen asociaciones a largo plazo entre ellas formando “bandas” que se componen por una amplia variedad de individuos, los cuales pueden relacionarse genéticamente o comparten su estado reproductivo (Connor *et al*., 2000).

Las crías de tursión se separan temporalmente de sus madres usualmente a distancias lejanas y desde una edad temprana, esto ocurre a pesar de los beneficios que brinda la protección materna e independientemente de la temporada y el riesgo de depredación (Gibson y Mann, 2008). Los delfines jóvenes usualmente se asocian con otros jóvenes en grupos de hembras y machos hasta que son adultos (La Fauci, 2017).

3. JUSTIFICACIÓN

La Laguna San Ignacio es un Área Natural Protegida, de gran relevancia para México, ya que es una fuente de sustento y recreación para diversos sectores sociales (Dedina y Young, 1995; SEMARNAT, 2000). Es importante conocer las especies que habitan esta laguna costera, por tal motivo se deben generar estudios para implementar programas adecuados de conservación de los recursos y las especies que habitan en la laguna, entre los que se encuentran los tursiones.

Los tursiones tienen una estructura poblacional compleja y dinámica (Connor *et al*., 2000; Lusseau *et al*., 2003), y poseen una importancia estratégica como depredadores tope (Heckel, 1992), por lo que el estado de sus poblaciones puede revelar de manera indirecta la salud del ecosistema al que pertenecen (Reynolds *et al*., 2000; Wells *et al*., 2004). Es importante considerar que la industria turística de la observación de ballenas ha tenido un crecimiento considerable en Laguna San Ignacio desde 1970 (Gómez-Gallardo, 2004) originando, consecuentemente, una afluencia de embarcaciones que pueden propiciar alteraciones en los procesos biológicos y ecológicos de la zona, que influyen en el comportamiento del tursión (NOM-131-SEMARNAT-2010).

Es importante enfatizar que no existen investigaciones dirigidas al conocimiento de la biología y ecología del tursión en la Laguna San Ignacio, siendo esta investigación el primer esfuerzo en la descripción de la organización social de los tursiones, aportando datos de gran relevancia que ayudarán a la conservación de esta especie y al manejo de los recursos de importancia ecológica de esta laguna.

4. HIPÓTESIS

Los tursiones de la Laguna San Ignacio, durante la temporada invernal, presentan una sociedad abierta y dinámica caracterizada principalmente por asociaciones débiles que tendrán correspondencia con el tamaño de los grupos, como estrategia para reducir la competencia intraespecífica.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Describir las asociaciones de los tursiones (*Tursiops truncatus*) en la Laguna San Ignacio, durante los períodos invernales del 2009-2012.

5.2. Objetivos específicos

Determinar el tamaño de grupo promedio de los tursiones avistados en la Laguna San Ignacio.

Cuantificar las asociaciones entre los individuos mediante los registros de foto-identificación a lo largo de los períodos invernales del 2009-2012.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

La Laguna San Ignacio es una laguna costera semiestuarina ubicada en el desierto de El Vizcaíno, que en conjunto forman parte de los 2,546,790 hectáreas de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno (Figura 3). Laguna San Ignacio pertenece al municipio de Mulegé y se localiza en la porción media de la costa occidental de la Península de Baja California, dentro de una planicie costera (Dedina y Young, 1995). La laguna colinda con el Océano Pacífico entre los 26° 40’ - 27° 20’ de latitud N y 112° 45’ - 113° 35’ de longitud W, al norte con la Sierra de Santa Marta y San Francisco de la Sierra; al noreste con el complejo volcánico Las Vírgenes; al este con la Sierra de San Pedro; al sudoeste con Punta Abreojos; al oeste con la Sierra de Santa Clara y al noroeste con el desierto de El Vizcaíno. La laguna desemboca a la Bahía de Ballenas en los 26° 45’ N, y se encuentra protegida del mar abierto por la Isla Ana (Diario Oficial de la Federación, 1988; Dedina y Young, 1995). La costa se compone por playas arenosas, conglomerados de roca, conchuela, manglares, pantanos, así como planicies de lodo y sal. El área central la conforman planicies costeras acumulativas de tipo aluvial, litoral y eólico (Diario Oficial de la Federación, 1988; Urbán, Gómez-Gallardo y Palmeros, 1996).

Esta región se caracteriza por tener un clima muy seco y semiárido y presenta un periodo de sequía bien definido que abarca desde el inicio de la primavera (marzo) hasta finales del verano (agosto), con influencia ocasional de ciclones tropicales. La precipitación anual es de 56 mm y ocurre principalmente durante el invierno y no hay escurrimientos o arroyos de agua dulce. La temperatura media anual es de 20.9°C; sin embargo, las temperaturas pueden oscilar entre 17.3°C a 26.7°C (Jones, Swartz y Dahlheim, 1984; Diario Oficial de la Federación, 1988). En Laguna San Ignacio dominan los vientos del noroeste durante casi todo el año y su velocidad varía de 0 a 35 km h^{-1} en un tiempo menor a 30 minutos (Jones *et al*., 1984). Los vientos intensos, provenientes del Norte y Suroeste, ocurren durante los meses de invierno y

primavera, mientras que los de menor intensidad se presentan durante los meses de verano y otoño. Las mareas semidiurnas pueden variar de 0.9 a 2.4 m y son las causantes de las fuertes corrientes turbulentas tanto en la cuenca como en los canales y cerca de la boca, donde las intensas corrientes de marea también actúan como un agente de mezcla (Swartz y Jones, 1981). Durante el flujo de marea la laguna presenta mayor salinidad con respecto al océano, lo que da como resultado que una masa de agua con propiedades oceánicas se introduzca en la laguna, cada ciclo de marea. Este mecanismo se conoce como bombeo de marea (Winant y Gutiérrez de Velasco, 1999)

La laguna se encuentra comunicada con el océano mediante una red de canales los cuales se mantienen por la acción de las fuertes corrientes de marea, por lo que las propiedades del agua en la laguna son diferentes a las del agua del océano; estas diferencias son más notorias con la distancia hacia el interior de la laguna. La circulación de la laguna se ve afectada principalmente por procesos naturales como la evaporación, el bombeo de marea y la fuerza del viento (Winant y Gutiérrez de Velasco, 1999). En el extremo norte de la laguna, conocido como El Remate, el viento continuamente sopla hacia el sur, generando patrones de circulación que son responsables de la mezcla (Swartz y Jones, 1981). El interior de la laguna posee una cuenca, así como un sistema de canales separados por bajos, que en su mayoría se observan cuando la marea baja. La superficie total de la laguna es de 152 km^2 y en su mayor parte es somera; sin embargo, las profundidades varían ya que cerca de la boca la profundidad máxima es de 30 m, mientras que la zona más interna de la laguna alcanza hasta los 2 m (Jones *et al*., 1984; Jones y Swartz, 1984).

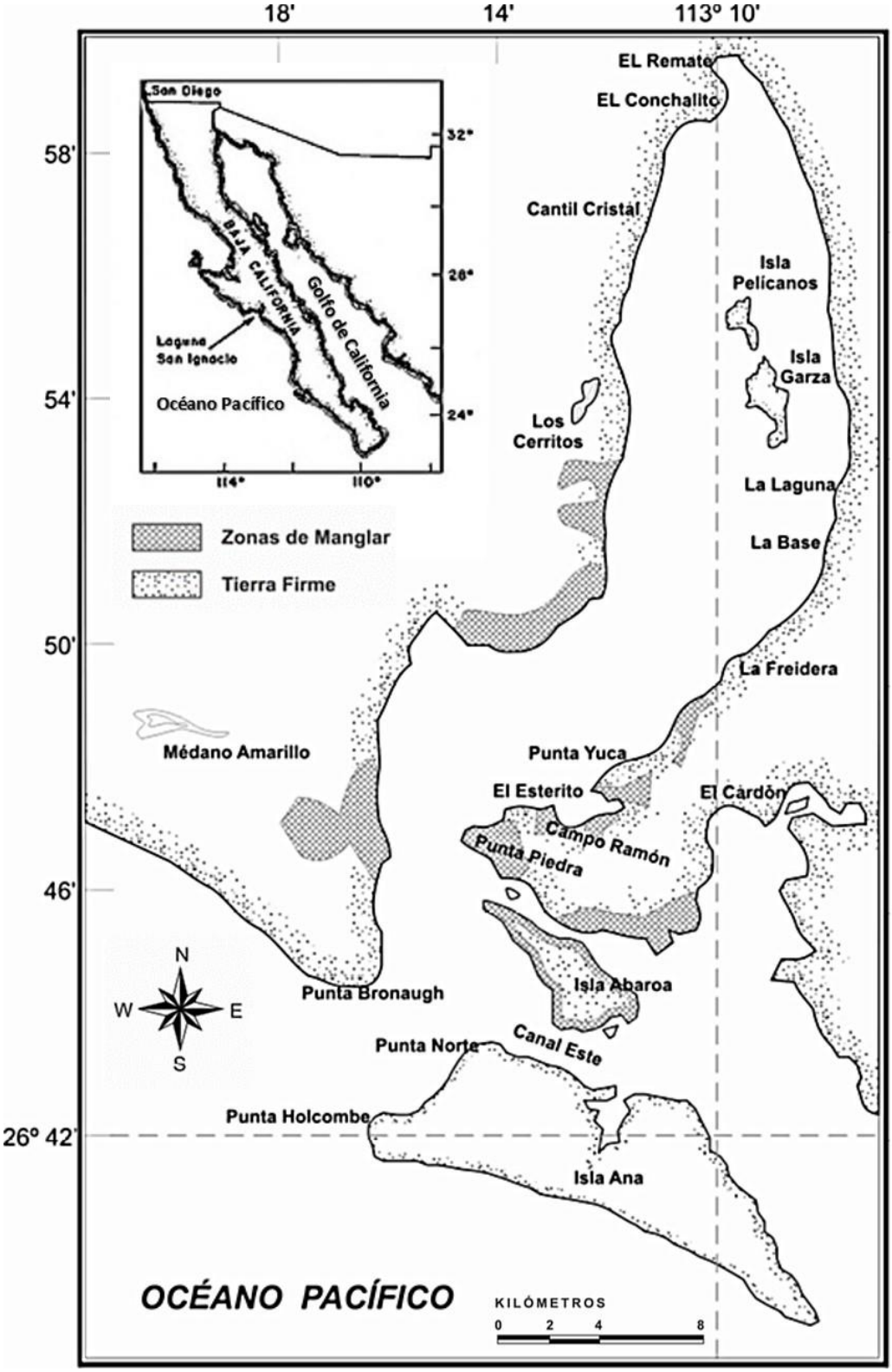


Figura 3. Laguna San Ignacio, B.C.S. México (Tomado y modificado de Calderón-Yañez, 2013).

La región se caracteriza por presentar altas tasas de evaporación, debido a esto la Laguna San Ignacio es considerada una laguna hipersalina, es decir, la salinidad y la densidad por lo general son mayores que en el océano circundante. En una laguna hipersalina, la diferencia en la densidad es un factor esencial en el proceso de intercambio de agua ya que el agua más salada y densa es transportada por el fondo hacia el océano, mientras que el agua menos salina y densa es transportada hacia el interior de la laguna a través de la superficie. La salinidad en El Remate durante el invierno alcanza 40‰ mientras que en el otoño se reduce a 39‰, disminuyendo gradualmente hacia la boca. La salinidad en la laguna varía de acuerdo a los cambios estacionales en la evaporación y en la mezcla inducida por la marea o el viento (Winant y Gutiérrez de Velasco 1999).

La Laguna San Ignacio es el hábitat para un número importante de plantas y animales terrestres y marinos, algunos de los cuales se encuentran amenazados, como es el caso de la tortuga prieta *Chelonia agassizi* (Galina, Alvarez, González y Gallina, 1991). En esta zona crece el manglar rojo (*Rhizophora mangle*), el cual se distribuye a lo largo de la ribera sur de la laguna, así como a lo largo de la costa sureña en la porción norte de la laguna, desde Punta Carey hasta Punta Piedra (Dedina y Young, 1995). Los manglares y aguas someras son el principal hábitat para muchas aves playeras, así como para numerosos invertebrados y peces que utilizan estas zonas como áreas de crianza y refugio durante sus primeras tapas de vida.

En la laguna también se encuentran campamentos turísticos, los cuales se distribuyen a lo largo de la costa oriental, algunos de ellos forman parte de los campamentos pesqueros permanentes como La Laguna, La Base y La Freidera, mientras los otros solo laboran durante la temporada turística cada invierno (Gómez-Gallardo, 2004).

6.2. Trabajo de campo

6.2.1. Navegaciones

Para obtener las fotografías de los delfines se usaron las navegaciones del Programa Científico del Ecosistema de la Laguna San Ignacio (Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program, 2013). Se navegó en promedio 18 días por un mes en cada temporada, aunque hubo diferencias entre años. Los recorridos fueron realizados abarcando las áreas de distribución de la ballena gris en la laguna y se fotografiaron de manera oportunista a los tursiones aprovechando los encuentros fortuitos, durante las temporadas invernales de los años 2009 a 2011, que abarcó los meses de enero a marzo y la temporada 2012 que abarcó de enero a abril. Se navegó a bordo de una embarcación de 6 a 7 m de eslora con motor fuera de borda de 55 a 75 Hp., viajando a una velocidad media aproximada de 11 km h-1 (Gómez-Gallardo, 2004; González, 2008). Todas las navegaciones para observar delfines se realizaron cuando las condiciones del mar eran menores a tres en la escala de Beaufort (Anexo 2).

Las fotografías obtenidas para la identificación de la aleta dorsal de los tursiones fueron tomadas por varios colaboradores a lo largo de la temporada invernal de los años 2009-2012; esto se realizó con una cámara digital réflex Canon EOS 50D, y en ocasiones con una Canon EOS 30D, ambas equipadas con lentes zoom de 70 a 300 mm, sensibilidad a la luz de 400 ISO y velocidad de disparo de la cámara de 1/1000 segundos.

Cuando un grupo de delfines era avistado la embarcación se aproximaba paralelamente a ellos a una distancia de entre cinco y 20 m con la finalidad de obtener fotografías de buena calidad. En esta investigación el término “grupo” se definió como un conjunto de delfines de la misma especie que se encuentran en relación cercana a una distancia entre sí menor a 100 m (Irvine, Scott, Wells y Koufmann, 1981; Weller, 1991). En algunas ocasiones los delfines se acercaban a la embarcación y nadaban cerca de la proa, por lo que el tiempo de observación

varió con cada grupo, ya que en ocasiones los tursiones evadían la embarcación. Sin embargo, se intentó estar cerca de los delfines hasta registrar los datos y obtener las fotografías, estas fueron tomadas para tener un registro individual de cada delfín por medio de marcas naturales como cicatrices, deformaciones, muescas en las aletas, patrones de coloración, así como la forma de la aleta dorsal (Valadez, 2002).

6.2.2. Registro General de Avistamientos

Durante las navegaciones para observar a los delfines se registró en la bitácora de campo la información correspondiente a cada avistamiento como la fecha, los nombres de la tripulación, hora de inicio y fin del esfuerzo del día, hora de inicio y fin del avistamiento, número de avistamiento, número de delfines avistados, número de fotografías tomadas y notas relacionadas con las fotografías de los individuos.

De igual manera se registraron las condiciones climáticas de la zona como la dirección del viento, visibilidad, nubosidad (% de cobertura de nubes), temperatura superficial del agua (con un termómetro de mercurio) y en algunos avistamientos se registró la profundidad (con un profundímetro digital) (Valadez, 2002; García, 2015). Los avistamientos terminaban cuando se perdía de vista los delfines por más de 10 min y se consideraba otro avistamiento si se volvían a observar, tal como lo describe García (2015). Posteriormente los datos obtenidos, así como las fotografías tomadas de cada delfín avistado se registraron en una hoja de cálculo en Excel.

6.3. Procesamiento de los datos

6.3.1. Foto-identificación

Los delfines se diferenciaron al comparar las marcas presentes en su aleta dorsal y siempre que fue posible se usaron las fotografías de ambos lados de la aleta (derecho e izquierdo). Las fotografías de mayor calidad según el Programa de Investigacion de Delfines de Sarasota (SDRP, 2006), de cada avistamiento y de cada lado, fueron seleccionadas para ser comparadas visualmente con ayuda del programa ACD See Pro 2.5. Si una aleta no se parecía a ninguna otra se consideraba como un individuo nuevo; los delfines fotografiados en más de una ocasión en diferentes avistamientos y temporadas se consideraron como recapturas o reavistamientos. Una vez que las fotografías se compararon con otras de la misma temporada o de diferentes años, se eligió la mejor para integrar el catálogo de foto-identificación de los tursiones de la Laguna San Ignacio. La selección de las fotografías se realizó de acuerdo con el SDRP (2006), considerando la escala de Calidad (Q) que establece:

a) Foco o claridad: si es excelente foco, foco moderado o si está fuera de foco.
b) Contraste: contraste ideal, contraste excesivo o mínimo.
c) Ángulo: aleta perpendicular a la cámara, aleta con ángulo ligero, aleta oblicua a la cámara.
d) Parcial: aleta completamente visible de ambos bordes, parte de la aleta oscurecida.
e) Proporción de la aleta en el cuadro: la aleta ocupa más del 5% del cuadro, características visibles, la aleta ocupa menos del 1% del cuadro, aleta muy lejos.

Con base en lo anterior, cada fotografía (Figura 4) se califica con los siguientes criterios y para efectos del estudio, solo se utilizaron fotos de calidad suficiente y excelente (SDRP, 2006; Ruíz-Hernández, 2014):

0) Mala: Lejos, fuera de foco, sin luz, borrosa.
1) Pobre: Lejos, poco foco, luz, algunas marcas distinguibles, mal ángulo, fracciones de aleta.
2) Suficiente: Poco foco, buen ángulo, marcas distinguibles suficientes para la comparación.
3) Excelente: Cerca, buena luz, ángulo perpendicular a la cámara, marcas que se distinguen bien.

