

**“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS TONINAS
(*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) EN LA COSTA
DE YUCATÁN”**

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
GRADO DE:

**MAESTRA EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES**

P O R:

**LICENCIADA EN BIOLOGÍA MARINA
SAGIDA DEL ROCÍO NAH BALAM**

ASESOR:

Dr. RAÚL ENRIQUE DÍAZ GAMBOA

Mérida, Yuc., México, noviembre de 2016

DECLARATORIA

El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. 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 UADY para la reproducción del documento con el fin de intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente.

DEDICATORIA

A mis padres Sr. Manuel J. Nah Molina y Sra. Deysi del S. Balam Puc, por apoyarme, educarme y siempre esmerarse por mí. Por ustedes soy lo que soy.

A mis hermanos Andrés, Indira y Lizeth por apoyarme y ayudarme siempre que podían hacerlo, así como cuidarme y darme fuerza manteniéndose siempre conmigo aunque no físicamente.

A mis amigos de la licenciatura y maestría por su interés y apoyo, por su guía cuando lo necesite y sus consejos.

Y a todo aquel que quiera superarse a sí mismo, porque si se tiene la determinación no hay meta a la que no se pueda llegar.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada para realizar los estudios de maestría en Manejo de Recursos Naturales Tropicales en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la UADY.

A mis padres Sr. Manuel J. Nah Molina y Sra. Deysi del S. Balam Puc por su apoyo y perseverar en sus esfuerzos por mi educación, así como a mis hermanos por siempre estar conmigo aunque no físicamente.

A mi asesor Dr. Raúl Díaz Gamboa por su apoyo y guía académica desde el inicio y sus esfuerzos para mi crecimiento académico y profesional.

A mi comité tutorial Dr. Carlos González Salas, Dr. Gaspar Poot López y M. en C. Roberto Barrientos Medina por todas sus recomendaciones, críticas constructivas y consejos en la redacción de un buen trabajo de tesis.

A los jóvenes estudiantes de biología marina que apoyaron en las salidas de campo Elvin, Juan Manuel, Carolina, Raziél, Jonathan y Gabriel. Sin ustedes no hubiera podido realizar este trabajo. Gracias por sus esfuerzos y soportar esas largas y cansadas jornadas de trabajo.

A mis compañeros de maestría que compartieron conmigo clases, trabajos y tareas. Por su ayuda y consejos siempre que los necesite, y su compañía a lo largo de este camino.

RESUMEN

Las toninas (*Tursiops truncatus*) se distribuyen en zonas tropicales alrededor del mundo. En el presente trabajo se determinaron los patrones de distribución y la abundancia de las toninas en Yucatán, para lo cual se recorrieron transectos lineales sistemáticos. En cada punto de avistamiento se determinaron *in situ* las variables oceanográficas de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad, pH y el número de toninas. La marea se determinó a través de una tabla de mareas y la concentración de clorofila *a* con imágenes de satélite, además de la distancia a la línea de costa. De acuerdo con los resultados y en términos de las variables ambientales, se presentó homogeneidad en toda el área de estudio, excepto en los casos de la clorofila *a* y la distancia a la costa. Se registraron un total de 111 toninas, con un promedio de tamaño de grupo de 6.17 individuos (DE = 5.53), con un rango de 2 a 24 individuos. En promedio los avistamientos ocurrieron a 6.53 m de profundidad y a una distancia a la costa de 6.64 km. La distribución de las toninas tiene una forma agregada, sugiriendo que la costa yucateca es un lugar adecuado para las toninas, que les provee de alimento, además de protección contra depredadores, ya que la plataforma continental es muy somera y extensa.

Palabras clave: Yucatán, tonina, *Tursiops truncatus*, distribución, abundancia.

SUMMARY

Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) are distributed in tropical areas around the world. In this study, the distribution patterns and abundance of dolphins in Yucatan were determined, for which systematic lineal transects were tours, and on each sighting, oceanographic variables (temperature, salinity, dissolved oxygen, depth and pH) and abundance of dolphins were determined *in situ*. The tide was determined using a tide table and the chlorophyll *a* was determined with satellite images, in addition to the distance to the coastline. A total of 18 sightings were recorded with 111 dolphins, the average group size was 6.17 individuals (SD = 5.53), with a range of 2-24 individuals. On average, sightings occurred at 6.53 m and at distance of 6.64 km from the coast. The distribution of bottlenose dolphins is aggregate, suggesting that Yucatecan coast provide food and protection against predators, because the continental platform is very shallow and extensive.

Key Word: Yucatan, bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, distribution, abundance.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
SUMMARY.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. <i>Tursiops truncatus</i>	2
2.2. Distribución.....	6
2.2.1. Estudios de distribución y abundancia.....	7
2.3. Península de Yucatán.....	12
2.3.1. Condiciones oceanográficas de Yucatán.....	13
3. OBJETIVOS.....	15
4. REFERENCIAS.....	16
5. ARTÍCULO.....	22

RESUMEN.....	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUCCIÓN.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
Área de estudio.....	26
Trabajo de campo.....	27
Análisis de datos.....	29
RESULTADOS.....	29
DISCUSIÓN.....	32
AGRADECIMIENTOS.....	36
LITERATURA CITADA.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Área de estudio.....	27
<i>Figura 2.</i> Distribución de los avistamientos ($n = 18$) en 30 Yucatán.....	
<i>Figura 3.</i> Distribución de frecuencias del tamaño de grupo de toninas.....	31

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Estudios referentes a la distribución de las toninas en diferentes partes del mundo.....	8
--	---

Artículo Científico

<i>Tabla 1.</i> Valores medios, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) por variable.....	29
--	----

INTRODUCCIÓN

Los mamíferos marinos son especies longevas que pueden residir en las costas por largos periodos y se posicionan en la cima de las cadenas tróficas (Bossat, 2011). Por su tamaño corporal y abundancia tienen una gran influencia en la estructura de las comunidades, ya que son unos de los mayores consumidores de la producción en diferentes niveles tróficos (Schmidly y Würsig, 2009). Se encuentran en casi todos los ambientes marinos y su distribución depende de las características físicas, químicas y biológicas de las masas de agua en las que se encuentren. Los cetáceos en específico pasan toda su vida en un ambiente acuático, se encuentran en todos los océanos y mares del mundo, y su distribución varían entre y dentro de las familias (Forcada, 2009)

Uno de los mamíferos marinos más estudiados es el delfín tonina, bufeo o tursión (*Tursiops truncatus*) (Jefferson, Leatherwood y Webber, 1993). La tonina es de gran importancia ecológica, ya que se encuentra entre los eslabones más altos de la cadena trófica, por lo que puede utilizarse como bioindicador del estado de conservación del ecosistema (Díaz-Gamboa, 2009)

Las toninas se distribuyen en regiones costeras en zonas tropicales y templadas, se les puede encontrar en diferentes tipos de hábitat como arrecifes, zonas de arenales, praderas de pastos marinos, incluso desembocaduras de ríos; son principalmente costeras pero también se encuentran en aguas pelágicas (Jefferson *et al.*, 1993, Wells y Scott, 2009), esta distribución costera las hace particularmente vulnerables a diversos impactos antropogénicos (Chivers *et al.*, 2010),

En México, esta especie se distribuye tanto en el Océano Pacífico como en el Océano Atlántico (Hammond *et al.*, 2012). En el Golfo de México, *T. truncatus* es la especie más extendida y común (Harwood, 2010), por lo que en la costa de Yucatán es posible observar esta especie (Sosa-Escalante *et al.*, 2014).

Se han realizado estudios relacionados con la distribución y abundancia de las toninas en el Golfo de México, tanto en Cuba (Pérez-Cao, López, Blanco, Lio y Gonzalez-Sansón, 2009)

como en México: Campeche (Delgado-Estrella, 1997) y Veracruz (Vázquez-Castán *et al.*, 2007). Sin embargo, se carece de dicha información para el caso particular de Yucatán.

Las condiciones del hábitat de las toninas son variables dependiendo de la ubicación geográfica, por lo que no se puede suponer que los patrones de distribución, abundancia y tamaño de grupo de estos animales será igual a la que se haya reportado en otros lugares (Álvarez-Alemán *et al.*, 2009). En este trabajo se pretende identificar los patrones de distribución de las toninas en la costa de Yucatán, relacionando las variables oceanográficas con la abundancia de las toninas. Es importante estudiar la distribución y abundancia de la especie en esta región, ya que con esta clase de información se facilitará la realización de futuros y más específicos estudios de las poblaciones de toninas en Yucatán.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. *Tursiops truncatus*

La clasificación taxonómica de la tonina *Tursiops truncatus*:

Reino: Animalia

Fila: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Cetacea

Suborden: Odontoceti

Familia: Delphinidae

Género: *Tursiops*

Especie: *Tursiops truncatus* (Montagu 1821)

El nombre *Tursiops truncatus* deriva del latín “*Tursio*” que significa delfín y el sufijo griego “*ops*” que significa apariencia/rostro, y del latín “*trunco*” que significa truncado (Wells y Scott, 2009), haciendo referencia a un delfín de rostro corto. Difiere morfológica y molecularmente de la tonina del Indo-Pacífico (*Tursiops aduncus*) (Wang y Yang, 2009).

La tonina es comúnmente confundida con otras especies como: el delfín de dientes rugosos (*Steno bredanensis*), el delfín manchado (*Stenella attenuata*), el delfín tornillo (*Stenella longirostris*) y el delfín de Risso (*Grampus griseus*) (Niño-Torres, Urbán-Ramírez y Vidal, 2011).

