



UNIVERSIDAD VERACRUZANA
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
Región Poza Rica-Tuxpan

Universidad Veracruzana

Maestría en Manejo de Ecosistemas Marinos y Costeros

“Asociaciones y comportamiento de la tonina (*Tursiops truncatus*) en la región Norte del Estado de Veracruz”

TESIS

Que para obtener el título de:
**MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y
COSTEROS**

P R E S E N T A:

Biol. Anahí Ojeda Sánchez

**Director:
Dr. Arturo Serrano Solís**

**Codirectora:
Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez**

Tuxpan, Veracruz

2020

Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz, a 18 de noviembre de 2019

El Presente Proyecto titulado “**Asociaciones y comportamiento de la tonina (*Tursiops truncatus*) en la región Norte del estado de Veracruz**” realizado por la C. Anahí Ojeda Sánchez, bajo la Dirección del Dr. Arturo Serrano Solís y la codirección de la Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez ha sido aprobado y aceptado para poder llevar a cabo la solicitud de dictamen de liberación del documento:



Dr. Arturo Serrano Solís

DIRECTOR



Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez

CO-DIRECTOR

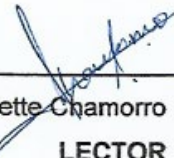
La presente Tesis titulada “Asociaciones y comportamiento de la tonina (*Tursiops truncatus*) en la región Norte del estado de Veracruz” realizado por la C. Anahí Ojeda Sánchez, ha sido aprobada y aceptada para tramitar la presentación del examen de grado de: **MAESTRA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS MARINOS Y COSTEROS.**

COMISIÓN LECTORA:



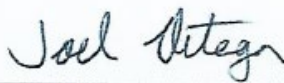
Dra. Celina Naval Ávila

LECTOR



Dra. Ivette Chamorro Florescano

LECTOR



Dr. Joel Ortega Ortiz

LECTOR

AGRADECIMIENTOS

Muchas son las personas que me ayudaron a culminar este trabajo, sin todos ustedes esto no habría sido posible, muchísimas gracias por su ayuda y consejos, por haberme regalado un poco o mucho de su tiempo. Porque sin querer nada a cambio ahí estuvieron.

A mis directores Dr. Arturo Serrano por su apoyo y consejos para la realización de este trabajo, por su confianza y su tiempo y porque al final formamos un buen equipo; a la Dra. Nataly Castelblanco porque sin saberlo fue un gran apoyo durante el inicio de estos dos años y por alentarme siempre a dar a conocer mi trabajo.

Al Dr. Jordán y al Dr. Pech por su valiosísima ayuda en el análisis de mis datos, porque sin ninguna obligación académica se tomaron el tiempo para apoyarme, siempre les estaré infinitamente agradecida.

Al Dr. Jorge Morales Mávil por su apoyo durante mi estancia en el Instituto de Neuroetología, por recibirme y enseñarme. Por introducirme a este increíble mundo del comportamiento, por sus revisiones y comentarios. Por su amistad. Gracias.

A Iris por ayudarme a entender a los delfines, por compartirme sus conocimientos y apoyarme siempre, tanto en campo como en gabinete, por aguantarme, por ser mi cómplice, por las locuras... ¡¡por todo, gracias!!

Ricardo por esas horas acompañándome en el mar para buscar conmigo “una aguja en un pajar” y entender y maravillarse con ellos, los delfines. Por esos increíbles videos, gracias.

A Xóchitl por ser y estar, por aguantar mis arranques, por ser mi paño de lágrimas, por el apoyo y el aliento a tener más confianza en mí, por decirme ñoña siempre, por ser la mejor roomie del mundo.

A Say por convertirte en una de las personas más importantes en este camino, por tus palabras, por entender y apoyarme cuando mi vida dio este giro de 180° y sentía que no podía. ¡Gracias!

A Nataly Morales por su ayuda en la culminación de este trabajo, por recibirme en Colombia y tomarse el tiempo de compartirme sus conocimientos sobre la etología de estos seres que tanto nos apasionan.