Calidad 0 **Calidad 1** **Calidad 2** **Calidad 3**

Figura 4. Ejemplos de clasificación de las fotografías de las aletas dorsales de tursiones en la Laguna San Ignacio, de acuerdo con SDRP (2006).

A las fotografías de cada individuo foto-identificado se le asignó una clave de identificación con los siguientes datos: las iniciales del género y especie del organismo, seguido de dos dígitos que indican el año en que fue registrado, posteriormente tres dígitos correspondientes a un número serial, la letra D o I describiendo el lado del dorso que fue fotografiado y las iniciales de la Laguna San Ignacio (LSI). Ejemplo: Tt-12-050-D-LSI. Con estas fotografías se estimaron las asociaciones de los delfines en la Laguna San Ignacio para la temporada invernal 2009-2012.

Se calculó el porcentaje de eficiencia fotográfica (EF), el cual permite determinar los posibles sesgos en el uso de la técnica de foto-identificación a lo largo del muestreo, así como la eficiencia de foto-identificación (EI), que proporciona una medida de la pérdida de información por el uso de fotografías (Heckel, 1992; Morteo, 2002; García, 2015). Estos índices se obtienen mediante las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{EF} = \frac{\textbf{Total de animales identificados}}{\textbf{Núm.de fotos obtenidas}} \textbf{ x 100}$$

$$\mathbf{EI} = \frac{\textbf{Total de animales identificados}}{\textbf{Total de animales adultos avistados}} \textbf{ x 100}$$

6.3.2. Curva de descubrimiento

Con los datos de foto-identificación, se construyó una curva de descubrimiento (Heckel, 1992; Morteo, 2011; García, 2015), con el objetivo de verificar la cantidad acumulada de individuos identificados a lo largo del período de estudio. Esta curva representa la tasa a la que los individuos ingresan en el conjunto de datos y, por lo tanto, qué proporción de la población se ha identificado así como sus recapturas (cuando existieron) (Defran y Weller, 1999; Whitehead, 2009).

6.3.3. Análisis de tamaño de grupo

Cada avistamiento correspondió a un grupo de delfines los cuales conforman una unidad de muestreo. De acuerdo con García (2015) el tamaño de grupo en cada avistamiento se obtuvo mediante el conteo directo de los animales por consenso con la tripulación. Se estimó el promedio de número de individuos por grupo para el período de estudio (2009-2012) y mediante un histograma se observaron las frecuencias del tamaño de grupo de todos los avistamientos registrados durante el estudio.

6.3.4. Análisis de asociaciones

Siguiendo el método propuesto por García (2015), se creó una base de datos para obtener una medida cuantitativa del nivel de las asociaciones entre cada par de individuos. Se seleccionaron únicamente los delfines que fueron observados a partir de tres veces durante el período de muestreo del 2009 al 2012. Para medir el nivel de asociación entre los individuos se eligió el índice de peso medio o "Half Weight Index (HWI)", ya que es el estimador con menos sesgo utilizado en aquellos casos donde los individuos de un par son más propensos a ser observados separados que juntos (Cairns y Schwager, 1987); esto es común en los grupos grandes de delfínidos, en donde el número de animales fotografiados, por lo general, corresponde al 50% de los integrantes identificables en el grupo. Además, este índice es el más adecuado para aquellos estudios que utilizan la técnica de foto-identificación, donde frecuentemente se sobreestima el número de avistamientos conjuntos (Guerrero-Ruiz, 2013). Los coeficientes de asociación se clasificaron en cinco categorías en relación con la fuerza de la asociación (Cuadro 1) (Quintana-Rizzo y Wells, 2001).

Cuadro 1. Categorías de los coeficientes de asociación que utilizan las divisiones de Quintana-Rizzo y Wells (2001).

Fuerza de asociación	Valor
Muy bajo	0.01 – 0.20
Bajo	0.21 – 0.40
Moderado	0.41 – 0.60
Alto	0.61 – 0.80
Muy alto	0.81 – 1.0

Los coeficientes de asociación (COA por sus siglas en inglés) fueron calculados por medio del programa SOCPROG 2.8 (Whitehead, 2009). El "índice de asociación" generalmente es una estimación de la proporción de tiempo que dos individuos pasan juntos y analiza pares de delfines; por lo tanto, cuando en un grupo se encuentran tres tursiones, cada individuo presente en éste tendrá dos asociaciones, las cuales serán calculadas independientemente (Guerrero-Ruiz, 2013). El índice se calcula como:

$$\mathbf{HWI} = \frac{\mathbf{X}}{\mathbf{X} + (\mathbf{Y_a} + \mathbf{Y_b})/2}$$

Dónde **X** es el número de veces en el que ambos individuos (a y b) fueron avistados juntos en el mismo grupo, $\mathbf{Y_a}$ el número de veces en el que el individuo "**a**" fue avistado e $\mathbf{Y_b}$ el número de veces en el que el individuo "**b**" fue avistado. Este índice varía entre 0 para dos delfines que nunca han sido vistos juntos y 1 para delfines que siempre han sido avistados juntos. (Cairns y Schwager, 1987).

SOCPROG genera una matriz simétrica de COA con valores HWI de cada par de individuos identificados, así como errores estándar estimados, ya sea de manera analítica o usando un valor de arranque (bootstrap) no paramétrico. Con los valores de la matriz se pueden calcular los promedios de las asociaciones para el período de muestreo; dicha matriz puede ser representada con un sociograma (modelo de red social) o histograma de los índices de asociación (Whitehead, 2009). Un sociograma es un gráfico en el que los nodos que representan a los individuos se organizan en dos dimensiones y el grosor de los enlaces entre pares de cuadros indica la fuerza de su relación (valor del índice de asociación). El sociograma se representó en dos formas:

Arreglo circular: en donde los individuos están representados por puntos dispuestos en el perímetro de un círculo.

Escala multidimensional: en donde la disposición en el área de los individuos más fuertemente asociados es más cercana entre sí que los pares menos fuertemente asociados.

Por otra parte, el histograma es una representación gráfica de los individuos ordenados por el valor de sus índices de asociación, donde se hace un conteo en forma de barras y donde se observa la distribución de los daros de frecuencia. Se puede representar gráficamente la suma de todas las asociaciones o sólo los valores máximos de las asociaciones (Whitehead, 2009).

Ya que existe la posibilidad de que los índices de asociación calculados puedan representar relaciones aleatorias, se realizó un análisis para comprobar si existió preferencia o evasión en la elección de compañeros mediante la prueba de permutación aleatoria descrita por Bejder, Fletcher y Bräger (1998). Esto se realizó por medio del SOCPROG con pruebas de dos colas (α= 0.05) y 10,000 permutaciones de tipo Monte Carlo (Morteo, 2011). La hipótesis nula es

que los pares de tursiones en la población de la Laguna San Ignacio se asocian de manera aleatoria. Las asociaciones se permutaron dentro de los períodos de muestreo (es decir, días).

7. RESULTADOS

7.1. Avistamientos

Se analizaron un total de 153 avistamientos en 72 días de muestreo, abarcando la temporada invernal de los años 2009 al 2012, que comprende los meses de enero, febrero y marzo, con excepción del año 2012 que abarcó hasta el mes de abril. El año con mayor número de avistamientos fue 2010 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Frecuencias y porcentajes del número de tursiones avistados por año, registrados en la Launa San Ignacio, B.C.S., durante los años 2009-2012.

Año	Frecuencia	Proporción del total
2009	21	14%
2010	98	64%
2011	17	11%
2012	17	11%
Total	**153**	**100%**

Del total de avistamientos se calculó la frecuencia por mes (Figura 5). El mes de marzo de 2010 tuvo el mayor registro de tursiones con un total de 54 avistamientos, seguido por enero y febrero del mismo año con 29 y 15 avistamientos, respectivamente.

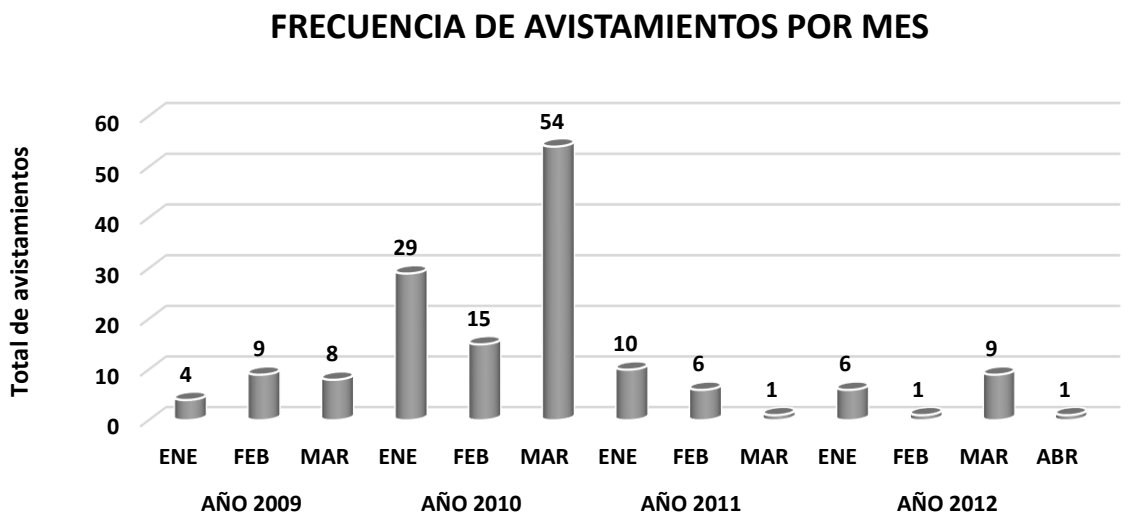


Figura 5. Histograma mensual de avistamientos de tursiones, registrados en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, durante los años 2009-2012.

Del total de individuos identificados (N=141), 73 individuos se avistaron sólo en una ocasión, 31 individuos fueron avistados en dos ocasiones y 37 individuos se avistaron en tres o más ocasiones (Cuadro 3). Sólo el individuo Tt-046 fue avistado en nueve ocasiones, el individuo Tt-039 fue observado en los cuatro años y siete individuos (Tt-012, Tt-021, Tt-028, Tt-036, Tt-037, Tt-069 y Tt-091) fueron avistados en tres años distintos (Anexo 3).

Cuadro 3. Porcentajes del número de ocasiones en que se avistaron los tursiones en la Launa San Ignacio, B.C.S., durante los años 2009-2012.

Reavistamientos	Frecuencia	Porcentaje
1	73	52%
2	31	22%
3 o más	37	26%
Total	**141**	**100%**

7.2. Foto-identificación

En los cuatro años de muestreo (2009-2012) se analizaron un total de 1,638 fotografías (Cuadro 4); asimismo se obtuvieron un total de 279 foto-identificaciones pertenecientes a 141 tursiones (Cuadro 5), de los cuales dos se clasificaron como crías ya que el tamaño de su aleta dorsal fue más pequeño en comparación con otros tursiones y siempre se les vio acompañados. La eficiencia fotográfica fue del 17%.

Se observaron en total 1,018 tursiones durante todo el período de estudio y del total de adultos observados (**N= 1,016**) se individualizó al 27.46% (eficiencia de foto-identificación), es decir 737 tursiones no pudieron ser identificados.

Cuadro 4. Número de fotografías analizadas en la Laguna San Ignacio, B.C.S., por año de muestreo.

Año	**Fotografías analizadas**	**Proporción del total**
2009	287	18%
2010	903	55%
2011	260	16%
2012	188	11%
Total	**1 638**	**100%**

Cuadro 5. Número de tursiones foto-identificados en la Laguna San Ignacio B.C.S., por año de muestreo.

Año	**Foto-identificaciones**	**Proporción del total**
2009	43	15%
2010	167	60%
2011	34	12%
2012	35	13%
Total	**279**	**100%**

7.3. Curva de descubrimiento

La curva de descubrimiento de nuevos individuos para las cuatro temporadas del estudio (2009-2012) mostró que se identificaron en total 141 individuos (Anexo 4) en un período de 48 días efectivos de muestreo; sin embargo, la curva no fue asintótica, es decir, la población marcada no fue identificada en su totalidad (Figura 6A). Por otra parte, la curva de descubrimiento de individuos con al menos tres reavistamientos (Figura 6B) mostró que se identificaron en total 37 individuos en un período de 43 días efectivos de muestreo. Por lo anterior, en los años 2009 y 2010 se foto-identificaron todos los tursiones presentes en más de tres ocasiones (37), correspondiendo 16 individuos para el año 2009 y 21 individuos para el año 2010; en los años siguientes (2011 y 2012) sólo hubo reavistamientos.

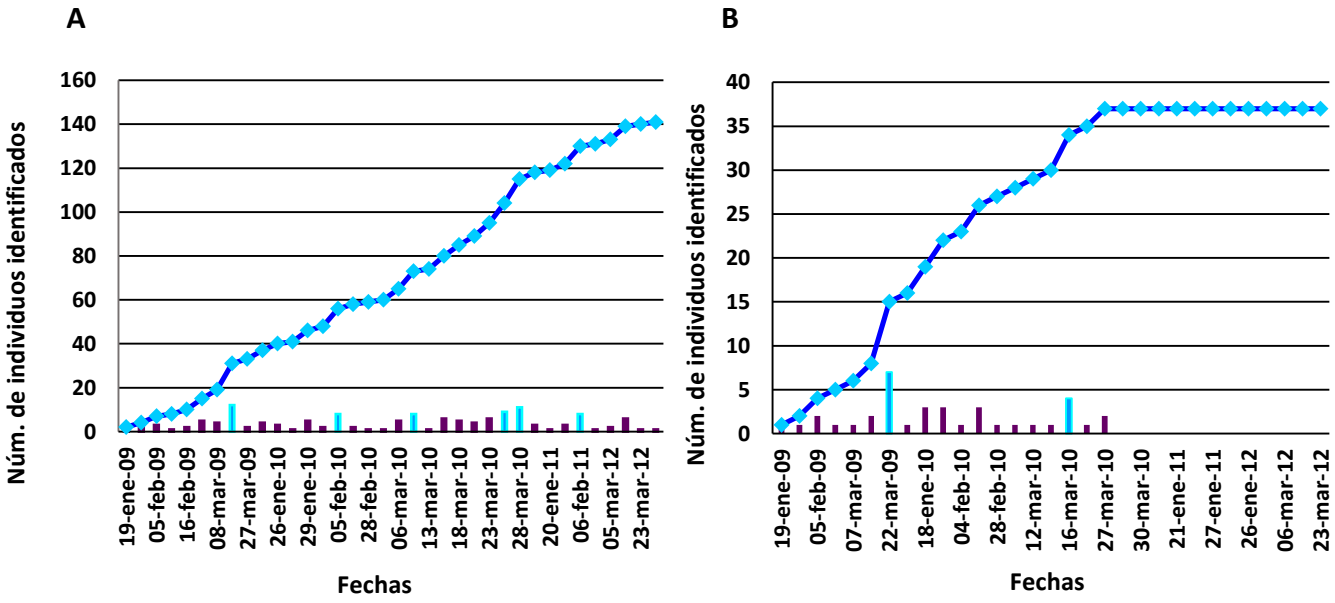


Figura 6. Curvas acumulativas de descubrimiento de tursiones individualizados en la Laguna San Ignacio, B.C.S., del 2009 al 2012 a través de la fotoidentificación. Se muestra a los animales nuevos (barras en morado) y se destacan los máximos de individuos identificados (barras en azul). A) Total de los individuos (N=141), B) individuos con al menos tres reavistamientos (N=37).

7.4. Tamaño de grupo

La distribución de las frecuencias del tamaño de grupo en las 12 categorías empleadas mostró una tendencia hacia los grupos pequeños, donde 83% tuvieron entre 1 y 10 tursiones, 12% tuvieron un tamaño de grupo de 11 a 20 tursiones, 4% tuvieron un tamaño de grupo de 21 a 30 tursiones y 0.70% tuvieron un tamaño de 91 a 100 tursiones. (Figura 7).

La media del tamaño de grupo para todo el estudio fue de 2.62 (± 10.20 DE) con una moda de 2 tursiones con un intervalo de 1 a 100 tursiones (Figura 8).

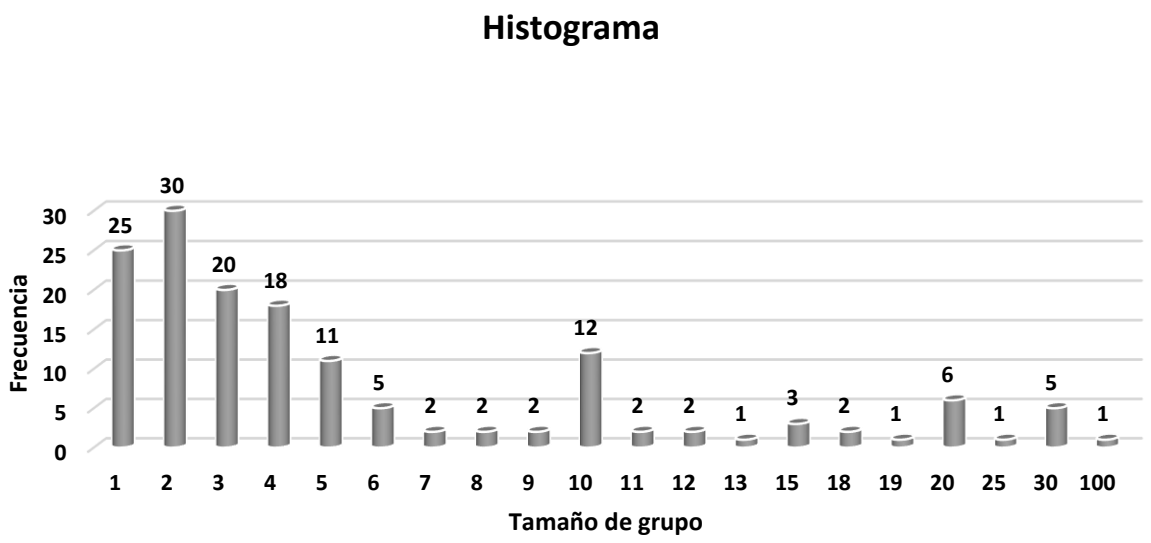


Figura 7. Histograma del tamaño de grupo de los tursiones registrados en la Laguna San Ignacio, B.C.S., durante el período 2009-2012 (N=151).