En la especie *T. truncatus* se han descrito dos ecotipos: la costera y la oceánica, las cuales difieren en morfología y fisiología, estos ecotipos son diferentes según la región; en el Océano Atlántico y en algunas otras regiones, la forma costera es pequeña, de un color más claro, con aletas pectorales más amplias y difiere en el ADN mitocondrial de la forma oceánica que es más grande y robusta, este patrón es contrario a lo que se observa en el Océano Pacífico (Wells y Scott, 2009). Se sugiere que existe poco o nulo entrecruzamiento entre estos ecotipos (Würsig, Jefferson y Schmidly, 2000).

La tonina es un cetáceo de tamaño mediano, en promedio de 1.9-3.8 m de longitud, con un máximo de 4.3 m, siendo los machos más grandes que las hembras. El peso promedio es de 250 kg, con un máximo registrado de 650 kg; al nacer las crías miden aproximadamente un metro con un peso de 15-30 kg (Würsig *et al.*, 2000; Niño-Torres *et al.*, 2011). Tienen de 18-26 dientes por rama mandibular, rostro corto y robusto, y la mandíbula sobresale ligeramente de la maxila. La aleta dorsal es falcada, posicionada a mitad del dorso. Presentan una coloración gris oscuro dorsalmente y gris claro o en ocasiones rosa ventralmente (Würsig *et al.*, 2000). Hay una gran variación de tamaños, coloración y hábitos de la especie entre diferentes poblaciones (Niño-Torres *et al.*, 2011).

Los machos maduran sexualmente entre los 10-13 años midiendo aproximadamente 2.4 m de longitud, las hembras a los 5-12 años con 2.3 m de longitud. Las hembras dan a luz a una cría cada 2-3 años, y la mayor cantidad de nacimientos se dan en los meses de primavera y verano, la gestación tiene una duración de 12 meses, con una lactancia de entre

1-2 años, la cual es la primera fuente de nutrición, y a partir de los cuatro meses ya son capaces de consumir alimento sólido. Los cuidados maternos pueden continuar por algunos años, generalmente hasta al nacimiento de una nueva cría (Würsig *et al.*, 2000, Wells y Scott, 2009).

Las hembras pueden alcanzar la edad de 57 años y los machos de 48 años. Las crías alcanzan su mayor crecimiento a los 1.5 o 2 años de vida. Las causas de mortalidad pueden ser naturales o antropogénicas, entre las naturales están la edad, depredación (orcas y tiburones), biotoxinas, enfermedades, entre otras. Entre las antropogénicas esta la contaminación, colisión con embarcaciones, redes de pesca, etcétera (Wells y Scott, 2009).

La dieta de esta especie es muy variada, consume diferentes especies de peces, con preferencia por miembros de la familia Scombridae, Scianidae y Mugilidae, así como también cefalópodos (Wells y Scott, 2009). Los de tipo costero usualmente se alimentan de peces demersales e invertebrados y los oceánicos de peces pelágicos y calamares. Son capaces de consumir aproximadamente de 9-18 kg de alimento por día. Se han observado diferentes estrategias de alimentación, dependiendo de la presa y el lugar (Würsig *et al.*, 2000).

T. truncatus tiene movimientos migratorios estacionales, rangos hogareños de acuerdo a la edad, residencias periódicas, así como una combinación de movimientos ocasionales y residencia local. La permanencia en un mismo lugar por periodos largos ha sido reportada en varias partes del mundo, como en Florida, en donde se monitoreó a las comunidades de toninas por 37 años, registrando cinco generaciones (Wells y Scott, 2009).

Pueden observarse en grupos de cientos de individuos, aunque grupos más pequeños de 2-15 integrantes son más comunes. El tamaño del grupo dependerá de la estructura del hábitat, aumentando según aumenta la profundidad. Los miembros del grupo son muy cooperativos en la alimentación, protección y actividades de crianza (Würsig *et al.*, 2000), estos grupos son muy dinámicos, con una mezcla de sexo, edades, condición reproductiva y relaciones familiares. Dentro de estos grupos puede haber subgrupos, dependiendo de la actividad y periodo o época. Generalmente hay unidades sociales como grupos de

guardería, grupos de sexo mixto de juveniles y los grupos de adultos. En los grupos de machos el más fuerte dominará al más débil, entre hembras no es tan rígida, pero la hembra más grande será la que domine en el grupo (Wells y Scott, 2009).

T. truncatus es una especie activa tanto de día como de noche, generalmente sus actividades están relacionadas con el área de distribución y los factores ambientales (Cubero-Pardo, 2007). Son capaces de realizar una gran variedad de sonidos en diferentes intensidades, dependiendo de cuál sea su propósito y el tipo de ambiente. Estos sonidos se clasifican en: silbidos, clics y pulsos explosivos. Las crías nacen con la capacidad de silbar. Estos sonidos, en especial los clics, son usados en la ecolocalización, la cual es usada para la navegación, forrajeo y detección de depredadores (Wells y Scott, 2009).

Las toninas son afectadas por las actividades humanas (Würsing *et al.*, 2000), por lo que las lesiones y la mortalidad relacionadas con dichas actividades son en su mayoría debido a las redes y otros equipos de pesca (Geraci y Lounsbury, 2005). Algunos efectos se pueden observar en los cambios de comportamiento, migraciones y alimentación (Moore, 2008), al mismo tiempo no hay que olvidar que las toninas comparten la costa con los humanos y consumen alimentos similares, por lo que además de indicarnos la condición del ecosistema, son buenos indicadores de la salud pública (Bossat, 2011; Olivares-Rodríguez, 2015).

Según la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza por sus siglas en inglés) esta especie tiene una categoría de preocupación menor (LC), cuenta con protección especial (Pr) según la NOM059 y aparece en la lista de CITES (Convención Internacional para el Comercio de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres por sus siglas en inglés): Apéndice II (Niño-Torres *et al.*, 2011).

En el Golfo de México los mamíferos marinos están protegidos por la Ley de Protección a Mamíferos Marinos (MMPA) de 1972, prohibiendo la caza, captura o causar algún daño a mamíferos marinos en aguas de los Estados Unidos de América. En México se prohíbe el comercio, captura o explotación de mamíferos marinos sin un permiso especial. La

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) coordina la protección de estas especies (Schmidly y Würsig, 2009).

2.2. Distribución

La distribución espacial se refiere al patrón de dispersión que los individuos de una población tienen en un área determinada y a la forma en que se distribuyen debido a la heterogeneidad de su hábitat. Dependiendo de las condiciones del área, las poblaciones encontrarán más adecuada una zona de su hábitat, en ocasiones dependiendo de la fase de su ciclo de vida. Esta distribución puede estar limitada por los siguientes factores: capacidad de dispersión, mecanismos de selección de hábitat, restricciones, así como las condiciones físicas y químicas del ambiente (Jiménez, 2007).

El hábitat se define como el lugar que tiene las condiciones apropiadas para que un organismo viva y es ahí en dónde podemos encontrarlo; es comúnmente usado como sinónimo de ambiente, aunque en términos estrictos se considera incorrecto (Bitetti, 2012).

Los cetáceos viven en un hábitat tridimensional, además de que este ambiente tiene un régimen dinámico de propiedades físicas y químicas (Bräger *et al.*, 2003). Tienen una amplia distribución geográfica, adaptados tanto a la vida en los trópicos como en zonas polares, y algunas que están limitadas debido a su especialización (Würtz y Repetto, 2009). En el caso de los delfínidos, su distribución ha sido estudiada en relación a su hábitat y la relación de algunos factores ambientales, como temperatura, profundidad, salinidad, entre otros. Dichos factores abióticos podrían determinar directamente la distribución de estas especies o podrían tener efectos indirectos por influir en la distribución de las presas (Bräger *et al.*, 2003)

Las toninas están distribuidas ampliamente en el trópico y en temperaturas cálidas y templadas, es común observarlas cerca de la costa, en los pasos que conectan a las bahías con el mar abierto, así como también en lagunas costeras, desembocadura de ríos y áreas de océano abierto (Würsig *et al.*, 2000).

Las toninas son una especie cosmopolita, ya que pueden vivir en diferentes tipos de hábitats marinos en zonas tropicales, son altamente tolerantes a las condiciones del ambiente, incluyendo el cautiverio. En el océano Pacífico se distribuyen desde Japón a California, y del sur de Australia a Chile; en el Atlántico se encuentran de Nueva Escocia a Noruega, y de la Patagonia hasta Sudamérica, también se les puede encontrar en el Mar Mediterráneo y Océano Índico, y generalmente están asociadas a aguas someras (Barragán-Barrera, 2010).

Las toninas, como otros mamíferos marinos necesitan vivir en lugares con ciertas condiciones para su buen desarrollo, se han realizado estudios relacionados con su hábitat en donde se encontraron diversos factores que estaban relacionados con su distribución, tales como la batimetría, topografía del fondo, concentración de clorofila, distancia de la costa, profundidad, turbidez, sólidos disueltos, temperatura, alimento disponible, velocidad de la corriente y salinidad (Baumgartner, Mullin, May y Leming, 2001; Díaz-Gamboa, 2001; Bräger *et al.*, 2003; Vázquez-Castán, 2007; Paniagua-Mendoza, 2009; Guevara-Aguirre y Bazúa-Durán, 2010; Martínez-Serrano, Serrano, Heckel y Schramm, 2011), estos factores varían en importancia según el sitio en donde se encuentren las toninas.