Valeria Peña por su apoyo en el inicio del trabajo de campo, por enseñarme y ayudarme con mis primeras fotos. A Heleni, Jessi, Recio por esos primeros días en campo. A Itzel por permitirme utilizar sus fotos del 2016 y por su apoyo y entusiasmo en mi trabajo.

A mi comité lector, la Dra. Ivette Chamorro, Dra. Celina Naval y al Dr. Joel Ortega por sus revisiones y acertadas sugerencias, sin ustedes definitivamente este trabajo no sería en lo que se convirtió. Por su confianza y por su entusiasmo en cada evento académico, por emocionarse tanto como yo con el tema y los análisis de este proyecto. Una especial mención a la Dra. Celina por su apoyo moral y por su preocupación cuando lo necesite. ¡Por ese abrazo! ¡GRACIAS!

A mis compañeros de la Maestría, Josefina, Rosa, Fernando, Katherine, Iris, Ricardo, Say y Edson que con sus altas y bajas todos anduvimos y nos acompañamos en el camino. Algunas amistades se quedan y otras no, pero al final cada uno forma ahora parte de la vida del otro.

A los estudiantes de servicio social del Laboratorio de Mamíferos Marinos; Luana, Fernanda y Jesús que colaboraron los primeros meses en las salidas de campo y con trabajo de gabinete.

DEDICATORIA

Irene. Sin tu apoyo no podría haber hecho esto y no podría estar en donde estoy ahora, gracias por dejarme ser, por dejarme seguir este sueño que en algún momento abandoné, gracias por aguantar las ausencias, las distancias... ¡gracias por seguir ahí! Por seguirme alentando a hacer lo que me gusta, por entender mi pasión y no soltarme. Por ser mi ancla.

A mi Vidalín por ser ahora parte de mí, porque gracias a ti descubrí que puedo ser más fuerte de lo creía y que con esfuerzo todo, todo se puede. Porque ahora eres mi razón de seguir, de vivir, de enseñarte, de que veas a través de tus ojos y te maravilles junto con los míos.

A los delfines y al mar...



“Tras el instante mágico en que mis ojos se abrieron al mar, no me fue más posible ver, pensar, vivir como antes”

Jacques-Yves Cousteau

A mi familia, a todos, por el apoyo incondicional y por emocionarse con mis logros. Este trabajo es suyo ¡Los amo!

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES



Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Poza Rica - Tuxpan. Universidad Veracruzana.



Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Becaria (2017-2019).



Laboratorio de Mamíferos Marinos (LMM) de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Región Poza Rica - Tuxpan. Universidad Veracruzana.



Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana.



Programa de Conservación de Tortugas y Mamíferos Marinos. Universidad Tadeo, Santa Marta, Colombia.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
Socialización y comportamiento.....	3
Asociaciones y comportamiento.....	6
Índices de asociación	7
Foto identificación	9
OBJETIVOS	10
Objetivo General	10
Objetivos particulares.....	10
ÁREA DE ESTUDIO	11
MATERIAL Y MÉTODOS	14
Colecta de datos	14
Tamaño de grupo y comportamiento	18
Intercambio de individuos entre zonas y su comportamiento.....	22
Asociación entre los individuos observados.....	22
RESULTADOS	24
Esfuerzo de muestreo	24
Foto- identificación	26
Tamaño de grupo.....	28