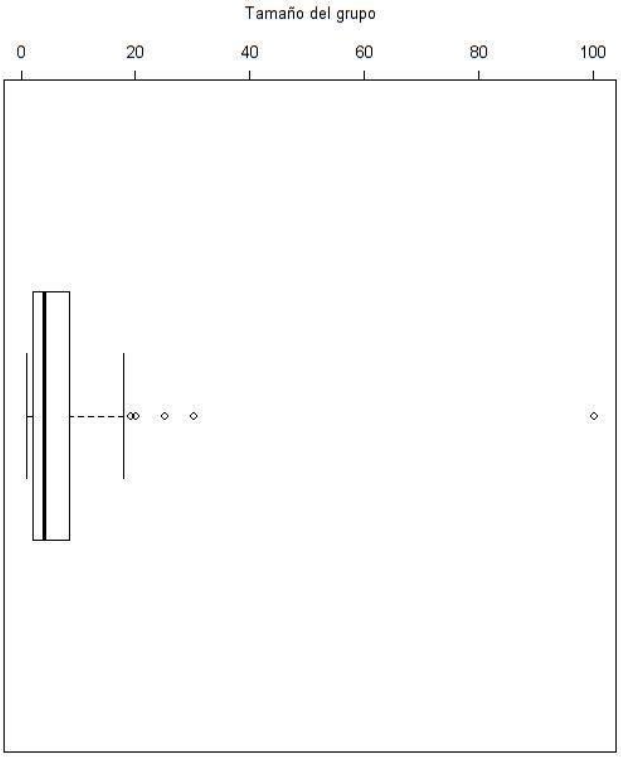


Figura 8. Diagrama de cajas para el tamaño de grupo de los tursiones observados en la Laguna San Ignacio durante el período 2009-2012 (N=151). La caja representa los cuartiles al 25 y 75%, mediana es la línea gruesa y los círculos fuera de la caja representan valores extremos.

7.5. Análisis de asociaciones

El histograma para todo el estudio (2009-2012) muestra diferencias en las asociaciones (Figura 9A). En general, la población muestra asociaciones dinámicas, en las que poco más del 60% de los delfines no se asociaron (COA=0). No hubo asociaciones duraderas (COA=1), el 20% de las parejas presentaron asociaciones bajas (COA <0.4) y menos del 1% tuvieron asociaciones moderadas a altas (0.41-0.70). Al analizar los COA máximos (Figura 9B), que

describen los niveles más altos de asociación entre los individuos y sus compañeros cercanos, casi el 30% presentó valores por arriba de 0.3 (asociaciones bajas), más del 25% tuvo asociaciones mayores a 0.61 (asociaciones altas) y sólo el 5% tuvo asociaciones muy altas (0.81 a 1.0). Considerando sólo los valores máximos de asociación, el promedio fue de 0.54 (±0.17 DE) incluyendo valores de 0.29 y 0.86, lo que indica que en general, aún cuando los delfines estuvieron juntos, la fuerza de sus asociaciones fue moderada.

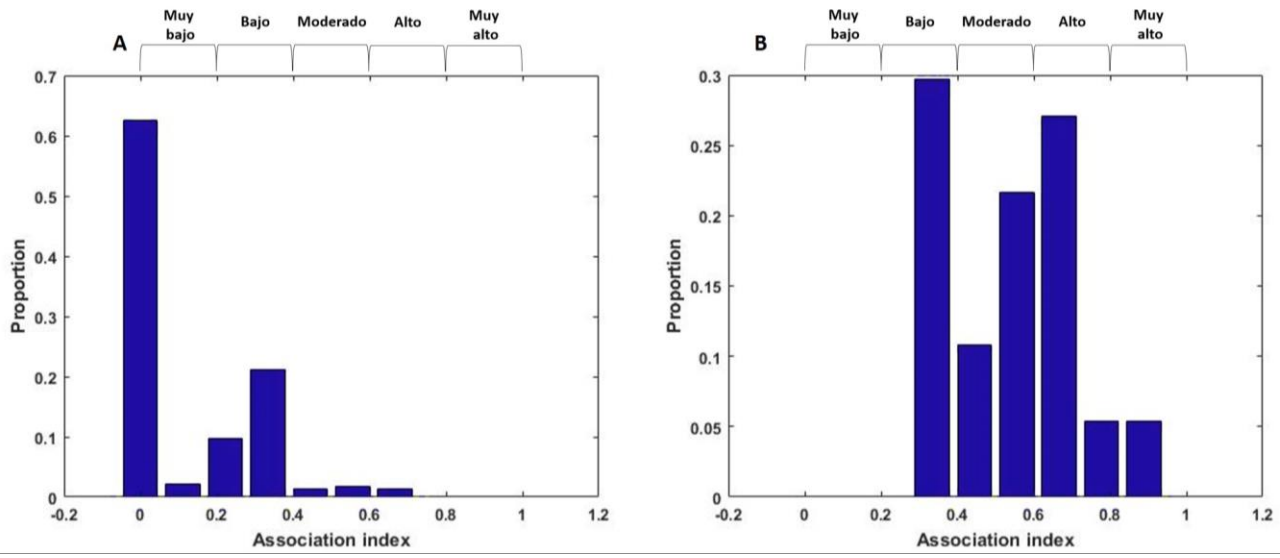


Figura 9. Histogramas de coeficientes de asociación (COA) para los tursiones foto-identificados al menos en tres ocasiones en la Laguna San Ignacio entre los años 2009-2012 (N=37). A) Valores de asociación para todas las parejas posibles (N=666), B) Valores máximos de las asociaciones entre parejas registradas fotográficamente por lo menos en una ocasión (N=37).

Se generaron dos sociograma para los 37 individuos observados tres o más veces en la Laguna San Ignacio y que fueron registrados en parejas por lo menos en una ocasión. Se destacan las conexiones sociales entre individuos con COA ≥0.30 y la fuerza de asociación en tres niveles (0.20, 0.58 y 0,86).

El análisis de redes comprende todo el período de estudio de 2009 a 2012, y tuvo un promedio de coeficientes de asociación (COA) de 0.26 (± 0.05 DE). Los números que circundan el sociograma representan a los 37 tursiones incluidos en el análisis y el espesor de las líneas entre puntos indica la fuerza de la relación entre ellos, se observaron asociaciones desde 0.1 a 0.86 (Figura 10). Las asociaciones más fuertes se dieron entre los tursiones 124 y 36 (COA=0.86). Asimismo, se observa que la población está dividida en dos grupos principales (Figura 11), del lado superior derecho, se muestran asociaciones de 0.30 (bajo) a 0.85 (muy alto), y el grupo inferior izquierdo, muestra asociaciones de 0.30 (bajo) a 0.66 (alto).

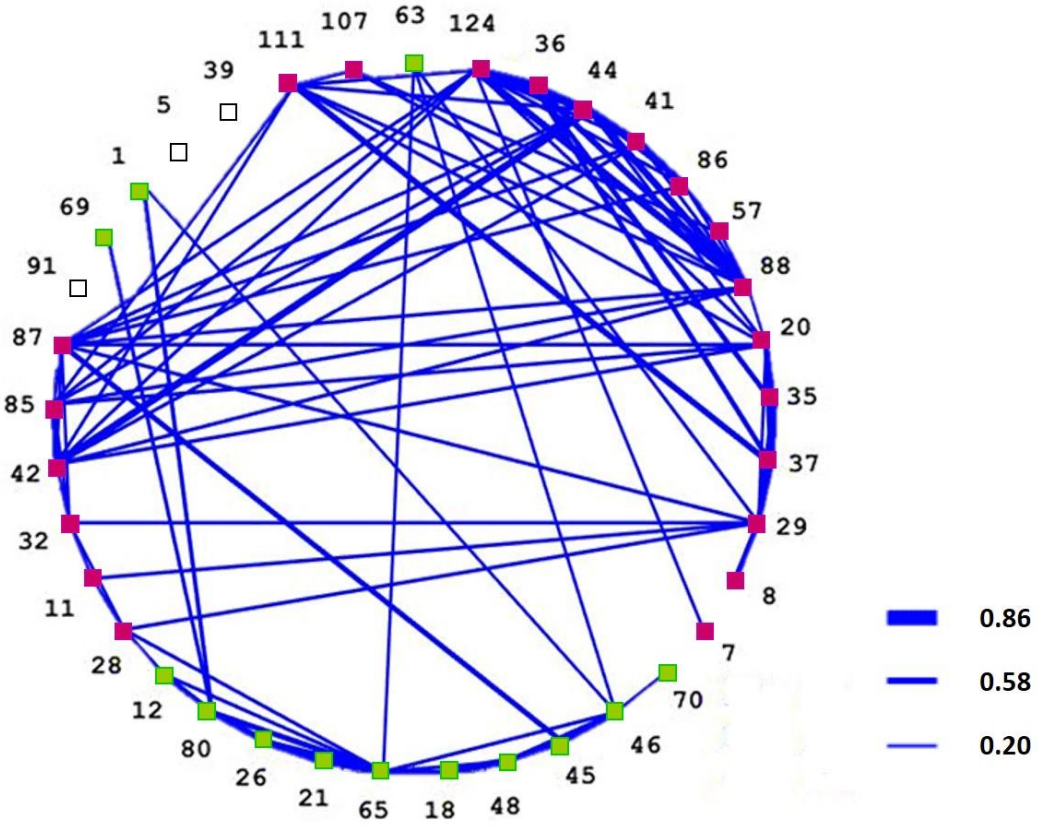


Figura 10. Sociograma del Coeficiente de Asociación (COA) con el índice de peso ponderado (HWI) para los tursiones foto-identificados en al menos tres ocasiones en la Laguna San Ignacio, B.C.S. entre los años 2009-2012 (n=37). Las líneas conectan a los individuos asociados y su grado de asociación es representado por el grueso de las mismas.

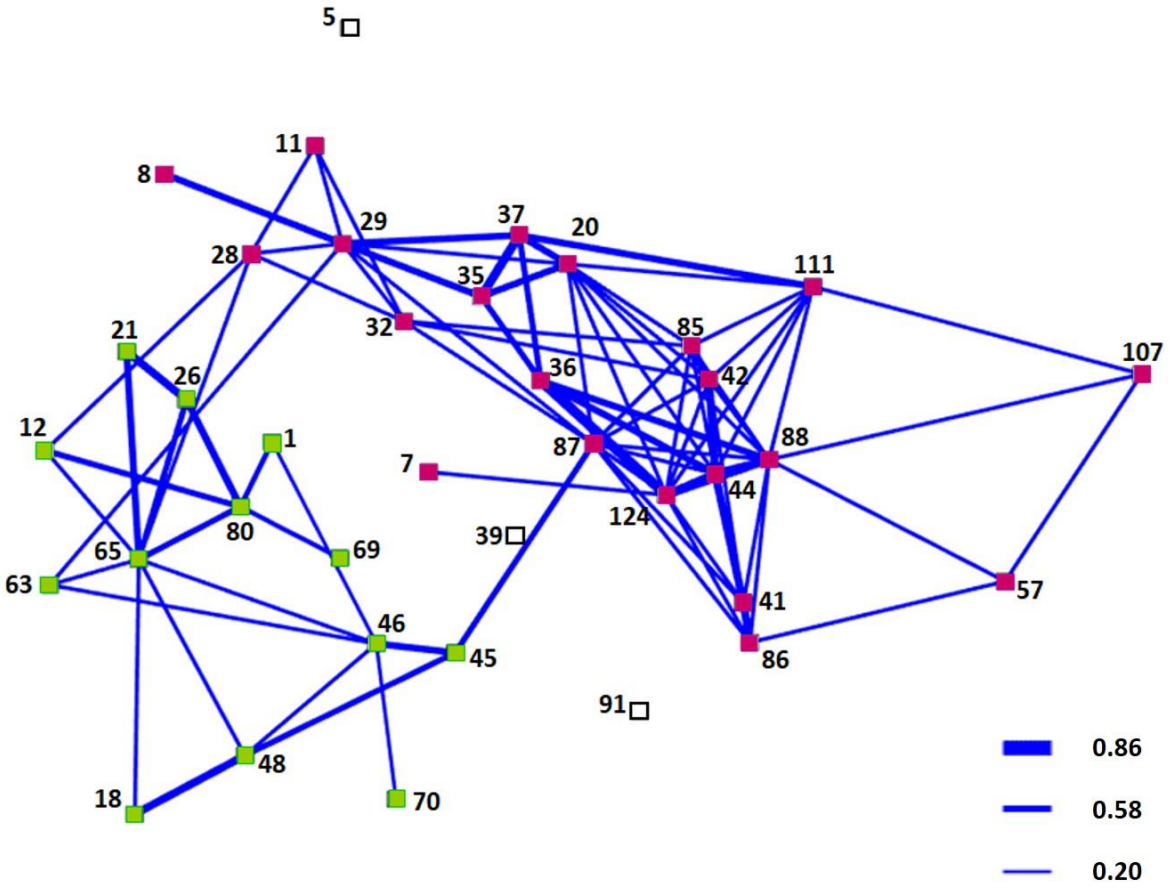


Figura 11. Sociograma del Coeficiente de Asociación (COA) con el índice de peso ponderado (HWI) para los tursiones foto-identificados en al menos tres ocasiones en la Laguna San Ignacio, B.C.S. Se observan dos grupos cuya fuerza de asociación es de baja a muy alta (nodos morados) y de baja a alta (nodos verdes).

La combinación de los 37 tursiones con tres o más recapturas entre los años 2009 y 2012 dio como resultado un total de 666 parejas. Para descartar las parejas formadas aleatoriamente, la desviación estándar (DE) de los índices de asociación mostró diferencias significativas ($p<0.001$) entre los datos reales (DE= 0.17) y las permutaciones aleatorias (DE<0.001), e indicó que las 666 parejas fueron significativas ($p< 0.05$) (compañeros preferidos/evitados). Esto quiere decir que todas las parejas resultaron no aleatorias, rechazando así la hipótesis nula. Los patrones de asociación indicaron que las asociaciones más frecuentes en la población de tursiones son las que tienen valores del coeficiente de asociación muy bajos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Frecuencias y porcentajes de la fuerza de asociación en las parejas de tursiones registradas durante el período de estudio 2009-2012, que estuvieron significativamente asociadas (N=666).

Fuerza de asociación	**Frecuencia**	**Porcentaje**
Muy bajo	432	65%
Bajo	204	31%
Moderado	19	3%
Alto	10	1.5%
Muy alto	1	0.1%

8. DISCUSIÓN

8.1. Avistamientos

Los datos de los registros de avistamientos considerados en este trabajo, desde 2009 hasta el 2012, fueron obtenidos durante las navegaciones del proyecto Programa Científico del Ecosistema de Laguna San Ignacio, por lo que los datos aportados provienen de esfuerzos de observación no sistemáticos. Debido a esto las observaciones se hicieron solo durante la temporada invernal que abarca de enero a marzo de los años 2009 al 2011 y de enero a abril en el año 2012. Por lo tanto, la presencia de los tursiones durante los meses subsecuentes no ha sido investigada.

El 51% de los tursiones foto-identificados fueron observados una vez, esto indica que la mayoría de los delfines no son residentes y que el área podría constituir una población abierta con delfines transeúntes que entran a la laguna (Delgado, 2002; Morteo *et al*., 2014). Sin embargo, estas variaciones en los avistamientos pueden deberse a la heterogeneidad del esfuerzo de muestreo y a la incapacidad para fotografiar a los delfines y registrarlos. Solo el 26% de los tursiones avistados presentaron tres o más recapturas, por lo que se pueden considerar representativos de las tendencias de la población que frecuenta el área de estudio (Bolaños-Durán, 2017), e indica que al menos estos delfines son fieles a la laguna durante la temporada invernal y que posiblemente se encuentren cerca del área durante el año (Morteo, Rocha-Olivares y Morteo, 2012b; Morteo *et al*., 2014).

La cantidad de avistamientos ocurridos en el año 2010 fue mucho mayor con respecto de los otros años de muestreo (Tabla 4). Sin embargo, será necesaria la estandarización de la abundancia relativa, que no formó parte de los objetivos de esta tesis, para determinar si estos resultados son ocasionados por la diferencia en el esfuerzo de observación realizado a lo largo

del período de estudio, si son debidos a una variabilidad intrínseca de la población de tursiones presentes en la laguna o si los cambios se deben a otros factores.

8.2. Foto-identificación

La foto-identificación es una técnica útil para individualizar animales silvestres, y aunque parece fácil, aplicarla involucra muchos desafíos (Urian *et al*., 2015). Las condiciones climáticas, la intensidad del viento, el estado del mar y una buena iluminación inciden en la capacidad visual del fotógrafo y pueden influir en la obtención de fotos de calidad. Además, lograr la orientación correcta de la aleta, fotografiar al individuo en el momento exacto y enfocarlo en el marco de la cámara es difícil debido al continuo movimiento de la embarcación. Únicamente las fotos de alta calidad servirán para realizar los análisis, por lo tanto, mientras más fotos se obtengan de los individuos más completo y confiable será el catálogo (Chico, 2011; Urian *et al*., 2015).