Algunas poblaciones de toninas migran a aguas más cálidas en otoño; otros realizan movimientos localmente, que parecen estar relacionados con los flujos de mareas y la hora del día, así como por los movimientos de sus presas (Würsig *et al.*, 2000). Estudios de distribución y uso de hábitat de *T. truncatus* sugieren que podrían estar influenciados por las condiciones oceanográficas y geológicas, además de que muchas de las poblaciones muestran preferencia por ambientes someros y arenosos, así como por la temperatura, concentración de nutrientes y el aumento de la producción primaria (Barragán-Barrera 2010). También es importante señalar que están limitados por la temperatura del agua y la distribución de sus presas (Wells y Scott, 2009).

Las actividades antropogénicas se han hecho cada vez más evidentes, por lo que en zonas afectadas y deterioradas, se ha registrado una disminución de las poblaciones de delfines, principalmente por los efectos que tienen en la ecología de los ecosistemas y en las poblaciones de presas potenciales de estos mamíferos (Barragán-Barrera, 2010).

2.2.1. Estudios de distribución y abundancia

Se han realizado varios estudios referentes a las toninas, algunos demuestran que los sitios con presencia de toninas suelen ser similares entre sí (Guevara-Aguirre y Bazúa-Durán, 2010). Se ha encontrado que las poblaciones presentan una alta fidelidad, en especial las poblaciones costeras y que su distribución está influenciada por las mareas, mostrando una mayor abundancia en zonas de alimentación (Díaz-Gamboa, 2001; Barragán-Barrera, 2010). Además de que el hábitat de las toninas es similar al de otros mamíferos marinos, generalmente debido a la presas (Paniagua-Mendoza, 2009).

En el Golfo de México, se han encontrado toninas en dos regiones diferentes, en aguas poco profundas de 0-150 m y en aguas profundas de 200-750 m (Baumgartner *et al.*, 2001). En Veracruz las toninas mostraron una distribución homogénea a una profundidad de 20 m y el componente determinante fue la presencia de ríos, pero otro estudio demostró que podían ocupar sitios diferentes y que el factor determinante era el tipo de fondo, la concentración de clorofila y la profundidad, además de que los grupos encontrados eran en promedio de ocho individuos (Vázquez-Castán, 2007; Martínez-Serrano *et al.*, 2011).

En la Laguna de Términos, Campeche se encontró una preferencia por lugares con turbidez y mayor profundidad, sugiriendo que estas variables son importantes para la permanencia de las toninas en esa zona (Guevara-Aguirre y Bazúa-Durán, 2010). En todo el mundo se han realizado estudios con toninas y otros cetáceos con respecto a su hábitat (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estudios referentes a la distribución de las toninas en diferentes partes del mundo.

Autor(es)	Ubicación	Especie	Variables	Resultados
Davis <i>et al.</i> , (1998)	Norte, centro y oeste del Golfo de México	12 especies de cetáceos	Temperatura, profundidad, conductividad, salinidad.	Se encontraron grupos de especies según el gradiente de temperatura. En

					la profundidad hubo diferencia significativa entre las especies.
Miller, (2003)	Luisiana, USA.	<i>Tursiops truncaus</i>	Tamaño del grupo, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad turbidez, distancia a la costa y profundidad.	Las variables que mejor describen los sitios de alimentación son: tamaño del grupo, turbidez, temperatura y temporada.	
Bräger <i>et al.</i> (2003)	Nueva Zelanda	<i>Cephalorhy nchus hectori</i>	Temperatura superficial, claridad del agua y profundidad.	Cada área de estudio tuvo un ambiente peculiar. Se encontraron más delfines en profundidades menores, a temperaturas de >14°C y con visibilidad <4m.	
Chávez- Andrade,	Golfo de California,	de Grandes cetáceos	Temperatura superficial del	La profundidad fue un factor	

(2006)	México		mar, profundidad, clorofila superficial (imágenes de satélite), coloración de la superficie del mar, concentración de biomasa de zooplancton, variables ambientales	determinante, seguida de la temperatura superficial y por último la concentración de clorofila. <i>In situ</i> la temperatura, biomasa de zooplancton y concentración de clorofila tienen una gran influencia en el hábitat de los cetáceos.
Bearzi <i>et al.</i> , (2008)	Mediterráneo	<i>Tursiops truncatus</i>	Profundidad, temperatura, salinidad, anomalía de densidad, concentración de oxígeno, saturación de oxígeno, pH, fluorescencia y turbidez.	Covariables importantes en la predicción de la presencia de delfines: saturación de oxígeno, temperatura, anomalía de densidad y el gradiente de densidad anómala,

				distancia a la costa y profundidad.
Cañadas y Hammond, (2008)	Suroeste del Mediterráneo	del <i>Delphinus delphis</i>	Abundancia y comportamiento, profundidad, pendiente del fondo, temperatura superficial y concentración de clorofila	La temperatura fue un factor determinante muy importante, seguido de la profundidad; en otra área la clorofila fue el factor determinante. El tamaño de los grupos, la profundidad fue más importante.
Pérez-Cao <i>et al.</i> , (2009)	Norte de Cuba	de <i>Tursiops truncatus</i>	Temperatura, salinidad, marea, abundancia de las toninas	El tamaño de los grupos fue variable. Los avistamientos fueron a menos de 7 m. no encontraron diferencias en abundancias relacionadas con la marea,

				salinidad y temperatura.
Barragán-Barrera, (2010)	Panamá	<i>Tursiops truncatus</i>	Distancia a la costa, profundidad, sustrato, oxígeno disuelto, salinidad y temperatura.	La temperatura, salinidad y oxígeno disuelto vario en el periodo de muestreo.

Las variables medidas más comunes fueron: temperatura, profundidad, salinidad, abundancia, además de concentración de clorofila y oxígeno en el agua. Los rangos de estas variables cambian de acuerdo al lugar en que se realizó el estudio.

2.3. Península de Yucatán

Dentro del Golfo de México se encuentra una zona de costa marginal, con depósitos que originan playas de barrera y dan lugar a la formación de arrecifes. En esta área se encuentra la Península de Yucatán, cuya plataforma continental está geológica y fisiográficamente vinculada con la masa continental (Toledo-Ocampo, 2005). La Península de Yucatán, está rodeada por una gran masa de agua marina, la cual se divide en dos grandes porciones: el Mar Caribe y el Golfo de México. La plataforma continental en el Golfo es mucho más amplia que en el Caribe, alcanzando en la costa yucateca hasta los 250 km; la pendiente es suave, aumentando en promedio 1 m de profundidad por kilómetro (Morales, 2012).

En las costas de Yucatán se encuentran diferentes ecosistemas como manglar, dunas costeras, esteros y lagunas costeras (Flores-Guido *et al.*, 1995), además de que en algunas zonas hay presencia de dunas o parches de pastos marinos (Cuevas *et al.*, 2013).

La costa de Yucatán está localizada dentro de la Sonda de Campeche, la cual pertenece a la Región Oriente del Golfo de México. Esta región se caracteriza por ser una franja estrecha de depósitos marinos de origen carbonatado gracias a arrecifes del Cretáceo, la plataforma continental es amplia y sin accidentes topográficos mayores (Würsig *et al.*, 2000; Toledo-Ocampo, 2005; Cuevas *et al.*, 2013).

La costa presenta un oleaje de baja energía y transporte de sedimentos, los cuales están influenciados por vientos alisios durante todo el año, en dirección este-oeste. El régimen de lluvias marca el patrón climático en secas (marzo-mayo), lluvias (junio-octubre) y nortes o tormentas estacionales (noviembre a febrero). En las aguas de la plataforma de Yucatán se registra un ligero aumento de oxígeno en comparación al resto del Golfo de México, así como la presencia de surgencias de aguas ricas en nutrientes (Toledo-Ocampo, 2005).

Las propiedades termohalinas de la costa de Yucatán están determinadas por la acción combinada de dos procesos: la entrada de calor atmosférico y los procesos de evaporación del agua superficial, así como la llegada de agua fría proveniente del Caribe, lo cual genera dos grupos de principales de termohalina, en los que los valores de salinidad son similares (36.5 UPS), pero hay una diferencia considerable de temperatura (23 y 26°C). Se han encontrado dos extremos de las masas de agua, en donde el agua más caliente domina la región norte de la costa y las aguas más frías dominan en la región oriental de la costa. En los perfiles verticales, la salinidad y temperatura demuestran que son dos masas de agua independientes que son separadas por una termoclina (Enríquez *et al.*, 2013).

2.3.1 Condiciones oceanográficas de Yucatán

La Corriente del Caribe que pasa frente al estado de Quintana Roo, al pasar por el canal de Yucatán recibe el nombre de Corriente de Yucatán, y al entrar al Golfo es llamada Corriente de Lazo. Estas corrientes tienen influencia en la costa de Yucatán, transportando grandes volúmenes de agua hacia el Golfo de México, pasando por el Canal de Yucatán. Tanto la corriente de Yucatán y la corriente de Lazo son parte del giro subtropical del Atlántico Norte, que se genera por la transferencia de momento de los vientos alisios y contralisios (Zavala, Salmerón, Aguilar, Cerdeira y Kolb, 2006).