Comportamiento.....	32
Tamaño de grupo y comportamiento	42
Intercambio de individuos entre zonas y su comportamiento.....	44
Asociación entre los individuos observados.....	49
DISCUSIÓN	56
Muestreo	56
Curva de acumulación de individuos.....	56
Tamaño de grupo y comportamiento	57
Intercambio de individuos entre zonas y comportamiento	59
Asociación entre los individuos	60
CONCLUSIONES	62
APLICACIÓN PRÁCTICA	64
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS	77
Anexo A. Hoja de navegación	77
Anexo B. Catálogo de foto identificación.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio	12
Figura 2. Curva de acumulación de especies.....	17
Figura 3. Mapa del área de estudio con los transectos navegados.....	25
Figura 4. Ejemplo de individuos foto-identificados	26
Figura 5. Curva de acumulación de individuos.....	27
Figura 6. Curva de acumulación de individuos comparada con los estimadores Chao2 y Jack1	28
Figura 7. Promedio del tamaño de grupo.	30
Figura 8. Mapa del area de estudio con los puntos avistamiento de delfines.	31
Figura 9. Ejemplos de los comportamientos observados	32
Figura 10. Curva acumulativa de eventos conductuales.....	42
Figura 11. Promedio de tamaño de grupo con respecto al comportamiento observado	43
Figura 12. Gráfico en donde se muestra el resultado del análisis lineal generalizado (GLM).....	44
Figura 13. Porcentaje de individuos identificados y el intercambio que existe entre ambas zonas.....	45
Figura 14. Frecuencias de aparición de individuos	46
Figura 15. Frecuencia de aparición de comportamientos.....	47
Figura 16. Porcentaje de las frecuencias de aparición de los delfines en cada una de las zonas por temporada.....	48

Figura 17. Comportamientos observados por temporada en cada una de las zonas de estudio	49
Figura 18. Clúster de las asociaciones de 33 individuos.....	50
Figura 19. Sociograma realizado para 33 individuos foto identificados.....	51
Figura 20. Sociogramas para 33 individuos con índices de asociación desde 0.50 a 0.99	53
Figura 21. Ejemplos de las asociaciones entre delfines.....	54
Figura 22. Sociograma con índices de asociación de medios a altos representando a las hembras con crías (Hc)	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Índices de asociación	8
Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo.....	24
Cuadro 3. Tamaños de grupo registrados.....	29
Cuadro 4. Etograma.....	33
Cuadro 5. Cantidad de individuos y recapturas.....	50

Asociaciones y comportamiento de la tonina (*Tursiops truncatus*) en la región Norte del Estado de Veracruz

RESUMEN

En el norte de Veracruz se han realizado diversos estudios sobre el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Sin embargo, los estudios sobre comportamiento y asociaciones sobre esta especie son escasos. Se sabe que los delfines pueden modular su comportamiento según las circunstancias ambientales locales y la disponibilidad de alimento. El objetivo de este trabajo fue estudiar las asociaciones y eventos conductuales de los delfines en el norte del estado de Veracruz, estableciendo: la relación entre el tamaño de grupo y el comportamiento, si existe o no intercambio de individuos entre zonas (Tuxpan y Tamiahua) y el índice de asociación entre delfines. Entre 2016 y 2019 se foto identificaron un total de 112 delfines en 41 grupos con un promedio de ocho delfines (DE=7.63) por grupo. Mediante la curva de acumulación de individuos se determinó que se trata de una población abierta y en base a los estimadores Chao2 y Jackknife1 se tiene la certeza de que se muestreó al 70% de la población. Utilizando el método de observación focal se registraron cuatro comportamientos (alimentación, socialización, desplazamiento y evasión), 11 conductas y 29 eventos conductuales, estos eventos se presentaron de manera constante ($R^2= 0.92$). Con un menor número de delfines cuando se alimentan 11.31 (DE= 9.64) y más individuos cuando socializan 16 (DE=8.32) y evaden 16.5 (DE=10.18). Se observó que existe un 32.14% de intercambio de individuos entre zonas, presumiblemente obedeciendo a conductas de alimentación. Se determinaron índices de asociación entre individuos de 0.2 a 0.9 demostrando que la población de delfines es altamente dinámica. La zona de estudio representa una importante área para la crianza, reproducción y alimentación para los delfines, por lo tanto, es importante generar conocimiento que ayude a la conservación de los delfines y su hábitat.

Palabras clave: Asociaciones, comportamiento, foto identificación, *Tursiops truncatus*, etograma.