En este estudio la foto-identificación se realizó de manera oportunista utilizando las marcas naturales presentes en la aleta dorsal de los tursiones. De acuerdo con Agler *et al*. (1990) estas marcas permanecen constantes a lo largo del tiempo y usando más de una característica para la identificación, el riesgo de no detectar nuevas marcas se reduce considerablemente.

La revisión del material fotográfico indicó que se identificaron 141 individuos y la eficiencia fotográfica (porcentaje de fotos útiles con respecto al total de fotos) obtenida durante todo el estudio fue baja (17%), lo que implica poca habilidad de los fotógrafos o condiciones adversas para la correcta toma de registros fotográficos (e.g. animales alejados o evasivos). El bajo número de individuos foto-identificados en relación con el total de

fotografías analizadas también se debió a que muchas de eran de baja calidad y una alta proporción de individuos no presentaban marcas naturales o no correspondían al área de la aleta dorsal. Estos factores pudieron ocasionar que la eficiencia de foto-identificación también fuera baja (27%), aunque se encontró dentro de los valores reportados, que por lo general varían entre 20 y 60% (Morteo, 2002).

Morteo *et al*. (2004) individualizaron al 82.43% de los tursiones en San Quintín, Baja California; en la Bahía de Agiabampo, Sonora-Sinaloa Patiño-Valencia *et al*. (2008) individualizaron al 59.46%; en el norte de Veracruz Valdes-Arellanes *et al*. (2011) individualizaron al 56% y en el sureste del Golfo de México Delgado-Estrella (2002) individualizó al 50% de los delfines observados. Por otra parte, García (2015) reporta un valor muy bajo para la Laguna de Términos, Campeche con un 13% de individualización.

También es importante mencionar, que, dada la naturaleza de las navegaciones, el esfuerzo de muestreo durante el período de estudio no fue homogéneo; aunque todos los datos fueron recabados bajo condiciones del mar menores a tres en la escala de Beaufort, las condiciones fluctuantes del tiempo, como la presencia de neblina, lluvias, nubosidad y vientos, limitaron la duración de las observaciones o las impidieron. Otros factores que influyeron fueron los problemas técnicos, la duración de las navegaciones, la heterogeneidad de la tripulación a lo largo de los años de muestreo y la capacidad de cada fotógrafo, así como el comportamiento de los tursiones, ya que algunos evitaron el contacto con la panga y el incremento en el número de tursiones observados en cada grupo ya que disminuye la probabilidad de obtener fotografías claras de todos los miembros de la manada; lo antes mecionado coincide con los problemas registrados por Morteo (2002), Delgado-Estrella (2015) y García (2015).

En la actualidad, gran parte de lo que se sabe de la biología de muchas especies de cetáceos es gracias a los estudios de foto-identificación (Hammond, 2009), ya que nos permiten

conocer las características poblacionales de los animales sin tener que manipularlos y han brindado información esencial para crear planes de conservación y manejo sustentable para muchas poblaciones de mamíferos marinos. Por ello, a pesar de los inconvenientes anteriores, los datos de este trabajo representan la mejor información disponible para la población de tursiones que habita las aguas de la Laguna San Ignacio.

8.3. Curva de descubrimiento

La curva de descubrimiento no alcanzó una asíntota, esto quiere decir que no se identificaron todos los tursiones marcados que fueron registrados en la laguna, ya que sólo fue posible identificar al 27% en el período de muestreo. Lo anterior puede deberse a la baja eficiencia de identificación o que el esfuerzo de muestreo no fue suficiente para fotografiar a todos o la mayoría de los tursiones que hacen uso de la laguna, por lo que aumentar el esfuerzo de muestreo propiciará que nuevos individuos sean identificados, tal como mencionan Freitas y Marino (2012); Morteo *et al*. (2012b); Urian *et al*. (2014).

De acuerdo con García (2015), aunque los tursiones hubieran estado presentes durante los avistamientos, simplemente no pudieron ser fotografiados; por otra parte, algunos individuos no pudieron ser identificados debido a la falta de marcas características en su aleta dorsal o a la baja calidad de las fotografías que impidieron realizar la identificación. Otro factor que pudo influir es la presencia de numerosos grupos pequeños, muchas veces madre-cría, que suelen ser muy evasivos y por lo tanto difíciles de fotografiar. García-Vital *et al*. (2015) y Morales-Rincón (2016) mencionan que los grupos pueden hacerse más pequeños para evitar ser detectados con facilidad.

Con base en los resultados obtenidos en la curva de descubrimiento y debido a las variaciones observadas en el número de tursiones presentes en la laguna, podría tratarse de una población abierta. Freitas y Marino (2012) y García (2015) mencionan que esto puede sugerir que exista un flujo de entrada y salida de tursiones durante todo el año, con gran migración e inmigración hacia zonas aledañas a la laguna.

Las variaciones temporales en los movimientos de la forma costera de lo tursiones se han relacionado con los cambios ambientales (García, 2015; Morteo *et al*., 2014; Defran *et al*., 2015; Morteo *et al*., 2017b). Una gran cantidad de estudios han documentado los movimientos de los tursiones a lo largo del año; Del Castillo (2010) menciona que en el Golfo de México se han reportado variaciones estacionales que implican cambios importantes en el número de individuos presentes a lo largo del año, esto tiene relación con los movimientos constantes de los tursiones dentro y fuera del área de estudio. Por otra parte, Morteo *et al*. (2004) argumentan que la permanencia de los tursiones está relacionada principalmente con la estabilidad en la producción de recursos alimentarios a lo largo del tiempo. Delgado-Estrella (2002), registró un movimiento de más de 700 km en el Golfo de México e intercambio de tursiones entre la costa de Tabasco y Campeche con más de 200 km de distancia, por lo que estos delfines podrían estar moviéndose entre bahías a lo largo de la costa.

Se requiere un mayor esfuerzo de muestreo a lo largo del año para obtener mejores resultados de la dinámica poblacional de los tursiones que habitan o hacen algún uso de la Laguna San Ignacio.

8.4. Tamaño de grupo

El tamaño de grupo obtenido en este estudio es bajo comparado con lo reportado en otros trabajos, pero se encuentra en el rango registrado por Morteo (2002) para la Bahía de San Quintín, Baja California y por Meraz y Sánchez-Diaz (2008) para la costa central de Oaxaca, como se observa en el Cuadro 7.

Los tursiones son animales gregarios que forman sociedades de fisión-fusión, estas agrupaciones varían a lo largo del día en la composición y estabilidad del grupo (Connor *et al*., 2000). El tamaño de grupo se ve afectado por diversos factores como las características intrínsecas del hábitat donde se encuentran, ya que en zonas como bahías y estuarios los grupos tienden a conformarse por pocos individuos, mientras que en zonas abiertas los grupos suelen ser numerosos (Shane, 1982; Würsig *et al*., 2000; Wells y Scott, 2009).

Otros factores que influyen son las actividades humanas desarrolladas en su hábitat, la contaminación, la profundidad, las corrientes, la hora del día, los cambios en las mareas y la abundancia de alimentos (Scott, Wells, Irvine y Mate, 1990b; Weigle, 1990; Félix, 1994; García-Vital *et al*., 2015), ya que los delfines suelen formar grupos más grandes para cooperar mientras cazan. Asimismo, es importante considerar que algunos aspectos biológicos afectan el tamaño de las agrupaciones de tursiones como son la edad, el sexo de los individuos, el estado reproductivo, la presencia de crías y la abundancia de depredadores (Shane y Wells, 1986; Morteo *et al*., 2014).

Cuadro 7. Tamaño grupal de tursiones registrados en otros estudios.

Autor	Tamaño promedio de grupo	Lugar
Barbosa-Devéze, 2006	26	B.C.S., Golfo de California
Rojo-Arreola, 2005	22	
Morteo, 2002	2 y 36	Bahía de San Quintín
Pérez-Cortés, 2006	15.52	Bahía Magdalena
Meraz y Sánchez-Díaz, 2008	2 y 13	Oaxaca
Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2015	6.1	Sonora
García, 2015	16.4	Laguna de Términos
Pérez-Cao *et al*., 2013	7.5	Cuba
Campbell *et al*., 2002	3.8	Atolon Tuneffe, Belice
Calderón y Vintimilla, 2015	6.56	Golfo de Guayaquil, Ecuador
Moreno y Acevedo-Gutierrez, 2016	6.9	Golfo Dulce, Costa Rica
Verme e Iannacone, 2012	7.47	Islas Canarias
Augusto *et al*., 2012	7.75	Estuario de Sado, Portugal
La Manna *et al*., 2010	3.5	Mar Mediterráneo
Papale *et al*., 2017	3.11	Sicilia, Italia
Este trabajo	2.62	Laguna San Ignacio, B.C.S.

El tamaño de grupo también varía de acuerdo con las actividades realizadas por los tursiones, ya que algunas actividades requieren un mayor número de individuos agrupados que otras, esto implica una mayor protección y vigilancia contra los depredadores y les ayuda en la búsqueda y captura de sus presas (Shane y Wells, 1986; García-Vital *et al*., 2015), es por ello que los delfines costeros tienden a formar grupos menos numerosos en comparación con los delfines oceánicos. De acuerdo con Campbell, Bilgre y Defran (2002), los recursos alimentarios predecibles y de baja densidad, típicos de hábitats semi-cerrados, probablemente ejercen una fuerte presión selectiva, por lo que la formación de grupos de alimentación más

pequeños reduce de manera efectiva la competencia entre conespecíficos cuando la densidad de presas es baja.

La población de tursiones tiende a formar grupos pequeños en Laguna San Ignacio, esto es característico de hábitats semi-cerrados como bahías, estuarios y lagunas, y coincide con lo propuesto por Calderón y Vintimilla (2015). En hábitats semi-cerrados los depredadores del tursión suelen ser escasos, además los delfines suelen dispersarse para localizar a sus presas y para ello requieren formar grupos pequeños (Würsig y Würsig, 1979).

8.5. Análisis de asociación

Los animales sociales exhiben redes complejas de relaciones sociales compuestas por asociaciones entre individuos; estas relaciones sociales son muy importantes debido a que facilitan la transmisión de información y enfermedades, y pueden ser cruciales para el éxito de una población (Connor *et al*., 2000). La transmisión social de información permite una adaptación rápida a un entorno dinámico, como el que se encuentra en el océano (Moreno y Acevedo-Gutiérrez, 2016).

En este trabajo se encontró que la comunidad de tursiones de la Laguna San Ignacio presentó en su mayoría (65%) asociaciones de muy bajo nivel (COA <0.2), mientras que sólo el 1.5% mostró asociaciones de alto nivel (COA<0.8), esto apoya la idea de que existe un fluido intercambio de individuos entre grupos. Esta tendencia coincide con los patrones de asociación reportados por Felix (1997), Rogers *et al*. (2004), Mejía-Olguín (2004), Morteo (2011), García (2015) y Papale *et al*. (2017) para otras poblaciones costeras de tursiones.

Es importante señalar que algunos delfines fueron avistados en menos ocasiones que otros y sus patrones de asociación pueden haber sido muestreados parcialmente (Morteo, 2011); por lo tanto, para minimizar el sesgo sólo se incluyeron individuos avistados tres veces o más. De acuerdo con García (2015), este criterio de elección varía de animales que han sido observados en al menos tres ocasiones a los animales que han sido avistados en al menos siete o hasta 10 veces en un año.

Este estudio muestra que los tursiones de la Laguna San Ignacio se ajustan al patrón general de una sociedad de fisión-fusión; sin embargo, se desconoce si la población se encuentra estructurada por edad, por sexo o por área de distribución. Aunque se observa que los individuos de la población se asocian entre sí en una red, no se obtuvo evidencia de asociaciones significativamente fuertes, persistentes y la formación de alianzas entre los tursiones durante las temporadas de muestreo. En la Bahía de Sarasota, Florida, la composición del grupo de delfines generalmente se basa en asociaciones por edades y sexos, que incluyen grupos de hembras con cría, grupos exclusivamente de jóvenes y machos adultos, típicamente como parejas muy unidas (Wells, 2014).

La hipótesis inicial fue que, los tursiones tendrían asociaciones débiles que corresponderán con el tamaño de los grupos; la cual se sostiene dados los bajos niveles en los coeficientes de asociación (COA) y el reducido tamaño de grupo. En la Bahía Shark, Smolker, Richards, Connor y Pepper (1992), encontraron grupos que a menudo estaban integrados por machos y hembras, así como la formación de asociaciones consistentes a largo plazo entre individuos del mismo sexo. Esto pone en evidencia las preferencias de asociación de los tursiones, así como la composición del grupo.

El valor promedio del coeficiente de asociación (COA) para el período de estudio 2009-2012 fue de 0.26 (± 0.05 DE) y se clasificó como bajo, lo cual indica que la población está

dominada por asociaciones a corto plazo, evidenciando relaciones muy fluidas y abiertas (Bolaños-Durán, 2017), durante las temporadas invernales. Sin embargo, el hecho de que las asociaciones presenten índices bajos no implica que las relaciones entre los individuos sean simples o menos complejas (Garcia-Vital, 2015). El promedio de COA (HWI) en algunas poblaciones de tursiones varía de 0.1 a 0.2, esta media baja sugiere que existe una red fluida entre delfines que comparten el área de estudio, a excepción de pares y tríos caracterizados por asociaciones estables y de alto nivel (e.g., Campbell *et al*., 2002, García, 2015; Bolaños-Durán, 2017), lo que se podría estar presentando con los tursiones de la laguna.

Otras comunidades de tursiones en México como la de la Laguna de Términos, Campeche están formadas por individuos con índices de asociación bajos (COA=0.39) con pocos individuos involucrados, formando redes agrupadas (García, 2015); García-Vital (2012) encontró que la comunidad de delfines de Alvarado, Veracruz está formada por pequeños grupos con índices de asociación moderados y bajos (COA=<0.60), dónde las redes sociales no están compuestas por los mismos individuos a través de los años. Delgado-Estrella (2002) reportó índices de asociación bajos (COA=0.28) para Celestún, Yucatán, en un período de un año (1997-1998), índices de asociación medios (COA=0.50) para Holbox, Quintana Roo (1994-1998) y para la Laguna de Términos (1995) índices de asociación bajos (COA=0.36). Bolaños-Durán (2017) también reportó índices de asociación bajos para los tursiones del Sistema Arrecifal Veracruzano.

En otras poblaciones de tursiones se han obtenido índices de asociación (HWI) muy bajos como lo reportado por Titcomb, O´Corry-Crowe, Hartel y Mazzoil (2015), en el sistema Indian River Lagoon, Florida (COA=0.010 ± 0.006) con asociaciones débiles y fuertes y una red de individuos agrupados en seis comunidades sociales; Gazda, Iyer, Killingback, Connor y Brault (2015), reportaron para Cedar Key, Florida, la formación de cuatro redes sociales (COA=0.03 ± 0.08); Papale *et al*. (2017) registraron en Sicilia, Italia redes sociales muy fluidas (COA=0.06 ± 0.02;) cuyos grupos asociados cambiaban en composición diaria o por

hora; Verme e Iannacone (2012) encontraron en la Isla de Tenerife, España, asociaciones de larga duración (COA= 0.09 ± 0.30) y confirmaron la existencia de alianzas entre individuos; Augusto, Rachinas-Lopes y Dos Santos (2012), describieron en el Estuario del Sado, Portugal, una población pequeña y cerrada compuesta en su mayoría por tursiones adultos con índices de asociación medios (COA=0.45± 0.15) y asociaciones homogéneas. Estos ejemplos muestran que hay mucha variación en los índices de asociación observados de una población a otra de delfines.

El sociograma (Figura 10) muestra evidencia de que la población puede estar segregada, ya que se observan dos grupos principales, el primero con coeficientes de asociación de 0.30 (bajo) a 0.85 (muy alto) y el segundo con coeficientes de asociación de 0.30 (bajo) a 0.66 (alto). García (2015) encontró que la población de tursiones de la Laguna de Términos está dividida por dos grupos que tienen preferencia por tres zonas de la laguna, mientras que Baker, O´Brien, McHugh, Ingram y Berrow (2017), describieron, en el Estuario de Shannon, Irlanda, la formación de tres grupos principales asociados por clase de edad, donde el primer grupo estaba conformado por una gran cantidad de adultos asociados con adultos y los otros dos grupos, más pequeños, estaban conformados por tursiones jóvenes con estrecha relación entre ellos. Lo anterior sugiere que probablemente los dos grupos de tursiones presentes en la Laguna San Ignacio puedan estar formados por individuos de la misma edad o que tengan preferencia por ciertas áreas de la laguna, lo cual deberá corroborarse en estudios posteriores.

Los resultados de la prueba de permutación aleatoria sugieren que las parejas con COA altos, sí se asociaron significativamente más que lo esperado al azar, lo cual indica que tienen preferencia por ciertas parejas, mientras que los delfines con COA bajos se asocian significativamente menos que los valores esperados al azar, es decir, evitan encuentros con ciertos delfines. Esto puede indicar que la comunidad está dividida en pequeñas unidades sociales, que se juntan para realizar ciertas actividades en común (como alimentación o socialización) (Campbell *et al*., 2002; Morteo *et al*., 2014; García-Vital *et al*., 2015; Baker *et*

al., 2017). Esto es representado por los niveles de asociación no aleatorios en las díadas encontradas. Lo anterior en conjunto con los bajos COA encontrados, refuerzan la idea de que durante el invierno la estructura social de la comunidad de tursiones de la Laguna San Ignacio es altamente dinámica.