El Canal de Yucatán es una zona dinámica importante y la compleja combinación de factores físicos influyen directamente en la distribución de la comunidad planctónica, debido a esto se presentan zonas con una concentración elevada de fitoplancton que están asociados a afloramientos (Merino, 1992), registrándose un bajo promedio anual de pigmentos fitoplanctónicos de 0.097 mg/m^3 . Un frente al noreste de Cabo Catoche tiene un efecto diferente en especial en verano, cuando se muestra un incremento en la riqueza de plancton, afectando niveles tróficos superiores (Zavala *et al.*, 2006).

La región recibe influencia de la surgencia de Cabo Catoche, ubicado al Noreste de Yucatán. Esta surgencia dinámica está presente todo el año y está relacionada con la Corriente de Yucatán, el talud y la topografía, provocando que las masas de agua fría y ricas en nutrientes, emerjan del fondo a la superficie, teniendo fuertes efectos biológicos de fertilización evidentes en la zona (Zavala *et al.*, 2006; Enríquez *et al.*, 2013), mostrando sus efectos con un aumento en el fitoplancton y zooplancton en secuencias (Reyes, Merino, Herrera, Cárdenas y Ruíz, 2013).

Otra es la surgencia de Yucatán, ubicada en el Banco de Campeche, la cual es producto del afloramiento de aguas relativamente frías al norte de la Península. Esta surgencia se desplaza al noroeste siguiendo en contorno de la Península de Yucatán hasta Tabasco gracias a los vientos alisios y a la dinámica de la corriente del Caribe, está presente todo el año con una máxima intensidad en verano, también hay una presencia casi permanente de altas concentraciones de clorofila a, lo que indica que es una zona de alta productividad (Zavala *et al.*, 2006)

Las características de esta zona dan pie a la gran actividad pesquera de la región, que con el paso de los años fue adquiriendo mucha más importancia e intensidad. La línea costera está bien definida en casi toda su extensión por el frente de la playa, detrás de la cual se encuentran marismas, lagunas, esteros y pantanos, lo cual constituye lo que se conoce como isla de barrera. La franja costera de Yucatán fue baja inicialmente, pero fue creciendo a medida que las corrientes y el oleaje depositaban arena, la cual tiene un origen biológico, constituida por carbonato de calcio (Morales, 2012).

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Examinar los patrones de abundancia y distribución de las toninas (*Tursiops truncatus*) en la costa de Yucatán durante la época climática de lluvias (julio-agosto de 2014).

Objetivos específicos

1. Determinar la variabilidad de las condiciones oceanográficas superficiales, como medida de la heterogeneidad del hábitat de las toninas en Yucatán.
2. Establecer el patrón de abundancias de las toninas en la costa de Yucatán en el período de muestreo.
3. Determinar el tipo de distribución de las toninas en la costa yucateca en el período referido.

4. REFERENCIAS

- Álvarez-Alemán, A., Berovides-Álvarez, V. y Collazo-López, J. L. 2009. Abundancia y distribución de la tonina (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) en el área marina protegida “Las Picúas Cayo Cristo”, Villa Clara, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 30 (2): 117-122.
- Barragán-Barrera, D. 2010. Distribución y uso de hábitat del delfin nariz de botella *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) (CETACEA: DELPHINIDAE) en Boca del Toro, costa Caribe de Panamá. Tesis de Licenciatura. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales. Santa Marta, Bogotá. Pp 167.
- Baumgartner, M. F., Mullin, K. D., May, L. N. y Leming, T. D. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. *Fisher Bulletin*. 99(2): 219-239.
- Bearzi, G., Azzellino, A., Politi, E., Costa, M. y Bastianini, M. 2008. Influence of seasonal forcing on hábitat use by bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Northern Adriatic Sea. *Ocean Science Journal*. 43(4): 175-182.
- Bitetti, M. 2012. ¿Qué es el hábitat? Ambigüedad en el uso de jerga técnica. *Ecología Austral*. 22: 137-143.
- Bossat, G. D. 2011. Marine mammals as sentinel species for oceans and human health. *Veterinary Pathology*. 48(3): 676-690.
- Bräger S., Harraway J. A. y Manly G. F. J. 2003. Habitat selection in a coastal dolphin species. *Marine Biology*. 143: 233-244.
- Cañadas, A. y Hammond, P. S. 2008. Abundance and habitat preferences of the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the southwestern Mediterranean: implications for conservation. *Endangered Species Research*. 4: 309-331.

- Chávez-Andrade, M. 2006. Caracterización del hábitat de grandes cetáceos del golfo de California durante invierno. Tesis de maestría. Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. Pp 65.
- Chivers, S., Perryman, W., Archer, E., Carretta, J., Goodwin, K., Hakala, S., Henry, A., Kellar, N., Redfern, J., Rojas, L., Urban, J. y Weller D. 2010. Estudio multidisciplinario de *Delphinus sp.* en las Californias. En: 32 Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Del 2 al 6 de mayo de 2010. Xalapa, Veracruz, México. Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina. Pp 65.
- Cubero-Pardo, P. 2007. Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. Rev. Biol. Trop. 55(2): 549-557.
- Cuevas, E. Liceaga-Correa, M. A., Arellano-Méndez, L., Rincón-Sandoval, L. A. Mexicano-Cíntora, G. Euán-Ávila, J. I., Hernández-Núñez, H. y Mulsow, S. 2013. Análisis espacial y temporal de campos de dunas submarinas en la costa de Yucatán, México. Revista de Biología Marina y Oceanografía. 48: 99-113.
- Davis, R. W., Fargion, G. S., May, N., Leming, T. D., Baumgartner, M., Evans, W. E., Hansen, L. J. y Mullin, K. 1998. Physical habitat of cetaceans along the continental slope in the north-central and western Gulf of Mexico. Marine Mammal Science. 14(3): 490-507.
- Delgado-Estrella, A. 1997. Relación de las toninas, *Tursiops truncatus*, y las toninas moteadas, *Stenella frontalis*, con la actividad camaronera en la sonda de Campeche, México. Ser. Zool. 68(2): 317-338.
- 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, Yucatán, México. Pp 97.
- Díaz-Gamboa, R. E. 2009. Relaciones tróficas de los cetáceos teutofagos con el calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. Pp 103.
- Enríquez, C., Mariño-Tapia, I., Jerónimo, G. y Capurro-Filofrasso, L. 2013. Thermohaline processes in a tropical coastal zone. *Continental Shelf Research*. 69: 101-109.
- Flores-Guido, J. S., Manzanilla-Naim, S., Aldana-Aranda, D., Fuentes, D., De la Cruz, G., Mendoza-Millán, A., Batllori, E., Correa-Sandoval, J., Dunhe, E., Morales-Arjona, L. J. Villasuso-Pino, M. y Andrews, J. 1995. Marco de referencia para el manejo de la zona costera del Estado de Yucatán. CECE. Yucatán, México. Pp 89.
- Forcada, J. 2009. Distribution. En Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. Ed. *Encyclopedia of marine mammals*. Ed. Canadá: ACADEMIC PRESS. Pp 316-320.
- Geraci, J. R y Lounsbury, V. J. 2005. *Marine mammals ashore: A guide for strandings*, Segunda edición. National Aquarium in Baltimore. Baltimore. Pp 371.
- Guevara-Aguirre, D y Bazúa-Durán, C. 2010. Relación de la presencia de toninas (*Tursiops truncatus*) en la Laguna de Términos, Campeche, México con los factores ambientales. En: 32 Reunión Internacional para el Estudio de los Mamíferos Marinos. Del 2 al 6 de mayo de 2010. Xalapa, Veracruz, México. Sociedad Mexicana de Mastozoología Marina. Pp 40.
- Hammond, P., Bearzi, G., Bjorge, A., Forney, K., Karkzmarski, L., Kasuya, T., Perrin, W., Scott, M., Wang, J., Wells, R. y Wilson, B. 2012. *Tursiops truncatus*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Disponible en: <http://www.uicnredlist.org/details/22563/0>

- Harwood, J. 2010. Approaches to management. En Boyd, I. L., Don Bowen, W. e Iverson, S. J. Ed. Marine mammals ecology and conservation: A Handbbook of techniques. USA: OXFORD. Pp 325-339.
- Jefferson, T. A., Leatherwood, S. y Webber, M. A. 1993. FAO species identification guide. Marine mammals of the world. FAO. Rome, Italia. Pp 320.
- Jiménez, L. F. 2007. Conocimientos Fundamentales de Biología. Vol. II. UNAM/Pearson Educación, Colección Conocimientos Fundamentales. México. Pp 337-340.
- Martínez-Serrano, I., Serrano, A., Heckel, G. y Schramm, Y. 2011. Distribución y ámbito hogareño de toninas (*Tursiops truncatus*) en Veracruz, México. Ciencias Marinas. 37(4): 379-392.
- Merino, I. 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán. Estructura y Fertilización. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 254 pp.
- Miller, C. 2003. Abundance trends and environmental habitat usage patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in lower Barataria and Caminada Bays, Louisiana. Tesis de Doctorado. Louisiana State University. Louisiana, USA. Pp 125.
- Moore, S. E. 2008. Marine mammals as ecosystem sentinels. Journal of Mammalogy. 89(3). 53-540.
- Morales, J.J. 2012. Selvas, mares y huracanes. Secretaria de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán. Pp 414.
- Niño-Torres, C., Urbán-Ramírez, J. y Vidal, O. 2011. Mamíferos marinos del Golfo de California: Guía ilustrada. Publicación especial No. 2. Alianza WWF México-TELCEL. Pp 190.
- Olivares-Rodríguez, E. A. 2015. Contenido estomacal e isotopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) del bufeo (*Tursiops truncatus*) en las costas de Yucatán.

- Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Mérida, Yucatán, México. Pp 56.
- Paniagua-Mendoza, A. 2009. Caracterización del hábitat de cetáceos comunes en el Golfo de California durante Julio-Agosto 2007. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. Pp 77.
- Pérez- Cao, H., López, N., Blanco, M., Lio, V. y González-Sansón, G. 2009. Abundancia y distribución del delfín (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) en la costa norte de la provincia Matanzas, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 30(1):55-61.
- Reyes, O., Mariño, T. I., Herrera, S. J., Cárdenas, P. N. y Ruiz, G. 2013. Oceanographic implications of the Cabo Catoche (Northeast Yucatan) upwelling and its effects on the coastal ecosystem. Physical processes in tropical and subtropical coastal systems session. AGU Meeting of the Americas, Cancun, Mexico.
- Schmidly, D. J. y Würsig, B. 2009. Mammals (Vertebrata: Mammalia) of the Gulf of Mexico. En: Felder, D. L. y Camp, D. K. Ed. *Gulf of Mexico: origen, waters, and biota*. USA: Texas A&M University Press. Pp 1343-1352.
- Sosa-Escalante, J. E., Hernández-Betancourt, S., Pech-Canché, J. M., MacSwiney, M. C. y Díaz-Gamboa, R. 2014. Los mamíferos del estado de Yucatán. *Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época*. 1:21-41.
- Toledo-Ocampo, A. 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México En: Botello A. V., Rendón-von Osten J., Gold-Bouchot G. y Agraz-Hernández A. (Ed.). *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, 2da Edición. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. Campeche, México. Pp 25-52

- Vázquez-Castán L., Serrano-Solís A., López-Ortega M., Galindo J., Valdes-Arellano M. y Naval-Ávila C. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de tonina (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa del estado de Veracruz México. Revista UDO Agrícola. 7(1): 285-292.
- Wang, J. Y. y Yang, S. C. 2009. Indo-Pacific bottlenose dolphin: *Tursiops aduncus*. En Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. (Ed.) Encyclopedia of marine mammals. Ed. Canadá: ACADEMIC PRESS. Pp 602-608.
- Wells, R. S. y Scott M. D. 2009. Common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus*. En Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. Ed. Encyclopedia of marine mammals. Ed. Canadá: ACADEMIC PRESS. Pp 830-835.
- Würsig, B., Jefferson T. A., y Schmidly, D. J. (2000). The marine mammals of the Gulf of Mexico. Texas A&M University Press. USA. Pp 232.
- Würtz, M. y Repetto, N. 2009. Dolphin and whales, Biological guide to the life of the cetacean. White Star. China. Pp 98-105.
- Zavala J., Salmerón O., Aguilar V., Cerdeira S. y Kolb M. (2006). Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos. Disponible en:
http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%C3%A1ficos

5. ARTÍCULO CIENTÍFICO

“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS TONINAS (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) EN LA COSTA DE YUCATÁN”

Nah-Balam S. R.*; Díaz-Gamboa R. E.

Universidad autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
Departamento de Recursos Marinos Tropicales.

Este artículo fue elaborado de acuerdo a las instrucciones de autor y será sometido a la Revista *Marine Mammal Science*

“DISTRIBUCIÓN Y ABUNDANCIA DE LAS TONINAS (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) EN LA COSTA DE YUCATÁN”

Sagida del R. Nah-Balam*; Raúl E. Díaz-Gamboa
Universidad autónoma de Yucatán, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.
Departamento de Recursos Marinos Tropicales.
Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5, C. P. 97100. Mérida, Yucatán, México.
*E-mail: smb.0608@gmail.com

Resumen

Las toninas (*Tursiops truncatus*) se distribuyen en zonas tropicales alrededor del mundo. En el presente trabajo se determinaron los patrones de distribución y la abundancia de las toninas en Yucatán, para lo cual se recorrieron transectos lineales sistemáticos. En cada punto de avistamiento se determinaron *in situ* las variables oceanográficas de temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, profundidad, pH y el número de toninas. La marea se determinó a través de una tabla de mareas y la concentración de clorofila *a* con imágenes de satélite, además de la distancia a la línea de costa. De acuerdo con los resultados y en términos de las variables ambientales, se presentó homogeneidad en toda el área de estudio, excepto en los casos de la clorofila *a* y la distancia a la costa. Se registraron un total de 111 toninas, con un promedio de tamaño de grupo de 6.17 individuos (DE = 5.53), con un rango de 2 a 24 individuos. En promedio los avistamientos ocurrieron a 6.53 m de profundidad y a una distancia a la costa de 6.64 km. La distribución de las toninas tiene una forma agregada, sugiriendo que la costa yucateca es un lugar adecuado para las toninas, que les provee de alimento, además de protección contra depredadores, ya que la plataforma continental es muy somera y extensa.

Palabras clave: Yucatán, tonina, *Tursiops truncatus*, distribución, abundancia.

Abstract

Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) are distributed in tropical areas around the world. In this study, the distribution patterns and abundance of dolphins in Yucatan were determined, for which systematic lineal transects were tours, and on each sighting, oceanographic variables (temperature, salinity, dissolved oxygen, depth and pH) and abundance of dolphins were determined *in situ*. The tide was determined using a tide table and the chlorophyll *a* was determined with satellite images, in addition to the distance to the coastline. A total of 18 sightings were recorded with 111 dolphins, the average group size was 6.17 individuals (SD = 5.53), with a range of 2-24 individuals. On average, sightings occurred at 6.53 m and at distance of 6.64 km from the coast. The distribution of bottlenose dolphins is aggregate, suggesting that Yucatecan coast provide food and protection against predators, because the continental platform is very shallow and extensive.

Key Word: Yucatan, bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, distribution, abundance.

INTRODUCCIÓN

Las toninas (*Tursiops truncatus*), son probablemente los cetáceos más conocidos en el mundo (Jefferson *et al.* 1993). Se distribuyen en regiones tropicales y templadas, principalmente en las costas ocupando diversos hábitats (Jefferson *et al.* 1993, Wells y Scott 2009). En el Golfo de México *T. truncatus* es la especie más extendida y común (Harwood 2010). Esta especie es de gran importancia ecológica, ya que es uno de los eslabones más altos de la cadena trófica e influyen en la estructura de las comunidades, además de que responden a los cambios en su ambiente, por lo que su estudio también no indica el estado de conservación del ecosistema (Díaz-Gamboa 2009, Schmidly y Würsig 2009).

En el Golfo de México se han realizado algunos estudios relacionados a la distribución y abundancia de las toninas como en Cuba (Álvarez-Alemán *et al.* 2009, Pérez-Cao *et al.* 2009) y Florida (Wells y Scott 2009); en México se han realizados estudios en estados como Campeche (Delgado-Estrella, 1997) y Veracruz (Vázquez-Castán *et al.*, 2007), sin embargo en Yucatán se carece de dicha información y de estudios de mamíferos marinos en general.

Aunque en diferentes lugares se han realizado estudios sobre la distribución de las toninas, no se puede suponer que los patrones observados serán semejantes en Yucatán, , ya que la distribución, abundancia y el tamaño de grupo de las toninas son características que muy fácilmente pueden variar dependiendo del área (Álvarez-Alemán *et al.* 2009). Este trabajo

se enfoca en determinar los patrones de distribución y abundancia de las toninas en la costa de Yucatán durante la época (seca, lluviosa) de 2014.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

En general en el Golfo de México se encuentra una gran diversidad biológica que en gran medida está determinada por la plataforma continental, los movimientos de las masas de agua, la temperatura (su estabilidad superior a los 20°C es importante para las especies), las bajas profundidades (muchas de las especies de peces se encuentran entre los 20 y 50 m), las condiciones de luminosidad, la salinidad es relativamente estable (36.5 UPS), el comportamiento del oxígeno disuelto y la densidad de las masas de agua, así como la distribución de los nutrientes (Toledo-Ocampo 2005).

La costa de Yucatán (Figura 1) se caracteriza por ser una franja estrecha de depósitos marinos de origen carbonatado gracias a arrecifes del Cretáceo, la plataforma continental es amplia y sin accidentes topográficos mayores (Würsig *et al.* 2000, Toledo-Ocampo 2005, Cuevas *et al.* 2013). En esta zona se presenta un oleaje de baja energía y transporte de sedimentos, aunado a un ligero aumento de oxígeno en comparación al resto del Golfo de México, así como la presencia de surgencias de aguas ricas en nutrientes (Toledo-Ocampo 2005).

La costa de Yucatán presenta diversos ecosistemas como bosques de manglar, dunas costeras, lagunas costeras y pastos marinos (Flores-Guido *et al.*, 1995; Cuevas *et al.*, 2013). La combinación de factores físicos en la región influye directamente en la distribución de la comunidad planctónica, mostrando niveles bajos de pigmentos fitoplanctónicos en algunas

zonas y niveles más altos en otras (Merino, 1992; Zavala *et al.*, 2006), estas características dan pie a una gran actividad pesquera (Morales, 2012).