Dentro de las sociedades de fisión-fusión, los patrones específicos de sexo son comunes, y pueden deberse a diferencias en la tasa de encuentro y el tiempo de utilización del principal recurso reproductivo limitante de cada sexo, en el caso de las hembras el alimento y pareja para los machos (Connor *et al*., 2000). Típicamente, los machos forman fuertes lazos entre pocos individuos, mientras que las hembras forman asociaciones fluidas con muchos individuos (Morteo *et al*., 2014; Moreno y Acevedo-Gutierrez, 2016).

Debido a que la información de este trabajo proviene de mustreos oportunistas, desafortunadamente no fue posible obtener datos del sexo, la clase de edad ni del comportamiento de los tursiones, por lo que se desconoce la naturaleza de las asociaciones entre individuos. Por lo tanto, para lograr una comprensión completa de la dinámica social de una población es importante realizar más estudios sobre la determinación del sexo y el parentesco utilizando métodos genéticos así como recabar datos del comportamiento y la edad de los tursiones ya que numerosos estudios sugieren que algunas alianzas se basan en el parentesco (Campbell *et al*., 2002; Moreno y Acevedo-Gutierrez, 2016) y otros estudios han descubierto diferencias en los patrones de asociación en relación con la clase de edad y conductas específicas (Baker *et al*., 2017).

El estudio de los patrones de asociación con respecto al uso del área también es un factor determinante para entender la dinámica social de los tursiones, ya que las diferencias en el uso del área pueden conducir a diferencias en los patrones de asociación, así como tener implicaciones importantes en el manejo de la población (García, 2015; Baker *et al*., 2017).

Hasta la fecha no se han realizado otras investigaciones para conocer las características de la población de tursiones que habitan o que hacen algún uso de la Laguna San Ignacio, por lo que este trabajo de investigación marca un avance significativo en la tarea para describir y analizar la estructura social de esta población de tursiones. Este documento proporcionará datos que estarán disponibles para comparaciones futuras con estudios similares. El estudio de los tursiones en diferentes sistemas sociales contribuye al conocimiento actual de la estructura social y los mecanismos evolutivos que pueden haber afectado las diferencias entre las poblaciones. El conocimiento de la estructura social de una población de tursiones contribuye a la conservación de la especie, principalmente a la gestión de la población dentro de las áreas naturales protegidas y ayuda a comprender las tendencias en el monitoreo a largo plazo.

9. CONCLUSIONES

Los tursiones son frecuentemente observados en la Laguna San Ignacio durante la temporada invernal. Sin embargo, se desconoce su presencia en la laguna el resto del año.

Dado que la mayoría de los tursiones sólo aparecieron una vez, es posible que los tursiones marcados se comporten como una población abierta durante el invierno.

La baja eficiencia fotográfica y de foto-identificación, en conjunto con la curva de descubrimiento indican que la población de tursiones marcados en la Laguna San Ignacio es mucho más grande.

Los tursiones de la Laguna San Ignacio formaron asociaciones muy débiles y poco persistentes.

Aparentemente, la población está segregada durante el invierno; sin embargo, se desconocen las causas de dicha segregación por lo que será necesario investigar las causas que lo propician.

Todas las parejas muestreadas tuvieron asociaciones significativamente distintas a lo esperado al azar (preferencia y evasión en la elección de compañeros), por lo que se requiere una investigación más exhaustiva para conocer las circunstancias en las que ocurren.

10. RECOMENDACIONES

Es deseable que en los estudios posteriores se realice un diseño de muestreo dirigido a los tursiones, abarcando toda la laguna durante todo el año. De esta manera se podrán obtener resultados más precisos y la confiabilidad en las pruebas estadísticas será mayor.

Los muestreos deberán ser a mediano o largo plazo, con el fin de determinar si las variaciones temporales siguen patrones climáticos u oceanográficos. Lo anterior ayudará a detectar posibles cambios naturales o de origen humano en la comunidad de tursiones de la Laguna San Ignacio.

Los datos recabados en este estudio pueden ser sujetos de análisis para la estimación de la abundancia absoluta de la población.

Es muy importante que al momento de realizar los muestreos se registren el sexo, la edad y el comportamiento de los tursiones, y de ser posible que se obtengan biopsias para realizar pruebas de parentesco. Esto con la finalidad de conocer mejor la naturaleza de las asociaciones.

Asimismo, es fundamental que se registren de manera uniforme para todos los avistamientos los parámetros ambientales de la zona y la posición geográfica de los tursiones, para determinar si tienen alguna preferencia en cuanto a las condiciones ambientales y su distribución a lo largo de la laguna.

Dada la importancia ecológica de la zona de estudio, es importante realizar más investigaciones con la finalidad de tener mayor conocimiento de la población de tursiones que habitan o que hacen algún uso de la Laguna San Ignacio.

11. REFERENCIAS

Acevedo, A. (1989). Uso del área por el tursión, *Tursiops truncatus*, en la Ensenada de La Paz durante el verano de 1987. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, B.C.S. p. 115.

Agler, B. A., Beard, J. A., Bowman, R. S., Corbett, H. D., Frohock, S. E., Hawvermale, M. P., Katona, S. K., Sadove, S. S. y Selpt, I. E. (1990). Fin whale (*Balaenoptera physalus*) photografic identification: methodology and preliminary results from western North Atlantic. En: Hammond, P. S., Mizroch, S. A. y Donovan, G. P. (Eds.). Individual Recognition of Cetaceans: Use of Photoidentification and Other Techniques to Estimate Population Parameters. Report International Whaling Commission (Special Issue 12). Cambridge, U. K. pp. 349-356.

Aguayo, L. A., Urbán, J., Sánchez, R. y Rojas, L. (1986). Diversidad y distribución de los Cetáceos en el Golfo de California, México. En: Memorias de la XI Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Abril de 1986. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey –Campus Guaymas, Sonora, México. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos.

Aguayo-Lobo, A. (1999). Los cetáceos y sus perspectivas de conservación. Estudios Oceanológicos. 18: 35-43.

Allen, S. G., Mortenson, J. y Webb, S. (2011). Field Guide to Marine Mammals of the Pacific Coast: Baja, California, Oregon, Washington, British Columbia (Vol. 100). Universty of California Press. pp. 308-318.

Álvarez, F. C. M., Aguayo, A. y Nolasco, S. (1991). Prospección de Tursiones (*Tursiops truncatus*) en el área circundante a la Laguna de Mecoacán en el Estado de Tabasco. Laboratorio de Vertebrados, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. No publicado. p. 19.

Álvarez, F. C. M., Castillo, M. y Salinas, M. A. (1994). Estimación de la población de los tursiones *Tursiops truncatus*, en los alrededores de las islas Holbox, Quintana Roo. Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F. No publicado. p. 20.

Augusto, J., Rachinas-Lopes, P. y Dos Santos, M. (2012). Social structure of the declining resident community of common bottlenose dolphins in the Sado Estuary, Portugal. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(8), 1773-1782.

Baker, I., O'Brien, J., McHugh, K., Ingram, S. N. y Berrow, S. (2017). Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) social structure in the Shannon Estuary, Ireland, is distinguished by age-and area-related associations. Marine Mammal Science 34(1), 30.

Ballance, L. T. (1985). Área de acción del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en Bahía Kino, Sonora. En: Memorias de la X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos, La Paz, B.C.S., México. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos. pp. 161-165.

Ballance, L. T. (1990). Residence patterns, group organization, and surfacing associations of bottlenose dolphins in Kino Bay, Gulf of California, Mexico. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin. San Diego. pp. 267-283.

Ballance, L. T. (1992). Habitat use patterns and ranges of the bottlenose dolphin in the Gulf of California, Mexico. Mar. Mamm. Sci. 8: 262–274.

Barbosa-Devéze, L. (2006). Diversidad y distribución espacio-temporal de odontocetos en Bahía de los Ángeles y Canal de Ballenas, Baja California. (Tesis de Maestría en Ciencias, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada). Recuperado de: http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/2020

Barragán, D. (2010). Distribución y uso del hábitat del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagü, 1821) (Cetacea: Delphinidae) en Bocas del Toro, costa Caribe de

Panamá. (Tesis de Licenciatura. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano). Recuperado de: http://unicornio.utadeo.edu.co/tesis/biologia_marina/T947.pdf

Barros, N. y Odell, D. (1990). Food habits of bottlenose dolphins in the southeastern United States. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin, Academic Press Inc. San Diego. pp. 309-328.

Beddia, L. (2007). Diurnal behaviour of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Cardigan Bay, West Wales. (Doctoral dissertation. University of Wales). Recuperado de: http://www.seawatchfoundation.org.uk/wp-content/uploads/2012/08/Lauren-Beddia-thesis.pdf

Bejder, L., Fletcher, D. y Bräger, S. (1998). A method for testing association patterns of social animals. Animal Behaviour, 56: 719-725.

Bel'kovich, V., Agafonov, A., Yefremenkova, O., Kozarovitsky, L. y Kharitonov, S. (1991). Dolphin herd structure. En: Pryor, K. y K. Norris (Eds.). Dolphin societies. University of California press, Los Angeles. pp. 17-38.

Bolaños-Durán, E. (2017). Asociaciones de tursiones (*Tursiops truncatus*) en el Parque Nacional Sistema Arrecifal Veracruzano. (Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/Bolanos-Duran_2017.pdf

Bouveroux, T. y Mallefet, J. (2010). Social structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Panama City, Florida. Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom, 90(08): 1685-1692.

Busnel, R. G. (1973). Symbiotic relationship between man and dolphins. Trans. N.Y. Acad. Sci. Serie. II. 35(2): 112-131.

Cairns, S. J. y Schwager, S. J. (1987). A comparison of association índices. Animal Behaviour, 35: 1454-1469.

Calderón Brito, A. J. y Vintimilla Jáuregui, M. A. (2015). Tamaño mínimo poblacional del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en el Estero Salado-Guayas, en la estación seca. Recuperado de: https://docplayer.es/31245091-Universidad-del-azuay-facultad-de-ciencia-y-tecnologia.html

Calderón-Yañez, E. A. (2013). Análisis de la condición corporal de las ballenas grises (*Eschrichtius robustus*) que visitaron Laguna San Ignacio durante las temporadas: 2008-2011. (Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur). Recuperado de: https://www.sanignaciograywhales.org/wp-content/uploads/2015/03/erandi-calderon-reduced-thesis-dec-2013.pdf

Caldwell, D. K. (1955). Evidence of home range of an Atlantic bottlenose dolphin. Journal of Mammalogy, 36(2): 304-305.

Caldwell, D. K. y Caldwell, M. C. (1972). The World of the Bottlenose Dolphin. J. B. Lippincott Co. Philadelphia. p. 157.

Campbell, G. S., Bilgre, B. A. y Defran, R. H. (2002). Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Tuneffe Atoll, Belize: occurrence, site fidelity, group size, and abundance. Aquatic Mammals, 28(2), 170-180.

Chávez-Martínez, K. (2017). Interacción entre el tursión (*Tursiops truncatus*) y la pesca artesanal de Alvarado, Veracruz, en función de la captura, calidad nutricional y composición isotópica de la comunidad de peces. (Tesis de Maestría. Posgrado en Ecología Marina, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada). Recuperado de: http://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/1431

Chico, C. (2011). Estudio de la abundancia, tasa de supervivencia y residencia del Delfín mular *Tursiops truncatus* en el Estrecho de Gibraltar. (Proyecto Fin de Carrera. Universidad de Castilla-La Mancha). Recuperado de:

https://studylib.es/doc/6906040/estudio-de-la-abundancia--tasa-de-supervivencia-y-residen...

Committee on Taxonomy. (2016). List of marine mammal species and subspecies. *Society for Marine Mammalogy. En*: www.marinemammalscience.org/species-information/list-marine-mammal-species-subspecies/

Connor, R. C., Mann, J. y Watson-Capps, J. (2006). A sex-specific affiliative contact behavior in Indian Ocean Bottlenose Dolphins, *Tursiops* sp. Ethology, 112(7), 631-638.

Connor, R. C., Wells, R. S., Mann, J. y Read, A. J. (2000). The bottlenose dolphin. Social relationships in a fission-fusion society. En: Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L. y Whitehead, H. (Eds.). Cetacean Societies. Field Studies of Dolphins and Whales. University of Chicago Press. pp. 91–126.

De La Parra, J. R. (1989). Notas sobre la observación de los odontocetos al Este de Cancún, Quintana Roo. En: Memorias de la XIV Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Abril 1989. La Paz B.C.S., México. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos. p.25.

De La Parra, J. R. y Galván, B. (1985). Observaciones del Tursión Costero del Pacífico en el sistema Topolobampo-Ohuira, Sinaloa (con notas acerca del comportamiento, ritmo respiratorio e identificación individual). En: Memorias de la X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. La Paz, B.C.S., México. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos. pp. 137-160.

Dedina, S. y Young, E. H. (1995). Conservation and development in the gray whale (*Eschrichtius robustus*) lagoons of Baja California Sur, Mexico. Report to the U.S. Marine Mammal Commission. Contract No. T10155592.

Defran, R. H. y Weller, D. W. (1999). Occurrence, distribution, site fidelity, and school size of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off San Diego, California. Mar. Mamm. Sci. 15: 366–380.

Defran, R. H., Caldwell, M., Morteo, E., Lang, A. R., Rice, M., Weller, D. (2015). Possible stock structure of coastal bottlenose dolphins off Baja California and California revealed by photo-identification research. Bulletin of the Southern California Academy of Science, 114 (1):1-11. ISSN: 2162-4534.

Defran, R. H., Kelly, D. L., Shultz, G. M., Weaver, A. C. y Espinoza, M. A. (1986). The ocurrence and movements of Bottlenose Dolphin in the Souther California Bight. Southwest Fisheries Center Administrative Report LJ-86-06C (unpublished). La Joya, U.S. p. 29.

Del Castillo, V. (2010). Biología poblacional del tursión (*Tursiops truncatus*) en la costa de Alvarado, Veracruz. (Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/Del_Castillo_2010.pdf

Delgado-Estrella, A. (1991). Algunos aspectos de la ecología de poblaciones de las toninas (*Tursiops truncatus*, Montagü 1821) en la Laguna de Términos y Sonda de Campeche, México. Tesis de Licenciatura. ENEP Iztacala, UNAM. México. p. 150.

Delgado-Estrella, A. (1992). Abundancia y ciclos de actividad de las toninas (*Tursiops truncatus*) en la Laguna de Términos, Campeche, México. En: Memorias de la XVII Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Abril 1992. La Paz B.C.S., México. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos.

Delgado-Estrella, A. (1996). Ecología poblacional de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de Mexico. México, D.F. p. 93.

Delgado-Estrella, A. (2002). Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México (Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 160.

Delgado-Estrella, A. (2015). Patrones de residencia y movimientos a largo plazo de las toninas *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México. Therya, 6(2): 297-314.

Diario Oficial de la Federación. (1988). "Decreto por el que se declara la Reserva de la Biosfera "El Vizcaíno", ubicada en el Municipio de Mulegé, B.C.S.". Diario Oficial de la Federación, 30 de noviembre de 1988. pp. 2-26.

Díaz-Gamboa, R. E. (2001). Tamaño poblacional y residencia de las toninas (*Tursiops truncatus*) en la Ensenada de La Paz, B.C.S. 1998-1999. Tesis de Licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, México. p. 77.

Dos Santos, M. E. y Lacerda, M. (1987). Preliminary observations of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Sado Estuary (Portugal). Aquatic Mammals. 13(2): 65-80.

Ellis, R. (1989). Dolphins and porpoises. Borzoi. USA. p. 270.

Escobar-Lazcano, M. J. (2015). Análisis de tendencias y vacíos en la investigación de mamíferos marinos en México durante el período 1998 al 2014. (Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/Escobar_2015.pdf

Félix, F. (1994). Ecology of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. Investigations on Cetacea, 25:235-256.

Félix, F. (1997). Organization and social structure of the coastal bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in the Gulf de Guayaquil, Ecuador. Aquatic Mammals, 23(1), 1-16.

Folkens, P., Reeves, R., Stewart, B., Clapham, P. y Powell, J. (2002). National Audubon Society: Guide to Marine Mammals of the World. Alfred A. Knopf, Inc., New York, USA and Random House of Canada, Limited, Toronto, Canada. p. 527.

Freitas, M. y Marino, S. (2012). Estimación de abundancia por captura-recaptura de los delfines Guiana en el sureste de Brasil. Ciencias Marinas, 38(3): 529-541.

Galina, P. S., Alvarez, A., González, R. y Gallina, S. (1991). Aspectos generales sobre la fauna de vertebrados. En: Ortega, A. y Arriaga, L. (Eds.). La reserva de la biosfera el Vizcaíno en la Península de Baja California. CIB. La Paz, B.C.S. pp. 177-209.

Gallo, J. P. (1988). Informe de las observaciones de grupos de Toninas (*Tursiops truncatus*) en la Boca del Carmen Laguna de Términos y en la Sonda de Campeche, México. Instituto de Biología, UNAM, México, D.F.

García, M. A. (2015). Estructura social de toninas *Tursiops truncatus* en la Laguna de Términos, Campeche. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 154.

García-Vital, M., Morteo, E., Martínez-Serrano, I., Delgado-Estrella, A. y Bazúa-Durán, C. (2015). Inter-individual association levels correlate to behavioral diversity in coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Southwestern Gulf of Mexico. Therya, 6(2), 337-350. ISSN: 2007-3364, doi: 10.12933/therya-15-270

Gazda, S., Iyer, S., Killingback, T., Connor, R. y Brault, S. (2015). The importance of delineating networks by activity type in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Cedar Key, Florida. Royal Society open science, 2(3), 140263.

Gero, S., Bejder, L., Whitehead, H., Mann, J. y Connor, R. C. (2005). Behaviourally specific preferred associations in bottlenose dolphins, *Tursiops* spp. Canadian Journal of Zoology, 83(12), 1566-1573.

Gibson, Q. A. y Mann, J. (2008). The size, composition and function of wild bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) mother–calf groups in Shark Bay, Australia. Animal Behaviour, 76(2), 389-405.

Gómez-Gallardo, E. A. (2004). Uso de la Laguna San Ignacio por la ballena gris *Eschrichtius robustus*, durante las temporadas invernales de 1996 y 1997. (Tesis de Maestría, IPN-CICIMAR). Recuperado de: http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14417

González, C. S. (2008). Filopatría de la ballena gris (*Eschrichtius robustus*) en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur, México, 1996-2005. (Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Baja California Sur). Recuperado de: https://www.sanignaciograywhales.org/wp-content/uploads/2015/03/sergio-gonzalez-carrillo-tesis.pdf

Goodall, J. (1986). The chimpanzees of Gombe: Patterns of behavior. Cambridge, Mass: Belknap Press of the Harvard University Press. Cambridge, EE. UU. p. 673.

Gray, J. E. (1868). Synopsis of the species whales and dolphins in the collection of the British Museum. London: B.Quaritch. doi: https://doi.org/10.5962/bhl.title.15931

Gruber, J. A. (1981). Ecology of the Atlantic Bottlenose Dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Pass Cavalla área of Matagorda Bay, Texas. (Master´s thesis, Texas A&M University). Recuperado de: http: / /hdl .handle .net /1969 .1 /ETD -TAMU -1981 -THESIS -G885.

Guerrero-Ruiz, M. C. (2013). Identidad poblacional y estructura social de la orca *Orcinus orca* (Linnaeus 1758) en el Pacífico mexicano. Tesis de Doctorado, Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. p. 227.

Guevara-Aguirre, D. y Gallo-Reynoso, J. P. (2015). Abundancia relativa y estacionalidad de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*) en la región de Guaymas, Sonora, Golfo de California. Therya, 6(2), 315-328.

Gunter, G. (1942). Contributions to the natural history of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), on the Texas coast, with particular reference to food habits. Journal of Mammalogy, 23:267-276.

Hammond, P. S. (2009). Mark-Recapture. En: Perrin, W. F., Wursig, B. y Thewissen, J. G. M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego California. USA. pp. 705-709.

Hanson, M. y Defran, R. (1993). The behaviour and feeding ecology of the Pacific coast bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. Aquatic Mammals, 19(3):127-142.

Heckel, G. (1992). Fotoidentificación de Tursiones *Tursiops truncatus* (Montagü, 1821) en la Boca de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 164.

Hersh, S. L. y Duffield, D. A. (1990). Distinction between northwest Atlantic offshore and coastal bottlenose dolphins based on hemoglobin profile and morphometry. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin. Academic Press California. USA. pp. 129-139.

Hershkovitz, P. (1961). On the nomenclature of certains whales. Fieldiana, Zool. 39 (49):547-565.

Hoese, H. D. (1971). Dolphin Feeding out of Water in a salt marsh. J. Mammal. 52: 222-223.

Holmgren, D. (1988). Registro de *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en las bocas de la Laguna de Términos, Campeche, durante las estaciones de invierno y primavera de 1988. Informe de Servicio Social. Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Irvine, A. B., Scott, M. D., Wells, R. S. y Koufmann, J. H. (1981). Movements and activities of the Atlantic Bottlenose Dolphin, *Tursiops truncatus*, near Sarasota Florida. Fish. Bull. 79(4): 671-688.

IUCN. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2018-1. En: http://www.iucnredlist.org.

Jefferson, T. A., Leatherwood, S. y Webber, M. A. (1993). FAO Species identification guide. Marine mammals of the world. Rome. p. 320.

Jones, M. L. y Swartz, S. L. (1984). Demography and phenology of Gray Whales and evaluation of whale-watching activities in Laguna San Ignacio, Baja California Sur,

México. En: Jones, M. L., Swartz, S. L. y Leatherwood, J. S. (Eds.) The Gray Whale, *Eschrichtius robustus*. Academic Press, Inc., Orlando, Florida. pp. 309-374.

Jones, M. L., Swartz, S .L. y Dahlheim, M. E. (1984). Census of gray whale abundance in San Ignacio Lagoon: a follow-up study in response to low whale counts recorded during an acoustic playback study of noise-effects on gray whales. Rep. No. NTISPB94195062 to the US Marine Mammal Commission, Washington, D.C.

Kelly, D. (1983). Photo-identification of Bottlenose Dolphin in Southern California. Whalewatcher. 17(2): 6-8.

Kenney, R. D. (1990). Bottlenosed dolphins off the Northeastern United States. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.). The Bottlenosed Dolphin. Academic Press Inc. San Diego, C.A. USA. pp. 369-386.

La Fauci, D. (2017). Segregación espacial por clases de edad en delfines *Tursiops truncatus* Montagü, 1821 de la costa central de Veracruz, México. (Tesis de Maestría, Departamento de Ciencias de la Vida y del Ambiente, Universidad Politécnica de la Marche). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/La_Fauci_2017.pdf

La Manna, G., Clò, S., Papale, E. y Sarà, G. (2010). Boat traffic in Lampedusa waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea) and its relation to the coastal distribution of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). Ciencias Marinas, 36(1), 71-81.

Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program. (2013). Laguna San Ignacio Ecosystem Science Program A Project of the Ocean Foundation in Baja California Sur, México. *En*: https://www.sanignaciograywhales.org

Leatherwood, S. (1975). Some observations or feeding behavior of bottlenosed dolphins (*Tursiops truncatus*) in the northern Gulf of México and (*Tursiops* cf *T. gilli*) off southern California, Baja California, and Nayarit, México. Marine Fisheries Review, 37(9): 10-16.

Leatherwood, S. (1982). Size of bottlenose dolphin populations in Indian River, Florida. Rep. International Whaling Commission. 32: 567-568.

Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (1983). The Sierra Club handbook of whales and dolphins. Sierra Club Books. USA. p. 302.

Lechuga, A. (1996). Distribución y asociación de las agrupaciones de tursiones (*Tursiops truncatus*, Montagü, 1821) de los alrededores de Isla Holbox y aguas adyacentes, 1993-1994. Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. Escuela de Biología. Universidad de Puebla. p. 92.

López, C. (2002). Distribución de la tonina (*Tursiops truncatus*) en la zona de canales de Bahía Magdalena, B.C.S. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. p. 59.

Lusseau, D., Schneider, K., Boisseau, O. J., Haase, P., Slooten, E. y Dawson, S. M. (2003). The bottlenose dolphin community of Doubtful Sound features a large proportion of long-lasting associations. Behav. Ecol. Sociobiol. 54:396-405.

Lynn, S. (1995). Movements, site fidelity, and surfacing patterns of bottlenose dolphins on the central Texas coast. ((Master´s thesis. Texas A&M University). Recuperado de: http://hdl .handle .net /1969 .1 /ETD -TAMU -1995 -THESIS -L96

Martinez-Serrano, I., Serrano, A., Heckel, G. y Schramm, Y. (2011). Distribution and home range of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of Veracruz, Mexico. Ciencias Marinas. 37: 379-392.

Mc Briden, A. y Hebb, D. O. (1948). Behavior of the captive bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*. J. Comp. Physiol. Psych. 41: 111-123.

Mead, J. G. y Potter, Ch. W. (1990). Natural History of bottlenosed dolphins along the central Atlantic Coast of the United States. En: Leatherwood, S y Reeves, R. (Eds.). The Bottlenosed Dolphin. Academic Press Inc. USA. pp. 165-195.

Mejía-Olguín, A. (2004). Estructura social de *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 (Cetacea: Delphinidae) en la Bahía de Banderas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 82.

Meraz, J. y Sánchez-Díaz, V. M. (2008). Los mamíferos marinos en la costa central de Oaxaca. Revista mexicana de biodiversidad, 79(1), 143-151.

Mesnick, S. L. y Ralls, K. (2009). Mating Systems. En: Perrin, W. F., Wursig, B. y Thewissen, J. G. M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego California. USA. pp. 712-719.

Mitchell, E. (1975). Porpoise, dolphin and small whale fisheries of the world: status and problems. UICN Monographs. 3:1-129.

Möller, L. M. (2012). Sociogenetic structure, kin associations and bonding in delphinids. Molecular Ecology, 21: 745–764.

Montagü, G. (1821). Description of a species of delphinus witch appears to be new. Mem. Wermerian. Nat. Hist. Soc. 3: 75-82.

Morales-Rincón, N. S. (2016). Comportamiento de tursiones (*Tursiops truncatus*) en la interacción con pesca artesanal en la costa central de Veracruz. (Tesis de Maestría. *Cum laude*. Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/Morales_2016.pdf

Moreno, K. y Acevedo-Gutiérrez, A. (2016). The social structure of Golfo Dulce bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the influence of behavioural state. Royal Society open science, 3(8), 160010.

Morteo, E. (2002). Distribución y movimientos del tursión (*Tursiops truncatus*: Montagü, 1821) en las aguas adyacentes a San Quintín, Baja California, México (Cetacea: Delphinidae). (Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California). Recuperado de:

https://www.researchgate.net/publication/228078881_Distribucin_y_movimientos_del_tursin_(Tursiops_truncatus_Montagu_1821)_en_las_aguas_adyacentes_a_San_Quint n_Baja_California_Mxico_(Cetacea_Delphinidae)

Morteo, E. (2011). Ecología social de los delfines (*Tursiops truncatus*) en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz, México. (Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías. Universidad Veracruzana). Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/228078889_Ecologa_social_de_delfines_Tursiops_truncatus_en_aguas_costeras_de_Alvarado_Veracruz_Mxico

Morteo, E., Heckel, G., Defran, R. H. y Schramm, Y. (2004). Distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursión (*Tursiops truncatus*) al sur de Bahía San Quintín, Baja California, México. Ciencias Marinas 30(1A): 35-46. ISSN: 0185-3880

Morteo, E., Martínez-Serrano, I., Hernández-Candelario, I., Ruiz-Hernández, I. A., Guzmán-Vargas, E. C. (2015). Distribución, abundancia, residencia y comportamiento del tursión (*Tursiops truncatus*) en el Sistema Arrecifal Veracruzano. En: Granados-Barba, A., Ortiz-Lozano, L. D., Salas-Monreal, D. y González-Gándara, C. (Eds.). Aportes al Conocimiento del Sistema Arrecifal Veracruzano: hacia el corredor arrecifal del suroeste del Golfo de México. Universidad Autónoma de Campeche. pp. 209-228. ISBN 978-607-8444-11-3, doi:10.13140/RG.2.1.2561.6728

Morteo, E., Rocha-Olivares, A. y Abarca-Arenas, L. G. (2014). Sexual segregation in coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the south-western Gulf of Mexico. Aquatic Mammals, 40(4):375-385. ISSN: 1996-7292, doi: 10.1578/AM.40.4.2014.375

Morteo, E., Rocha-Olivares, A. y Abarca-Arenas, L. G. (2017a). Abundance, residency and potential hazards for coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off a productive lagoon in the Gulf of Mexico. Aquatic Mammals, 43(3):308-319. ISSN: 1996-7292, doi: 10.1578/AM.43.3.2017.308

Morteo, E., Rocha-Olivares, A., Arceo-Briseño, P. y Abarca-Arenas, L. G. (2012a). Spatial analyses of bottlenose dolphin-fisheries interactions reveal human avoidance off a productive lagoon in the western Gulf of Mexico. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 92(8):1893-1900. ISSN: 0025-3154, doi: 10.1017/S0025315411000488

Morteo, E., Rocha-Olivares, A., Morteo, R. (2012b). Sensitivity analysis of residency and site fidelity estimations to variations in sampling effort and individual catchability. Revista Mexicana de Biodiversidad, 83(2):487-495. ISSN: 1870-3453

Morteo, E., Rocha-Olivares, A., Morteo, R. y Weller D. W. (2017b). Phenotypic variation in dorsal fin morphology of coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) off Mexico. PeerJ5:e3415, ISSN 2167-8359, doi.org/10.7717/peerj.3415

Niño-Torres, C. A., Urbán-Ramírez, J. y Vidal, O. (2011). Mamíferos Marinos del Golfo de California: Guía ilustrada. Publicación especial No.2, Alianza WWF Mexico-Telcel. p. 192.

Norma Oficial Mexicana 131. (2010). Que establece lineamientos y especificaciones para el desarrollo de actividades de observación de ballenas, relativas a su protección y la conservación de su hábitat. NOM-131-SEMARNAT-1998. Diario Oficial de la Federación 17 de octubre 2011.

Norris, K. S. y Prescott, J. H. (1961). Observations on Pacific cetaceans of California and Mexican waters. University of California Publications in Zoology. 63: 291-402.

Orr, R. T. (1963). A northern record for the pacific bottlenosed dolphin. J. Mammal. 44(3): 33-424.

Ortega, J. (1996). Distribución y abundancia de las toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Ascensión, Quintana Roo, México. Tesis de Maestría. Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. Mexico, D.F. p. 82.

Papale, E., Ceraulo, M., Giardino, G., Buffa, G., Filiciotto, F., Grammauta, R., Maccarrone, V., Mazzola, S. y Buscaino, G. (2017). Association patterns and population dynamics of bottlenose dolphins in the Strait of Sicily (Central Mediterranean Sea): implication for management. Population Ecology, 59(1), 55-64.

Patiño-Valencia, J. L., Vargas-Molina, A. G. y Díaz-Avalos, C. (2008). Estimación poblacional de toninas *Tursiops truncatus*, en la Bahía de Agiabampo Sonora-Sinaloa, México en Verano y Otoño de 1995 al 2001. Revista de Zoología. 19:15-21.

Pérez-Cao, H., López, N., Blanco, M., Lio, V. y González-Sansón, G. (2009). Abundancia y distribución del delfín (*Tursiops truncatus*, Montagü, 1821) en la costa norte de la provincia de Matanza, Cuba. Revista de Investigación Marina. 30:55-61.

Pérez-Cortés, H. (2006). Composicion de las poblaciones de toninas, *Tursiops truncatus*, en Navachiste, Sinaloa y Bahia Magdalena, Baja California Sur con fines de manejo. (Tesis Doctoral. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas). Recuperado de: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/5177/1389_2006_CICIMAR_DOCTORADO_cortes_moreno_hectorperez.pdf?sequence=1

Perrin, W. F., Thieleking, J. L., Walker, W. A., Archer, F. I. y Robertson, K. M. (2011). Common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in California waters: Cranial differentiation of coastal and offshore ecotypes. Marine Mammal Science, 27(4): 769-792.

Pirotta, E., Merchant, N. D., Thompson, P. M., Barton, T. R. y Lusseau, D. (2015). Quantifying the effect of boat disturbance on bottlenose dolphin foraging activity. Biological Conservation, 181, 82-89.

Quintana-Rizzo, E. y Wells, R. S. (2001). Resighting and association patterns of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Cedar Keys, Florida: Insights into social organization. Can. J. Zool.79: 447–456.

Ramírez, E. (2012). El ecoturismo comunitario como vía de desarrollo local sustentable para el ejido Benito Juárez en laguna Ojo de Liebre B.C.S. Tesis de Maestría en Administración Integral del Medio Ambiente, Colef, Tijuana. p. 180.

Rechimont, M. E., Lara-Domínguez, A. L., Morteo, E., Martínez-Serrano, I., Equihua, M. (2018). Depredation by coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the southwestern Gulf of Mexico in relation to fishing techniques. Aquatic Mammals 44(5):458-470. ISSN: 1996-7292, doi: 10.1578/AM.44.5.2018.458

Reynolds III, J. E., Wells, R. S. y Eide, S. D. (2000). The Bottlenose Dolphin Biology and Conservation. Gainesville: University Press of Florida. p. 289.

Rigley, L. (1983). Dolphins feeding in a south Carolina salt. Marsh. Whalewatcher. 17(2):3-5.

Rogers, C. A., Brunnick, B. J., Herzing, D. L. y Baldwin, J. D. (2004). The social structure of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Bahamas. Marine Mammal Science. 20(4): 688-708.

Rojo-Arreola, L. C. (2005). Estructura genética y poblacional de *Tursiops truncatus* (Cetacea: delphinidae) en el Golfo de California: ¿Son las formas costera y oceánica genéticamente divergentes? (Tesis de Maestría. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste). Recuperado de: http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/118

Ross, G. J. B. (1973). The taxonomy of bottlenosed dolphins *Tursiops* species in South African waters, with notes on their biology. Master's thesis (submitted). University of Port Elizabeth. p 1-113.

Ruiz, B. I. (1995). Distribución y abundancia de *Tursiops truncatus* Montagü, 1821 (Cetacea: Delphinidae) en la Bahía de Banderas y aguas adyacentes de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. p. 112.

Ruíz-Hernández, I. A. (2014). Desplazamientos de toninas (*Tursiops truncatus*) en la costa central de Veracruz, México. (Trabajo de Experiencia Recepcional, Universidad Veracruzana). Recuperado de: http://eduardo.morteo.mx/WebPage/PDF/Ruiz_2014.pdf

Salinas-Zacarías, M. A. (2005). Ecología de los tursiones, *Tursiops truncatus*, en la Bahía de La Paz, B.C.S. (Tesis de Doctorado, Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas). Recuperado de: http://repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14337

Schramm, Y. (1993). Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagü, 1821), en el sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, y aguas adyacentes (Cetacea: Delphinidae). Tesis profesional, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. p. 175

Scott, M. D., Wells, R. S. e Irvine, A. B. (1990 a). A long-Term Study of Bottlenose Dolphin on the West Coast of Florida. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin, Academic Press Inc. San Diego, C. A. pp. 235-244.

Scott, M. D., Wells, R. S., Irvine, A. B. y Mate, B. R. (1990 b). Tagging and parking studies on small cetaceans. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego. pp. 489-514.