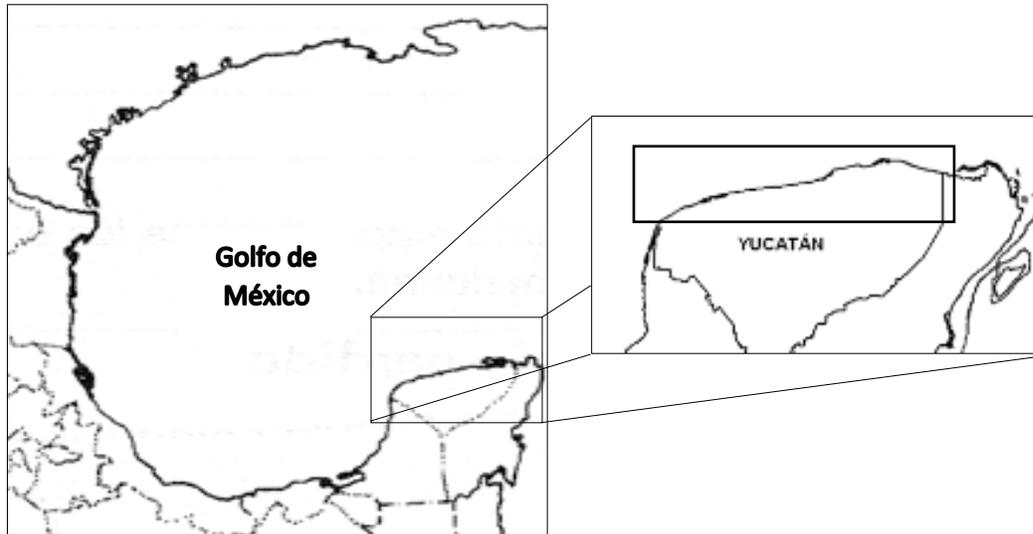


Figura 1. Área de estudio.

Trabajo de campo

El avistamiento de toninas se realizó a través de búsqueda directa y observación sistemática, utilizando el método de muestreo de distancias en segmentos lineales entre julio y agosto de 2014 (Navarro y Díaz-Gamboa 2015), los cuales se diseñaron en forma de zigzag para maximizar las observaciones en gradientes longitudinales en el área de estudio (Chávez-Andrade 2006). Los recorridos se realizaron desde la línea de costa hasta los 10 metros de profundidad. Se realizaron a bordo de una lancha con motor fuera de borda, iniciando a las 7:00 am hasta las 2:00 pm aproximadamente o hasta que las condiciones los permitieran. La lancha se mantuvo a una velocidad promedio de 10 nudos, debido a que esta velocidad permite ver a las toninas cuando salen a respirar y asegura no contar dos

veces el mismo grupo. Las condiciones climáticas en el período de estudio no permitieron realizar recorridos entre Telchac Puerto y Dzilam de Bravo.

El registro de los cetáceos se realizó ubicando en la proa de la lancha dos observadores principales con binoculares equipados con brújula y retícula, cada observador cubrió 90° a la derecha o a la izquierda según correspondía y al centro se colocó un tercer observador sin binoculares, realizando al mismo tiempo la función de anotador (Chávez-Andrade, 2006; Díaz-Gamboa, 2009). Las posiciones se rotaron cada 30 minutos para minimizar el sesgo por cansancio.

Cada avistamiento se registró en una hoja de crucero e inmediatamente en una hoja de avistamiento, se determinó su posición con un sistema de reposicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés). Se anotaron la hora y posición inicial del avistamiento, localidad, número de avistamiento del día, especie, número de individuos (abundancia), y en caso necesario, alguna particularidad observada. Se recolectó también información sobre algunas variables oceanográficas *in situ*: temperatura, oxígeno disuelto, salinidad y el pH de la parte superficial de la columna de agua, con una sonda multiparamétrica YSI. La profundidad fue obtenida de un mapa batimétrico de navegación (Garmin Bluechart G2-HXUS039R-US).

Los datos de concentración de clorofila *a* se obtuvieron de valores acumulados de tres días a través de imágenes de satélite de 1000m x 1000m de resolución, obtenidas de AQUA/MODIS de la página de la NOA (NOAA Coastal Watch 2014). También se obtuvieron datos de altura mareal a través de una tabla de mareas (Tabla de mareas 2014), así como la distancia a la línea de costa que fue aproximada con el programa Google Earth. Tanto los datos de las hojas de crucero y de avistamiento se compilaron en una base de datos en el programa Excel.

Análisis de datos

Cada uno de los puntos donde se registró la presencia de los delfines se consideró como unidad de muestreo independiente y discreta. Para describir el comportamiento de cada una de las variables consideradas en el estudio (tanto oceanográficas como biológicas), se realizaron las estimaciones de medidas de tendencia central (promedios) y de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de variación).

Finalmente, se determinó el patrón de distribución de los individuos en el área de estudio a través del cálculo del índice de dispersión y del estadístico ji-cuadrado correspondiente para poner a prueba la hipótesis nula de distribución aleatoria (Krebs, 1999):

$$ID = S^2/m$$

Donde ID es el índice de dispersión, S^2 es la varianza y m es la media de las abundancias de la tonina.

RESULTADOS

Las variables oceanográficas que presentaron una mayor variación fueron la distancia a la línea de costa (CV(%) = 80.6), la profundidad (CV% = 29.3) y la concentración de clorofila a (CV(%) = 65.1), mientras que las demás presentaron un comportamiento relativamente uniforme en el período de estudio (Tabla 1).

Tabla 1. Valores medios, desviación estándar (DE) y coeficiente de variación (CV) por variable.

Variable	Promedio	DE	CV
Profundidad (m)	6.53	1.92	29.3*
Temperatura (°C)	26.84	1.65	6.1

Salinidad (ppm)	36.74	0.05	0.1
pH	6.96	0.18	2.6
OD (mg/L)	8.70	0.42	4.8
Clorofila <i>a</i> (mg/m ³)	2.22	1.44	65.1*
Distancia a la línea de costa (Km)	6.64	5.35	80.6*

*Denota valores más altos.

Se registraron un total de 18 avistamientos confirmados en 920.95 km recorridos (Figura 2), con aproximadamente un avistamiento por cada 51.16 km y un total de 111 toninas observadas. Nueve avistamientos se registraron entre Celestún y Progreso, y los otros nueve entre Dzilam de Bravo y El Cuyo. La mayoría de los avistamientos ocurrieron entre los 5-10 m, en promedio a 6.53 m y a una distancia a la costa promedio de 6.64 km.

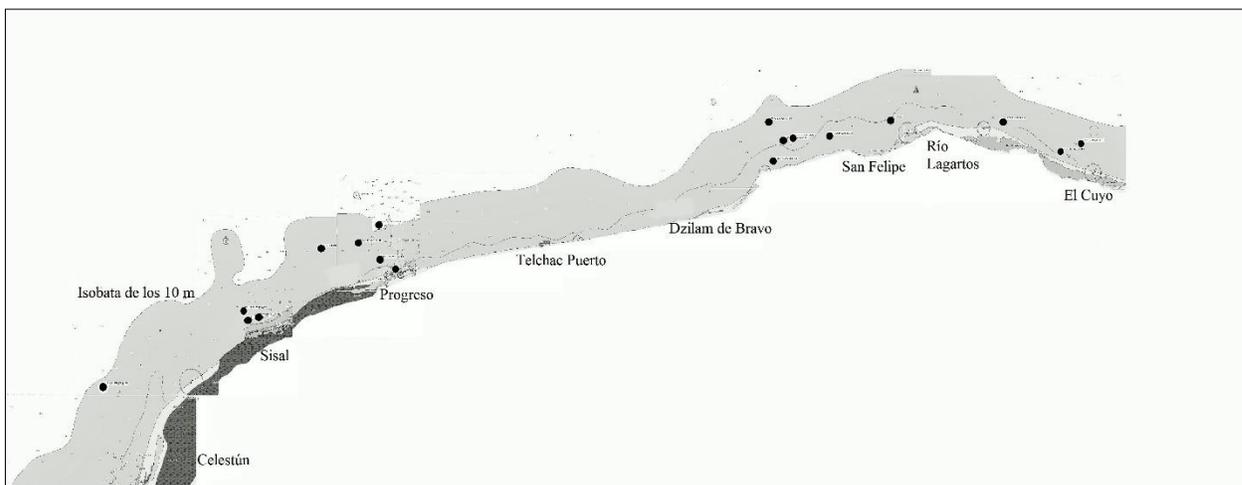


Figura 2. Distribución de los avistamientos ($n = 18$) en Yucatán.

Se observó que las toninas se distribuyen ampliamente en casi toda el área de estudio, en algunas áreas en particular se encontraron aglomeraciones de grupos de toninas, coincidiendo con sitios cercanos a descargas de aguas del anillo de cenotes (Sisal, Progreso y Dzilam de Bravo) presente en el estado.

Del total de avistamientos se obtuvo un tamaño de grupo promedio de 6.17 individuos (DE = 5.53), con un rango de entre 2-24 individuos. El 55.5% de los grupos (10) estaban constituidos por 1-5 individuos, de los cuales la mitad eran grupos de dos individuos (Figura 3). Únicamente se registró un grupo de más de 20 individuos (24), entre Dzilam de Bravo y San Felipe, y dos grupos mayores de 10 individuos (12 y 13) entre San Felipe y El Cuyo (Figura 3). En el caso de los grupos encontrados entre Celestún y Progreso, ninguno fue mayor a ocho individuos. Se observaron nueve asociaciones de madre-cría, las cuales en su mayoría se encontraban en grupos de más de cinco individuos, incluso en un mismo grupo (13 individuos) se encontraron dos crías.