Scott, M. y Chivers, S. (1990). Distribution and herd structure of bottlenose dolphins in the eastern Tropical Pacific ocean. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego. pp. 387-402.

SDRP (Sarasota Dolphin Research Program). (2006). Field techniques and photo-identification handbook. Chicago Zoological Society and Dolphin Biology Research Institute. Sarasota, Florida, USA. p 35.

SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2000). Programa de Manejo Reserva de la Biósfera El Vizcaíno. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. SEMARNAT. pp. 244.

Shane, S y Wells, S. (1986). Ecology, behavior and social organization of the bottlenose dolphin: a review." Marine Mammal Science. 2(1): 34-63.

Shane, S. (1987). The behavioral ecology of the bottlenose dolphin. Doctoral thesis. University of California Santa Cruz. p. 44-61.

Shane, S. (1990). Behavior and ecology of bottlenose dolphin at Sanibel Island, Florida. En: Leatherwood, S. y Reeves, R. (Eds.). The Bottlenose Dolphin, Academic Press, San Diego. pp. 245-265.

Shane, S. H. (1977). The Population biology of the Atlantic Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus* in the Aransas Pass area of Texas. Master´thesis. Texas University College Station. p. 238.

Shane, S. H. (1980). Ocurrence Movements and Distribution of Bottlenose Dolphin, *Tursiops truncatus*, in the Southern Texas. Fishery Bulletin. 78(3): 593-601.

Shane, S. H. (1982). A Review of the Ecology, Behavior, Life History of the Bottlenose Dolphin. Unpublished report for US Department of Commerce.

Smolker, R. A., Richards, A. F., Connor, R. C. y Pepper, J. W. (1992). Sex differences in patterns of association among Indian Ocean bottlenose dolphins. Behaviour 123:38–69.

Swartz, S. L. y Jones, M. L. (1981). Demographic studies and habitat assessment of Gray Whales (*Eschrichtius robustus*) in Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. U.S. Dept. of Commerce, N.T.I.S. PB 82-1233773. pp. 56.

Tavolga, M. C. y Essapian, M. S. (1957). The behavior of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus*: Mating, Pregnancy, Parturition and Mother-infant Behavior. Zoological 42: 11-31.

Titcomb, E. M., O'Corry-Crowe, G., Hartel, E. F. y Mazzoil, M. S. (2015). Social communities and spatiotemporal dynamics of association patterns in estuarine bottlenose dolphins. Marine Mammal Science, 31(4), 1314-1337.

Tyack, P. L. (2009). Behavior, Overview. En: Perrin, W. F., Wursig, B. y Thewissen, J. G. M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego California. USA. pp. 101-108.

Urbán, J. (1983). Taxonomía y distribución de los géneros *Tursiops, Delphinus* y *Stenella* en las aguas adyacentes a Sinaloa y Nayarit, México (Cetacea: Delphinidae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p. 86.

Urbán, J. y Aguayo, A. (1987). Cetáceos observados en la Costa Occidental de la Península de Baja California, México, Septiembre 1981- Enero 1985. En: Memorias de la X Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Del 24 al 27 de marzo de 1985. Instituto Nacional de la Pesca. México, D.F. Sociedad Mexicana para el Estudio de los Mamíferos Marinos.

Urbán, J., Gómez-Gallardo, A. y Palmeros, M. (1996). La Ballena Gris en Laguna San Ignacio y Bahía Ballenas, B.C.S., México. Informe final. Universidad Autónoma de Baja Califoria Sur. México.

Urian, K., Gorgone, A., Read, A., Balmer, B., Wells, R. S., Berggren, P., Durban, J., Eguchi, T., Rayment, W. y Hammond, P. H. (2015). Recommendations for photo-identification methods used in capture-recapture models with cetaceans. Marine Mammal Science, 31(1), 298-321.

Valadez, M. S. (2002). Abundancia y residencia del tursión, *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en la Ensenada de La Paz, B.C.S. 1989-1994. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. p. 56.

Valdes-Arellanes, M. P., Serrano, A., Heckel, G., Schramm, Y. y Martínez-Serrano, I. (2011). Abundancia de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*) en el norte de Veracruz, México. Revista mexicana de biodiversidad, 82(1), 227-235.

Valle Padilla, E. y Cariño Olvera, M. (2010). Desarrollo de turismo comunitario en la Laguna San Ignacio, Baja California Sur. En: Chávez-Dagostino, R. M., Andrade-Romo, E., Espinoza-Sánchez, R. y Navarro-Gamboa, M. Turismo comunitario en México. Distintas visiones ante problemas comunes. Universidad de Guadalajara, México. pp. 51-66.

Vázquez, C. L., Serrano, A. y Galindo, J. A. (2009). Estudio preliminar sobre la biodiversidad, distribución y abundancia de cetáceos en aguas profundas del golfo de México. Revista UDO Agrícola. 9: 992-997.

Verme, V. e Iannacone, I. (2012). Estructura social del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en la costa suroeste de la Isla de Tenerife (Islas Canarias), España. Ecología Aplicada, 67-76.

Vidal, O., Findley, L. T. y Leatherwood, S. (1993). Annotated checklist of marine mammals of the Gulf of California. Proceedings of the San Diego Society of Natural History. 28:1-16.

Walker, W. (1981). Geographical variation in morphology and biology of Bottlenose Dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Eastern North Pacific. NOAA/NMFS Southwest Fisheries Center Administrative Report. No. LJ-81-03C. La Jolla, U.S.

Weigle, B. (1990). Abundance, distribution and movements of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in lower Tampa Bay, Florida. En: Report International Whaling Commission. Individual Recognition of Cetaceans: Use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters. Spec, (12), 195-201.

Weller, D. W. (1991). The social ecology of Pacific coast bottlenose dolphins. Master´s thesis. San Diego State University. San Diego, CA., USA. p. 78.

Wells, R. S. (2014). Social structure and life history of bottlenose dolphins near Sarasota Bay, Florida: Insights from four decades and five generations. En: Yamagiwa, J. y Karczmarski, L. (Eds.). Primates and cetaceans: Field research and conservation of complex mammalian societies. Springer, Tokyo, Japan. pp. 149–172.

Wells, R. S. y Scott, M. D. (1999). Bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821). En: Ridgway, S. H. y Harrison, R. (Eds.). Handbook of Marine Mammals. Vol. 6: The Second Book of Dolphins and the Porpoises. Academic Press, San Diego California. USA. pp. 137-182.

Wells, R. S. y Scott, M. D. (2009). Common Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. En: Perrin, W. F., Wursig, B. y Thewissen, J. G. M. (Eds.). Encyclopedia of Marine Mammals. Academic Press. San Diego California. USA. pp. 249-255.

Wells, R. S., Pryor, K. y Norris, K. S. (1991). The role of long-term study in understanding the social structure of a bottlenose dolphin community. En: Pryor, K. y Norris, K. S. (Eds.) Dolphin Societies: Discoveries and Puzzles. University of California Press, Berkeley, CA. pp. 199-225.

Wells, R. S., Rhinehart, H. L., Hansen, L. J., Sweeney, J. C., Townsend, F. I., Stone, R., Casper, D. R., Scott, M. D., Hohn, A. A. y Rowles, T. K. (2004). Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: Developing a health monitoring system. Ecohealth. 1(3):246-254.

Wells, R. S., Scott, M. D. e Irvine, A. B. (1987). The social structure of free-ranging bottlenose dolphins. In Current mammalogy. Springer, Boston, MA. 247-305.

Wells, R., Irvine, A. y Scott, M. (1980). The social ecology of inshore odontocetes. En: Herman, L. (Eds.). Cetacean behavior: Mechanisms and functions. New York. pp. 263-317.

Whitehead, H. (2009). SOCPROG programs: analyzing animal social structures. Behavioral Ecology and Sociobiology. 63: 765-778.

Winant, C. D. y Gutiérrez de Velasco, G. (1999). Impacto del desarrollo de los Salitrales de San Ignacio sobre las corrientes y propiedades del agua de la Laguna San Ignacio, B.C.S. Reporte Técnico Final. Convenio con la UABCS No. 971343. Center for Coastal Studies, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego. Junio de 1999.

Wiszniewski, J., Brown, C. y Möller, L. M. (2012). Complex patterns of male alliance formation in a dolphin social network. Journal of Mammalogy. 93(1): 239-250.

Würsig, B. (1978). Ocurrence and group organization of Atlantic Bottlenose porpoises (*Tursiops truncatus*) in a Argentine Bay. Biol. Bull. (Woods Hole). 154(2): 348-359.

Würsig, B. y Würsig, M. (1977). The photographic determination of group size, composition, and stability of coastal porpoises (*Tursiops truncatus*). Science 198: 755-756.

Würsig, B. y Würsig, M. (1979). Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. Fishery Bulletin. 77(2): 399-412.

Würsig, B., Jefferson, T. A. y Schmidly, D. V. (2000). The Marine Mammals of the Gulf of Mexico. Second edition. Texas A&M University Press. p. 232.

Zenteno, T. (1986). Abundancia y distribución del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*), en la zona norte de Bahía Magdalena, B.C.S. México. Informe de servicio social. UABCS.

12. ANEXOS

Anexo 1. Estudios previos de *Tursiops truncatus*

Las primeras investigaciones acerca de *Tursiops truncatus* provienen de estudios realizados con animales en cautiverio. Los investigadores Mc Briden y Hebb (1948), Tavolga y Essapian (1957), Mitchell (1975), Norris y Prescott (1961) y Orr (1963) realizaron investigaciones con delfines varados en diferentes playas y con delfines en cautiverio, lo que facilitó el estudio de estos organismos y generó conocimientos acerca de su biología.

Las primeras descripciones taxonómicas del tursión fueron realizadas por Montagü (1821) y Gray (1868), seguidos por Ross (1977) quien describió la taxonomía de los tursiones de Sudáfrica; Walker (1981) evaluó la variación geográfica, morfológica y biológica de tursiones del Pacífico Noroeste; y Mead y Potter (1990) describieron la historia natural del tursión para la costa central del Atlántico. Caldwell y Caldwell (1972) llevaron a cabo sus primeras investigaciones con la fisiología y conducta del tursión. Los estudios de etología comenzaron con las investigaciones realizadas por Bel´kovich, Agafonov, Yefremenkova, Kozarovitsky y Kharitonov (1991), Wells, Irvine y Scott (1980), Ballance (1985) y Shane (1980, 1982 y 1990) con tursiones en el medio natural y periodos largos de observación, proporcionando información elemental de los patrones de conducta y su variación espacio-temporal.

En el océano Atlántico se han llevado a cabo diversas investigaciones con tursiones. Caldwell (1955) realizó las primeras investigaciones con *T. truncatus* en su medio natural mediante la observación de campo de manera oportunista. Por otra parte Shane (1977), Würsig (1978), Würsig y Würsig (1979), Shane (1980) y Gruber (1981) llevaron a cabo trabajos enfocados en la ecología del tursión. El conocimiento acerca de la distribución de *T. truncatus* comenzó con las aportaciones de Shane (1980 y 1987), Wells *et al*. (1980), Kenney (1990), Scott Wells e Irvine (1990a), Weigle (1990) y Lynn (1995). Otros investigadores como

Gunter (1942), Hoese (1971), Busnel (1973), Leatherwood (1975), Rigley (1983), Ellis (1989), Barros y Odell (1990) y Mead y Potter (1990) realizaron estudios con el objetivo de conocer la alimentación del tursión.

De igual manera en el Pacífico se han hecho estudios para obtener información de la distribución y abundancia de los tursiones, como los realizados por Scott y Chivers (1990); asimismo para obtener información de la alimentación (Leatherwood, 1975; Hanson y Defran, 1993); y de ecología, estructura social y organización de los grupos donde destacan los trabajos realizados por Scott y Chivers (1990) y Félix (1994).

En México *T. truncatus* es una de las especies más estudiadas en su medio natural, ya que sus hábitos costeros facilitan su estudio en una gran variedad de ambientes, en donde se pueden observar la mayor parte del año, como lagunas, golfos y a lo largo de la zona costera (Schramm, 1993; Escobar-Lazcano, 2015).

En el Golfo de México se han realizado numerosos estudios para conocer la distribución de los cetáceos, Holmgren (1988) y Gallo (1988) llevaron a cabo investigaciones en la Laguna de Términos y la Sonda de Campeche; De la Parra (1989) dirigió sus estudios en Cancún, Quintana Roo; seguidos por los trabajos de Delgado (1991; 1992; 1996; 2002; 2015) en la Laguna de Términos, así como Heckel (1992) y Schramm (1993) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz. Por otra parte, Morteo (2011), Morteo, Martínez-Serrano, Hernández-Candelario, Ruíz-Hernández y Guzmán-Vargas (2015) y Morteo *et al*., (2012a; 2014; 2017a) han estudiado a los tursiones en la Laguna de Alvarado y el Sistema Arrecifal Veracruzano.

En la costa del Pacífico y el Golfo de California se han abordado temas como distribución y uso del área, donde destacan las investigaciones de Urbán (1983), Acevedo (1989), Ballance (1992) y Defran *et al*. (2015).

Caldwell (1955) e Irvine y Wells (1972) fueron los primeros en utilizar la técnica de foto-identificacion para el estudio de los delfines. Por otra parte Shane (1980), Würsig (1978), Würsig y Würsig (1977 y 1979), Irvine *et al*., (1981), Dos Santos y Lacerda (1987) estudiaron la ecología del comportamiento así como la composición y tamaño de los grupos de diferentes poblaciones de tursiones; también hicieron descripciones de la estacionalidad del apareamiento en el Océano Atlántico utilizando diferentes técnicas de marcaje, incluyendo la foto-identificación.

Otras investigaciones clásicas que emplearon esta técnica fueron las realizadas por Shane (1977), Gruber (1981) y De la Parra y Galván (1985), para determinar los diferentes aspectos de la biología poblacional de tursiones costeros. Kelly (1983) reportó el tamaño grupal y la frecuencia de avistamientos mensuales en el Sur de California.

Posteriormente en México los estudios con *T. truncatus* se diversificaron y se empleó la foto-identificación, con la cual pretendían conocer aspectos como la abundancia, distribución, movimientos, reproducción y uso del área. Delgado-Estrella (1991, 1992, 1996) evaluó las poblaciones de tursiones en la Laguna de Términos, Campeche, y la Laguna de Yalahau, Quintana Roo; Ortega (1996) generó datos de distribución y abundancia para la Bahía de La Ascensión en Quintana Roo; Álvarez, Aguayo y Nolasco (1991) hicieron una estimación poblacional de los tursiones en Tabasco, al igual que Álvarez, Castillo y Salinas (1994) y Lechuga (1996) en los alrededores de las Islas Holbox, en Quintana Roo.

Martínez-Serrano *et al*. (2011) reportaron la distribución y ámbito hogareño de los tursiones para la costa norte de Veracruz; García-Vital *et al*. (2015) realizaron estimaciones de los niveles de asociación inter-individuales de tursiones en el sudoeste del Golfo de México; Del Castillo (2010) investigó la ecología poblacional del tursión en la costa de Alvarado, Veracruz; y posteriormente Morteo (2011) describió la ecología social de esta especie en la misma zona. Además, García (2015) realizó un estudio para conocer la estructura social de los tursiones en la laguna de Términos, Campeche.

Bouveroux y Mallefet (2010), reportaron la estructura social del tursión en la costa noroeste de Florida, mientras Defran *et al*. (2015) realizaron un estudio para determinar la estructura poblacional de tursiones en California y Baja California y Delgado-Estrella (2015) determinó los patrones de residencia y movimientos del tursión en el sureste del Golfo de México. Diversos estudios realizados en aguas mexicanas demuestran que el tursión es una especie común en el Golfo de México, el Golfo de California y en la costa occidental de la Península de Baja California (Aguayo, Urbán, Sánchez y Rojas, 1986; Defran, Kelly, Shultz, Weaver y Espinoza, 1986; Urbán y Aguayo, 1987; Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso, 2015; Morteo *et al*., 2015).

Ruíz (1995) realizó un estudio de distribución y abundancia en Bahía de Banderas y aguas adyacentes, López (2002) generó datos de la distribución de *T. truncatus* para la zona de canales de Bahía Magdalena; Patiño-Valencia, Vargas-Molina y Díaz-Avalos (2008) investigaron la abundancia y distribución de las toninas en la laguna de Agiabampo, Sonora-Sinaloa y Valadez (2002) reportó la abundancia y residencia del tursión en la Ensenada de La Paz. Ballance (1990) y Vidal, Findley y Leatherwood (1993) enfocaron sus investigaciones para conocer más de la taxonomía y distribución del tursión.

En la costa occidental de la Península de Baja California, Zenteno (1986) trabajó con datos de abundancia y distribución de tursiones en la zona norte de Bahía Magdalena; Morteo *et al*. (2004) reportaron la distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursión en la Bahía de San Quintín y Salinas-Zacarías (2005) realizo una investigación para conocer la ecología de los tursiones en la Bahía de La Paz.

En esta extensa revisión bibliográfica y a pesar de que existe información de los delfines presentes en algunas zonas del occidente de la Península de Baja California, hasta el momento no se conocen estudios realizados sobre el estado de los tursiones de la Laguna San Ignacio.

Anexo 2. Escala de Beaufort

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

BEAUFORT		
ESCALA	**VELOCIDAD DEL VIENTO EN Km h^{-1}**	**EFECTOS DEL VIENTO EN EL MAR**
0	1	El mar tiene la apariencia de un espejo.
1	1-5	Se observan pequeñas olas sin espuma.
2	6-11	Se obervan olas peqeñas con crestas de apariencia cristalina que no se rompen.
3	12-19	El mar presenta olas largas con crestas que empiezan a romper, además de crestas de olas dispersas con espuma.
4	20-28	Las olas pequeñas empiezan a alargarse y se observan numerosas crestas de olas con espuma.
5	29-38	Se forman olas moderadas y alargadas. Se observan muchas crestas de olas con espuma y dispersión de gotas pequeñas de agua
6	39-49	Comienzan a formarse olas grandes y crestas de olas con espuma por todas partes; además de que hay una mayor dispersión de gotas pequeñas de agua, resultando peligrosa la navegación para embarcaciones menores.
7	50-61	El mar se agita y se dispersa espuma blanca como resultado del efecto del viento y del rompimiento de olas, reduciéndose la visibilidad.
8	62-74	Se observan olas moderadamente altas y de mayor longitud, los bordes de sus crestas se rompen dentro de un remolino; además de que la espuma se mantiene en suspensión de acuerdo a la dirección del viento.
9	75-88	El mar empieza a rugir y se observan olas altas con espesas estelas de espuma; dificultándose la visibilidad por la dispersión de gotas peqeñas de agua.

10	89-102	El mar ruge y toma apariencia blanca debido a la espuma que es arrastrada en gran proporción; formándose olas muy altas con crestas sobrepuestas en forma de penacho, mientras que al enrollarse provocan visibilidad reducida.
11	103-117	Se forman olas excepcionalmente altas, provocando en el mar una apariencia blanca que reduce la visibilidad y haciéndose peligrosa la navegación, de tal manera que los buques de mediano tonelaje se pierden de vista.
12	>118	El aire se mezcla con la espuma y el mar está completamente blanco con dispersión y suspensión de pequeñas gotas de agua; por lo que a visibilidad es casi nula y se imposibilita toda la navegación.

Anexo 3. Fechas donde fueron encontrados los 141 tursiones identificados

INDIVIDUO	1a Captura	2a Captura	3a Captura	4a Captura	5a Captura
Tt-001	19-ene-09	22-mar-09	12-mar-10	25-mar-10	
Tt-002	19-ene-09				
Tt-003	06-feb-11				
Tt-004	03-feb-09	06-feb-10			
Tt-005	03-feb-09	24-feb-09	08-mar-09	22-mar-09	
Tt-006	05-feb-09	09-abr-12			
Tt-007	05-feb-09	07-feb-09	06-feb-11		
Tt-008	05-feb-09	16-feb-09	22-mar-09	06-feb-10	
Tt-009	06-feb-11				
Tt-010	07-feb-09				
Tt-011	22-mar-09	29-ene-10	28-feb-10		
Tt-012	16-feb-09	25-mar-10	16-mar-12		
Tt-013	06-feb-11				
Tt-014	07-mar-09				
Tt-015	07-mar-09				
Tt-016	07-mar-09				
Tt-017	07-mar-09				
Tt-018	07-mar-09	12-mar-10	19-mar-10		
Tt-019	08-mar-09	23-mar-12			
Tt-020	08-mar-09	23-mar-10	28-mar-10		
Tt-021	08-mar-09	05-feb-10	06-mar-10	16-mar-12	
Tt-022	08-mar-09				
Tt-023	16-mar-12				
Tt-024	22-mar-09	23-mar-10			
Tt-025	16-mar-12				
Tt-026	05-feb-10	06-mar-10	23-mar-10	06-mar-12	16-mar-12
Tt-027	22-mar-09	27-mar-09			
Tt-028	22-mar-09	25-ene-10	16-mar-12		
Tt-029	22-mar-09	06-feb-10	23-mar-10		
Tt-030	22-mar-09	27-ene-12			

INDIVIDUO	1a Captura	2a Captura	3a Captura	4a Captura	5a Captura
Tt-031	22-mar-09				
Tt-032	22-mar-09	05-mar-10	18-mar-10		
Tt-033	22-mar-09	16-mar-12			
Tt-034	16-feb-09	05-feb-10			
Tt-035	22-mar-09	26-ene-10	23-mar-10	28-mar-10	
Tt-036	22-mar-09	16-mar-10	28-mar-10	06-feb-11	
Tt-037	22-mar-09	23-mar-10	28-mar-10	05-mar-12	
Tt-038	27-mar-09	29-ene-10			
Tt-039	27-mar-09	28-mar-10	20-ene-11	16-mar-12	
Tt-040	05-feb-10	16-mar-10			
Tt-041	18-ene-10	16-mar-10	21-ene-11		
Tt-042	18-ene-10	18-mar-10	28-mar-10		
Tt-043	18-ene-10				
Tt-044	18-ene-10	16-mar-10	28-mar-10		
Tt-045	26-ene-10	15-feb-10	12-mar-10	16-mar-10	18-mar-10
Tt-046	26-ene-10	28-ene-10	05-feb-10	15-feb-10	05-mar-10
Tt-047	19-mar-10				
Tt-048	26-ene-10	12-mar-10	19-mar-10		
Tt-049	28-ene-10				
Tt-050	29-ene-10	05-mar-12			
Tt-051	29-ene-10	28-feb-10			
Tt-052	16-mar-12				
Tt-053	29-ene-10				
Tt-054	29-ene-10				
Tt-055	29-ene-10	30-mar-10			
Tt-056	16-mar-12				
Tt-057	04-feb-10	30-mar-10	20-ene-11		
Tt-058	04-feb-10				
Tt-059	16-mar-12				
Tt-060	05-feb-10				

INDIVIDUO	1a Captura	2a Captura	3a Captura	4a Captura	5a Captura
Tt-061	05-feb-10				
Tt-062	05-feb-10	16-mar-10			
Tt-063	05-feb-10	06-feb-10	15-feb-10		
Tt-064	05-feb-10	16-mar-12			
Tt-065	05-feb-10	12-mar-10	16-mar-12		
Tt-066	21-feb-10	12-mar-10			
Tt-067	21-feb-10	06-feb-11			
Tt-068	16-mar-12				
Tt-069	28-feb-10	25-mar-10	21-ene-11	25-ene-11	06-mar-12
Tt-070	02-mar-10	12-mar-10	27-ene-11	06-feb-11	
Tt-071	06-mar-10	27-mar-10			
Tt-072	06-mar-10				
Tt-073	06-mar-10				
Tt-074	06-mar-10				
Tt-075	06-mar-10				
Tt-076	27-ene-11				
Tt-077	12-mar-10				
Tt-078	12-mar-10	06-mar-12			
Tt-079	12-mar-10				
Tt-080	12-mar-10	23-mar-10	25-mar-10	06-mar-12	16-mar-12
Tt-081	12-mar-10				
Tt-082	12-mar-10	25-mar-10			
Tt-083	12-mar-10	27-ene-11			
Tt-084	12-mar-10				
Tt-085	13-mar-10	18-mar-10	28-mar-10		
Tt-086	16-mar-10	20-ene-11	21-ene-11		
Tt-087	16-mar-10	18-mar-10	23-mar-10		
Tt-088	16-mar-10	28-mar-10	30-mar-10		
Tt-089	16-mar-10	28-mar-10			
Tt-090	18-mar-10	19-mar-10			

INDIVIDUO	1a Captura	2a Captura	3a Captura	4a Captura	5a Captura
Tt-091	18-mar-10	21-ene-11	06-feb-11	26-ene-12	
Tt-092	18-mar-10				
Tt-093	18-mar-10				
Tt-094	18-mar-10				
Tt-095	19-mar-10				
Tt-096	19-mar-10				
Tt-097	19-mar-10				
Tt-098	23-mar-10	30-mar-10			
Tt-099	23-mar-10	06-mar-12			
Tt-100	23-mar-12				
Tt-101	23-mar-10				
Tt-102	23-mar-10				
Tt-103	23-mar-10				
Tt-104	23-mar-10	29-mar-10			
Tt-105	27-mar-10				
Tt-106	27-mar-10				
Tt-107	27-mar-10	30-mar-10	23-mar-12		
Tt-108	27-mar-10				
Tt-109	27-mar-10				
Tt-110	27-mar-10				
Tt-111	27-mar-10	28-mar-10	05-mar-12		
Tt-112	27-mar-10				
Tt-113	27-mar-10				
Tt-114	28-mar-10				
Tt-115	28-mar-10				
Tt-116	28-mar-10				
Tt-117	28-mar-10				
Tt-118	28-mar-10				
Tt-119	28-mar-10				
Tt-120	28-mar-10	06-feb-11			

INDIVIDUO	1a Captura	2a Captura	3a Captura	4a Captura	5a Captura
Tt-121	28-mar-10				
Tt-122	28-mar-10				
Tt-123	16-mar-10				
Tt-124	16-mar-10	28-mar-10	06-feb-11		
Tt-125	28-mar-10				
Tt-126	28-mar-10				
Tt-127	29-mar-10				
Tt-128	29-mar-10				
Tt-129	29-mar-10				
Tt-130	20-ene-11				
Tt-131	08-feb-11	16-mar-12			
Tt-132	27-ene-11	06-feb-11			
Tt-133	27-ene-11				
Tt-134	06-feb-11				
Tt-135	05-mar-12				
Tt-136	06-feb-11				
Tt-137	06-feb-11				
Tt-138	06-feb-11	26-ene-12			
Tt-139	06-feb-11	26-ene-12			
Tt-140	05-mar-12				
Tt-141	09-abr-12				

Anexo 4. Catálogo de foto-identificación 2009-2012

Tt-10-001-I-LSI

Tt-10-001-D-LSI

Tt-09-002-D-LSI

Tt-11-003-I-LSI

Tt-11-003-D-LSI

Tt-10-004-D-LSI

Tt-09-005-I-LSI

Tt-09-005-D-LSI

Tt-12-006-D-LSI

Tt-11-007-I-LSI

Tt-11-007-D-LSI

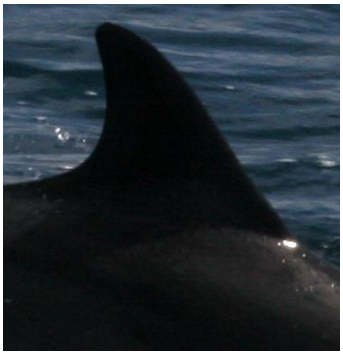
Tt-09-008-I-LSI

Tt-10-008-D-LSI

Tt-11-009-I-LSI

Tt-11-009-D-LSI

Tt-09-010-I-LSI



Tt-09-010-D-LSI

Tt-10-011-I-LSI

Tt-10-011-D-LSI

Tt-12-012-I-LSI

Tt-10-012-D-LSI

Tt-11-013-I-LSI

Tt-11-013-D-LSI

Tt-09-014-D-LSI

Tt-09-015-D-LSI

Tt-09-016-I-LSI

Tt-09-017-I-LSI

Tt-10-018-D-LSI

Tt-10-018-D-LSI

Tt-12-019-D-LSI

Tt-10-020-I-LSI

Tt-10-020-D-LSI

Tt-12-021-I-LSI

Tt-12-021-D-LSI

Tt-09-022-D-LSI

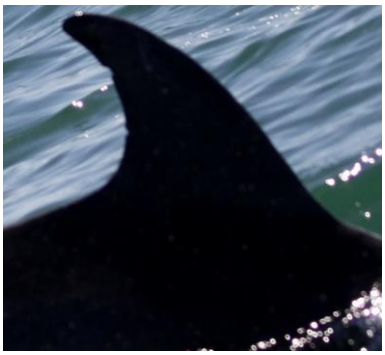
Tt-12-023-I-LSI

Tt-12-023-D-LSI

Tt-09-024-I-LSI

Tt-09-024-D-LSI

Tt-12-025-I-LSI



Tt-12-025-D-LSI

Tt-12-026-I-LSI

Tt-10-026-D-LSI

Tt-09-027-I-LSI

Tt-09-027-D-LSI

Tt-12-028-I-LSI

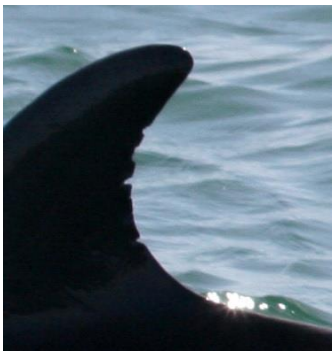
Tt-10-028-D-LSI

Tt-09-029-I-LSI

Tt-10-029-D-LSI

Tt-09-030-I-LSI

Tt-12-030-D-LSI



Tt-09-031-I-LSI

Tt-10-032-I-LSI

Tt-09-032-D-LSI

Tt-12-033-I-LSI

Tt-12-033-D-LSI

Tt-09-034-I-LSI

Tt-09-035-I-LSI

Tt-10-035-D-LSI

Tt-11-036-I-LSI

Tt-10-036-D-LSI

Tt-12-037-I-LSI

Tt-10-037-D-LSI

Tt-10-038-I-LSI

Tt-12-038-D-LSI

Tt-12-039-I-LSI

Tt-10-039-D-LSI

Tt-10-040-I-LSI

Tt-10-040-D-LSI

Tt-10-041-I-LSI

Tt-10-041-D-LSI

Tt-10-042-I-LSI

Tt-10-043-I-LSI

Tt-10-044-I-LSI

Tt-10-044-D-LSI

Tt-10-045-I-LSI

Tt-10-045-D-LSI

Tt-11-046-I-LSI

Tt-10-046-D-LSI

Tt-10-047-D-LSI

Tt-10-048-I-LSI

Tt-10-048-D-LSI

Tt-10-049-D-LSI

Tt-12-050-I-LSI

Tt-12-050-D-LSI

Tt-10-051-I-LSI

Tt-10-051-D-LSI

Tt-12-052-I-LSI

Tt-10-053-I-LSI

Tt-10-053-D-LSI

Tt-10-054-I-LSI

Tt-10-055-I-LSI

Tt-10-055-D-LSI

Tt-12-056-I-LSI

Tt-12-056-D-LSI

Tt-10-057-I-LSI

Tt-10-057-D-LSI

Tt-10-058-I-LSI

Tt-10-058-D-LSI

Tt-12-059-D-LSI

Tt-10-060-D-LSI

Tt-10-061-I-LSI

Tt-10-062-D-LSI

Tt-10-063-I-LSI

Tt-10-063-D-LSI

Tt-12-064-D-LSI

Tt-12-065-I-LSI

Tt-10-065-D-LSI

Tt-10-066-I-LSI

Tt-10-066-D-LSI

Tt-11-067-I-LSI

Tt-12-068-I-LSI

Tt-12-068-D-LSI

Tt-12-069-I-LSI

Tt-10-069-D-LSI

Tt-10-070-I-LSI

Tt-10-070-D-LSI

Tt-10-071-D-LSI

Tt-10-072-I-LSI

Tt-10-073-I-LSI

Tt-10-074-D-LSI

Tt-10-075-D-LSI

Tt-10-076-I-LSI

Tt-10-077-I-LSI

Tt-10-077-D-LSI

Tt-10-078-I-LSI

Tt-10-078-D-LSI

Tt-10-079-I-LSI

Tt-10-079-D-LSI

Tt-10-080-I-LSI

Tt-10-080-D-LSI

Tt-10-081-I-LSI

Tt-10-081-D-LSI

Tt-10-082-I-LSI

Tt-10-082-D-LSI

Tt-11-083-I-LSI

Tt-10-083-D-LSI

Tt-10-084-I-LSI

Tt-10-085-D-LSI

Tt-11-086-I-LSI

Tt-10-086-D-LSI

Tt-10-087-I-LSI

Tt-10-087-D-LSI

Tt-10-088-I-LSI

Tt-10-088-D-LSI

Tt-10-089-I-LSI

Tt-10-089-D-LSI

Tt-10-090-D-LSI

Tt-12-091-I-LSI

Tt-11-091-D-LSI

Tt-10-092-D-LSI

Tt-10-093-I-LSI

Tt-10-094-D-LSI

Tt-10-095-I-LSI

Tt-10-096-D-LSI

Tt-10-097-D-LSI

Tt-10-098-I-LSI

Tt-10-098-D-LSI

Tt-10-099-D-LSI

Tt-12-100-D-LSI

Tt-10-101-I-LSI

Tt-10-102-I-LSI

Tt-10-102-D-LSI

Tt-10-103-D-LSI

Tt-10-104-D-LSI

Tt-10-105-I-LSI

Tt-10-106-I-LSI

Tt-10-107-I-LSI

Tt-10-107-D-LSI

Tt-10-108-I-LSI

Tt-10-108-D-LSI

Tt-10-109-I-LSI

Tt-10-109-D-LSI

Tt-10-110-D-LSI

Tt-10-111-I-LSI

Tt-10-111-D-LSI

Tt-10-112-D-LSI

Tt-10-113-D-LSI

Tt-10-114-I-LSI

Tt-10-115-I-LSI

Tt-10-116-I-LSI

Tt-10-116-D-LSI

Tt-10-117-D-LSI

Tt-10-118-D-LSI

Tt-10-119-I-LSI

Tt-10-120-D-LSI

Tt-10-121-I-LSI

Tt-10-122-I-LSI

Tt-10-123-I-LSI

Tt-10-124-I-LSI

Tt-10-124-D-LSI

Tt-10-125-I-LSI

Tt-10-125-D-LSI

Tt-10-126-I-LSI

Tt-10-126-D-LSI

Tt-10-127-D-LSI

Tt-10-128-D-LSI

Tt-10-129-D-LSI

Tt-11-130-I-LSI

Tt-12-131-I-LSI

Tt-11-131-D-LSI

Tt-11-132-I-LSI

Tt-11-132-D-LSI

Tt-11-133-D-LSI

Tt-11-134-I-LSI

Tt-11-134-D-LSI

Tt-12-135-D-LSI

Tt-11-136-D-LSI

Tt-11-137-I-LSI

Tt-11-138-I-LSI

Tt-12-138-D-LSI

Tt-11-139-I-LSI

Tt-12-139-D-LSI