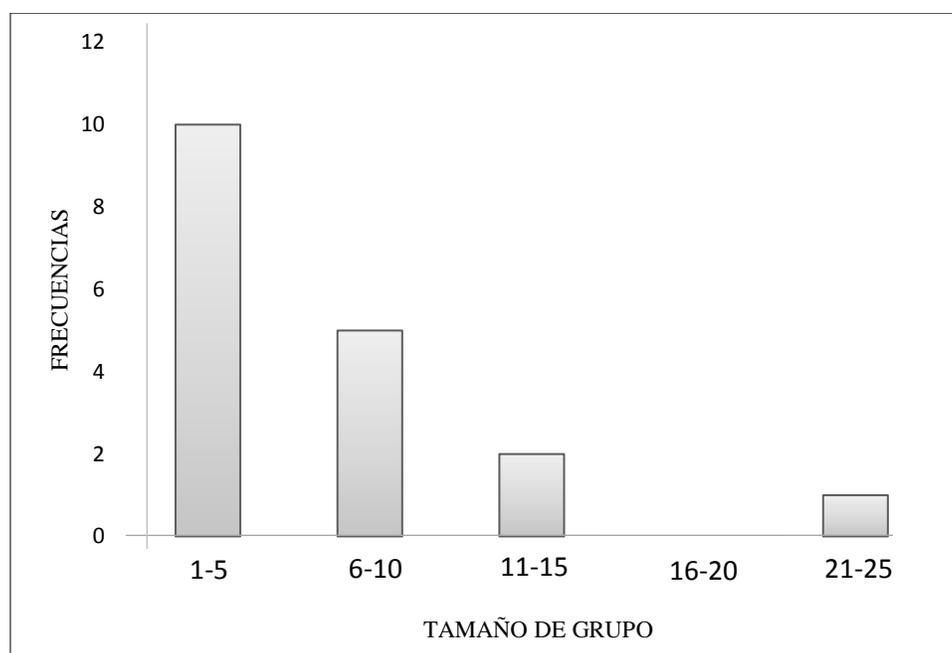


Figura 3. Distribución de frecuencias del tamaño de grupo de toninas.

Debido a que la varianza de las abundancias ($s^2= 30.61$) fue mayor que el promedio ($\bar{x} = 6.16$), esto sugiere que las toninas se distribuyeron de forma agregada en la zona de estudio durante el período de muestreo considerado. Esta tendencia fue respaldada por el valor del índice de dispersión (4.6) y el valor del estadístico ji-cuadrado (84.4, $P<0.05$ con 17 g.l.),

por lo que se rechaza la hipótesis nula de que las toninas se distribuyeran aleatoriamente en el área y período de tiempo abarcados en este estudio.

Discusión

El hábitat de los cetáceos en general es muy complejo, es un ambiente tridimensional determinado por diferentes factores, este hábitat está relacionado con la distribución de cada especie (Forcada, 2009).

En diversos estudios de toninas y su distribución, se han reportado variables oceanográficas que son importantes para que las toninas estén presentes. La profundidad, distancia a la línea de costa y la clorofila *a* son de las variables más mencionadas (Baumgartner *et al.* 2001, Davis *et al.* 2001, Chávez-Andrade 2006, Cubero-Pardo 2007, Bearzi *et al.* 2008), en este estudio se obtuvieron resultados similares, ya que estas variables fueron las que presentaron mayor variabilidad en el área de estudio, mientras que el resto de las variables le confieren homogeneidad a la costa de Yucatán.

En este estudio la profundidad varió entre localidades. Se ha reportado que la profundidad es una variable que se relaciona con el número de las toninas en el área (Vázquez-Castán 2007, Morteo *et al.* 2004), dependiendo de la profundidad del sitio la abundancia de las toninas varía, generalmente en zonas más someras la abundancia disminuye en contraste con zonas más profundas (Würsig *et al.* 2000).

Otra de las variables que mostraron una gran variabilidad en el área de estudio fue la distancia a la línea de costa y la concentración de clorofila *a*. Cubero-Pardo (2007) y Valdés-Arellano *et al.* (2011), reportan que en el Golfo de México, la distancia a la costa es

una variable importante, ya que se relaciona con los hábitos de alimentación de las toninas, estos animales suelen estar en zonas cercanas a la costa para alimentarse. Por otro lado, se ha reportado una relación de la distancia a la línea de costa y la concentración de clorofila *a*, debido a que las concentraciones de clorofila *a* aumentan mientras más cerca están las toninas de la costa (Davis *et al.* 2001, Baumgartnet *et al.* 2001), además que se ha observado que los cetáceos, incluyendo a las toninas, son más frecuentes en zonas con una alta productividad, como la costa (Smith *et al.* 1986). Los niveles de clorofila *a* fueron mayores a menor distancia de la costa, por lo que se puede considerar que en el marco espacio-temporal del presente estudio las toninas se encontraron en zonas con una alta productividad.

La mayoría de los avistamientos se produjeron entre los 5-10 m de profundidad. Los resultados de este estudio son similares a lo que se encontró en Cuba, las toninas se observaron entre los 3-8 m de profundidad que los avistamientos (López *et al.* 2013). Generalmente las toninas se encuentran en aguas poco profundas cuando se alimentan, merodean y se desplazan de un lugar a otro (Cubero-Pardo 2007), estos sitios también se relacionan a una mayor productividad reflejada en la disponibilidad de las presas y debido a la poca profundidad ofrece una mejor protección contra depredadores en comparación de aguas más profundas.

Es muy probable que otros factores no considerados en el presente estudio ejerzan una mayor influencia en los patrones determinados, en particular los aspectos bióticos relativos a la especie y sus interacciones, al igual que algún otro aspecto abiótico no medido en este estudio. Por ejemplo, se sabe que una de las limitantes en la distribución de las toninas es la disponibilidad de sus presas (Smith *et al.* 1986, Baumgartnet *et al.* 2001), por otro lado la

gran influencia de las corrientes provenientes del Caribe ricas en nutrientes y que se desplazan hacia el Golfo de México, contribuyen con la cantidad disponible de materia orgánica en toda el área, lo que ayuda a sostener altas tasas de productividad primaria, junto con grandes cantidades de biomasa (Toledo-Ocampo 2005), lo cual podría ser un factor a favor de la presencia y distribución de las toninas en la costa yucateca.

Las toninas se han encontrado con cierta frecuencia cerca de las desembocaduras de ríos (Würsig *et al.* 2000, Vázquez-Castán 2010). En el caso de Yucatán no hay presencia de ríos, pero sí de un anillo de cenotes, cuyos sitios de descarga de aguas dulces al océano se encuentran en los municipios como Progreso, Telchac Puerto, Dzilam de Bravo y Hunucmá, y estas descargas contribuyen a la materia orgánica en la costa. Cerca de algunos de estos lugares se observaron algunos grupos de toninas por ejemplo cerca de Progreso, Sisal (Hunucmá) y cerca de Dzilam de Bravo. Es posible que las toninas se encuentren en estos lugares, debido a que los nutrientes y la productividad ayudan a que el alimento esté disponible en suficientes cantidades. Tanto las áreas donde se encuentran estos cenotes dentro del estado, como los sitios de descarga, están decretados como áreas naturales protegidas en la categoría de Reserva Estatal (DOF 2013).

Las toninas son animales oportunistas y generalistas, consumiendo especies de peces de diferentes familias como Sciaenidae y Haemulidae, aunque también se reportan especies de la familia Lutjanidae y Labridae. Las toninas suelen tener preferencia por especies demersales, incluyendo en ocasiones especies pelágicas (Wells *et al.* 1999).

Reportes de contenido estomacal de toninas en Yucatán muestran varias especies que los individuos consumen en el área, algunas de ellas son de gran importancia económica. La

rubia (*Lutjanus synagris*) es la especie más consumida en la costa de Yucatán por las toninas, seguida del boquinete (*Lachnolacmus maximus*), verrugato (*Menticirrus littoralis*), chac-chí (*Heamulon plumierii*) y un cefalópodo. Con la técnica de isótopos estables se encontró que el mero (*Epinephelus morio*) también es una presa de las toninas (Olivares-Rodríguez 2015).

Algunas de estas especies se reportan como objetivo de pesca a lo largo de toda la costa, algunas con mayor explotación que otras, las capturas por puerto también son variables, sin embargo los puertos en donde estas especies son capturadas coinciden con las áreas en donde se encontraron las toninas, en las cercanías de Progreso se ha presentado las mayores cantidades de captura, seguido de Celestún y Dzilam de Bravo, también se reportan estas especies en Sisal, Telchac Puerto, San Felipe, Río Lagartos, El Cuyo (Mexicano-Cíntora *et al.* 2009).

Las toninas pueden formar grupos de diferentes tamaños, generalmente los grupos pequeños se encuentran en aguas poco profundas y cercanas a la costa (Wells y Scott 2009). En este trabajo, el área de muestreo no superó los 10 m de profundidad y se observó un tamaño de grupo promedio de 6.17 individuos. El tamaño promedio de los grupos en Yucatán (6.17) es similar a lo que se reporta en otras zonas del Golfo de México como en Cuba (7.5) y en el sistema Arrecifal Veracruzano (8.2) (Vázquez-Castán 2010, López *et al.* 2013). En trabajos similares, los grupos pequeños son los más comúnmente registrados (Pérez-Cao *et al.* 2009, Delgado-Estrella 2015), lo que parece indicar que las toninas en el Golfo de México, cerca de las costas, tienden a formar unidades pequeñas (López *et al.* 2013).

En este trabajo se determinó que el tipo de distribución que presentaron las toninas fue agregado, ya que en determinadas áreas se observaron concentraciones de grupos. Esto se relaciona con aspectos biológicos tales como los hábitos alimenticios y el comportamiento social de la especie (Wells y Scott 2009, López *et al.* 2013).

Las toninas están distribuidas ampliamente en el área de estudio. La costa de Yucatán es una zona bastante homogénea, ya que la mayoría de las variables oceanográficas medidas, mostraron una variabilidad muy baja, a excepción de la clorofila *a*, distancia a la línea de costa y la profundidad, las cuales mostraron una variabilidad muy alta. Las toninas se distribuyen en toda la zona de estudio. Con un promedio de tamaño de grupo de 6.17 individuos, predominando los grupos de 1-5 individuos. Las toninas presentaron una distribución agregada en la costa de Yucatán, relacionándose con las conductas altamente sociables de la especie como la alimentación, colaboración y protección.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Programa de Investigación y Conservación de Mamíferos marinos de Yucatán por financiar este proyecto. Al Dr. Raúl Díaz Gamboa por su ayuda y apoyo en la realización de esta investigación. A los estudiantes que apoyaron en las salidas de campo Elvin, Juan Manuel, Carolina, Raziél, Jonathan y Gabriel. Al Dr. Carlos González Salas, Dr. Gaspar Poot López y M. en C. Roberto Barrientos Medina por sus aportes en este escrito.

LITERATURA CITADA

- Álvarez-Alemán, A., Berovides-Álvarez, V. y Collazo-López, J. L. 2009. Abundancia y distribución de la tonina (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) en el área marina protegida “Las Picúas Cayo Cristo”, Villa Clara, Cuba. *Revista de Investigaciones Marinas*. 30 (2): 117-122.
- Baumgartner, M. F., K. D. Mullin, L. N. May, y T. D. Leming. 2001. Cetacean habitats in the northern Gulf of Mexico. *Fisher Bulletin*. 99(2): 219-239.
- Bearzi, G., A. Azzellino, E. Politi, M. Costa y M. Bastianini. 2008. Influence of seasonal forcing on habitat use by bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the Northern Adriatic Sea. *Ocean Science Journal*. 43(4): 175-182.
- Chávez-Andrade, M. 2006. Caracterización del hábitat de grandes cetáceos del golfo de California durante invierno. Tesis de maestría. Centro interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. Pp 65.
- Cubero-Pardo, P. 2007. Distribución y condiciones ambientales asociadas al comportamiento del delfín bufeo (*Tursiops truncatus*) y el delfín manchado (*Stenella attenuata*) (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo Dulce, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 55(2): 549-557.
- Cuevas, E. M. A. Liceaga-Correa, L. Arellano-Méndez, L. A. Rincón-Sandoval, G. Mexicano-Cíntora, J. I. Euán-Ávila, H. Hernández-Núñez y S. Mulsow. 2013.

- Análisis espacial y temporal de campos de dunas submarinas en la costa de Yucatán, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*. 48: 99-113.
- Davis, R., J. Ortega-Ortiza, C. Ribich, W. Evans, D. Biggs, P. Ressler, R. Cadyc, R. Lebed, K. Mulline y B. Würsig. 2001. Cetacean habitat in the northern oceanic Gulf of Mexico. *Deep-Sea Research*. 1-22.
- Delgado-Estrella, A. 1997. Relación de las toninas, *Tursiops truncatus*, y las toninas moteadas, *Stenella frontalis*, con la actividad camaronera en la sonda de Campeche, México. *Ser. Zool.* 68(2): 317-338.
- 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.
- Díaz-Gamboa, R. E. 2009. Relaciones tróficas de los cetáceos teutofagos con el calamar gigante *Dosidicus gigas* en el Golfo de California. Tesis de Doctorado. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. Instituto Politécnico Nacional. La Paz, B.C.S., México. Pp 103.
- DOF, del Gobierno del Estado de Yucatán. 2013. Decreto Número 117: Decreto que establece el área natural protegida denominada “Reserva estatal geohidrológica del anillo de cenotes.
- Flores-Guido, J. S., S. Manzanilla-Naim, D. Aldana-Aranda, D. Fuentes, G. De la Cruz, A. Mendoza-Millán, E. Batllori, J. Correa-Sandoval, E. Dunhe, L. J. Morales-Arjona,

- M. Villasuso-Pino y J. Andrews. 1995. Marco de referencia para el manejo de la zona costera del Estado de Yucatán. CECE. Yucatán, México. Pp 89.
- Forcada, J. 2009. Distribution. En Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. Ed. Encyclopedia of marine mammals. Ed. Canadá: ACADEMIC PRESS. Pp 316-320.
- Harwood, J. 2010. Approaches to management. En Boyd, I. L., Don Bowen, W. e Iverson, S. J. Ed. Marine mammals ecology and conservation: A Handbbook of techniques. USA: OXFORD. Pp 325-339.
- Jefferson, T. A., S. Leatherwood y M. A. Webber. 1993. FAO species identification guide. Marine mammals of the world. FAO. Rome, Italia. Pp 320.
- Krebs, C. J. 1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Inc. USA. Pp 207-222.
- López, N., López, R. y Blanco, M. 2013. Distribución, abundancia y composición estaría de *Tursiops truncatus* (Cetacea: Delphinidae) en la costa norte de la provincia de Matanzas, Cuba. Revista cubana de ciencias biológicas. 2(3): 39-47.
- Merino, I. 1992. Afloramiento en la plataforma de Yucatán. Estructura y Fertilización. Tesis de Doctorado. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología. Universidad Nacional Autónoma de México. 254 pp.
- Mexicano-Cíntora, G., Liceaga-Correa, M. y Salas, S. 2009. Uso de sistemas de información geográfica en pesquerías: La pesca en Yucatán, al Sur del Golfo de México. Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo. 25(1): 23-38.

- Morales, J.J. 2012. Selvas, mares y huracanes. Secretaria de Educación del Gobierno del Estado de Yucatán. Mérida, Yucatán. Pp 414.
- Morteo, E., Heckel, G., Defran, R. H. y Schramm, Y. 2004. Distribución, movimientos y tamaño de grupo del tursión (*Tursiops truncatus*) al sur de la Bahía San Quintín, Baja California, México. Ciencias Marinas. 30(1A):35-46.
- Navarro, J. y R. E. Díaz-Gamboa. 2015. Line transect sampling. En B. Manly; J. Navarro Ed. Introduction to ecological sampling. Boca Ratón, Florida: Taylor & Francis Group. Pp 47-61.
- NOAA CoastalWatch. 2014. High Resolution Satellite-Derived Ocean Color (Chlorophyll-a) Products. Disponible en: <http://www.aoml.noaa.gov/phod/dhos/color.php>
- Olivares-Rodríguez, E. A. 2015. Contenido estomacal e isotopos estables de carbono ($\delta^{13}\text{C}$) y nitrógeno ($\delta^{15}\text{N}$) del bufeo (*Tursiops truncatus*) en las costas de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Mérida, Yucatán, México. Pp 56.
- Pérez- Cao, H., López, N., Blanco, M., Lio, V. y González-Sansón, G. 2009. Abundancia y distribución del delfín (*Tursiops truncatus*, Montagu, 1821) en la costa norte de la provincia Matanzas, Cuba. Revista de Investigaciones Marinas. 30(1):55-61.
- Schmidly, D. J. y Würsig, B. 2009. Mammals (Vertebrata: Mammalia) of the Gulf of Mexico. En: Felder, D. L. y Camp, D. K. Ed. Gulf of Mexico: origen, waters, and biota. USA: Texas A&M University Press. Pp 1343-1352.
- Smith, R., P. Dustan, D. Au, K. Baker y E. Dunlap. 1986. Distribution of cetaceans and sea-surface chlorophyll concentrations in the California Current. Marine Biology. 91: 385-402.

- Tablademareas. 2014. Tabla de mareas y solunares, Puerto Progreso. Disponible en:
<http://www.tablademareas.com/mx/yucatan/puerto-progreso>.
- Toledo-Ocampo, A. 2005. Marco conceptual: caracterización ambiental del Golfo de México En: Botello A. V., Rendón-von Osten J., Gold-Bouchot G. y Agraz-Hernández A. Ed. Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, 2da Edición. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto Nacional de Ecología. Campeche, México. Pp 25-52
- Vázquez-Castán L., A. Serrano-Solís, M. López-Ortega, J. Galindo, M. Valdes-Arellano y C. Naval-Ávila. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de tonina (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa del estado de Veracruz México. Revista UDO Agrícola. 7(1): 285-292.
- Valdes-Arellano, 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: 227-235.
- Wells, R. S. y M. D. Scott. 2009. Common Bottlenose Dolphin *Tursiops truncatus*. En Perrin, W., Würsig, B. y Thewissen, J. Ed. Encyclopedia of marine mammals. Ed. Canadá: ACADEMIC PRESS. Pp 830-835.
- Würsig, B., T. A. Jefferson y D. J. Schmidly. 2000. The Marine Mammals of the Gulf of Mexico. Texas A&M University Press. USA. Pp 232.

Zavala J., Salmerón O., Aguilar V., Cerdeira S. y Kolb M. (2006). Caracterización y regionalización de los procesos oceanográficos de los mares mexicanos.

Disponible

en:

http://www.conabio.gob.mx/gap/index.php/Procesos_oceanogr%C3%A1ficos