INTRODUCCIÓN

Las sociedades en animales están determinadas por factores ambientales y rasgos de comportamiento característico de la especie estudiada (Louis *et al.*, 2018). Se entiende por sociedad a un grupo de individuos pertenecientes a la misma especie y organizados en forma cooperativa (Wilson 1975). El comportamiento es un rasgo fenotípico que, como cualquier otro carácter morfológico o fisiológico, puede estar sujeto a selección porque presenta variación individual, es heredable y las variantes de éste conceden éxito reproductivo y supervivencia (López, 2014).

Las sociedades de los delfines *Tursiops truncatus* han sido descritas como una sociedad fisión-fusión bastante homogénea y flexible con algunas asociaciones de larga duración, con patrones temporales típicos de este tipo de asociaciones (Louis *et al.*, 2015; Vermeluen, 2018). En el Golfo de México, particularmente en las costas del Norte de Veracruz destaca la presencia de la tonina *Tursiops truncatus* (Vázquez, 2010). Esta tonina es un depredador superior debido a su posición en la cadena trófica, por ello el estudio de las poblaciones de esta especie puede reflejar el estado de salud de los eslabones inferiores y ser un indicador indirecto de la productividad de un ecosistema (Kelly, 1983). De esta forma, continuar con los estudios de esta especie es estratégico no solo para su conservación sino para la del ecosistema en general.

En las costas del Norte de Veracruz se han realizado diversos estudios sobre *Tursiops truncatus*, particularmente sobre su abundancia y distribución (Vázquez-Castán, 2010; Valdés-Arellanes *et al.*, 2011), caracterización del hábitat, distribución, ámbito hogareño, composición grupal (Vázquez-Castán, 2007; Martínez-Serrano, 2011) y patrones de comportamiento (Retureta-Delgado, 2012). Existen registros de foto-identificación en la laguna de Tamiahua desde 1992 (Heckel, 1992; Schramm, 1993) y a lo largo del tiempo se han fotografiado e identificado individuos de la especie en toda la zona costera de Tuxpan, Tamiahua y Nautla, teniendo registros en el Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Universidad Veracruzana del 2005 al 2017.

Los estudios sobre comportamiento y asociaciones de delfines *Tursiops truncatus* son escasos en la zona Norte del Estado de Veracruz (Serrano *et al.*, 2017). En este trabajo se estudiaron las asociaciones entre los delfines, es decir, se determinaron las diferencias individuales en el comportamiento social, pero también se resume de manera eficiente las acciones de los individuos y sus relaciones entre sí (Whitehead, 2008), ya que las asociaciones entre los individuos son un determinante clave de la biología de la población y es importante en la gestión y la conservación de una especie (Whitehead, 2008; Pasadore *et al.*, 2017). Los estudios de asociaciones entre delfines se abordan desde la etología o ecología del comportamiento (Hinde, 1982; Whitehead, 2008), por lo que se estudiaron los despliegues de eventos conductuales para analizar como los delfines utilizan la zona de estudio y por lo tanto cómo influyen en la supervivencia de la especie.

ANTECEDENTES

Socialización y comportamiento

Las toninas son altamente sociales, generalmente los delfines costeros se encuentran en grupos con un promedio de 8 a 9 y de hasta 26 individuos en las zonas costeras mientras que en la región oceánica forman grupos de hasta cientos de individuos (Folkens *et al.*, 2002; Martínez-Serrano *et al.*, 2011; Louis *et al.*, 2014; Louis *et al.*, 2015). Estos delfines tienen una sociedad descrita como fisión-fusión, es decir, la composición y estabilidad del grupo varía a lo largo del día (Vázquez-Castán *et al.*, 2009; Randić *et al.*, 2012). Esta naturaleza de fisión fusión facilita la variabilidad espacial y temporal y establece la complejidad de las relaciones en las sociedades de los delfines (Würsig, 2019). Por lo general los machos son los que entran y salen de los grupos (aunque en algunas sociedades estos pueden formar alianzas por tiempos prolongados de hasta más de 20 años), mientras que las hembras pueden mantenerse en el grupo en forma más permanente (Martínez-Serrano *et al.*, 2011).

La alimentación, la estructura del hábitat y los patrones de actividad influyen en el tamaño del grupo, el cual tiende a incrementarse con la profundidad del agua (Shane, 1986). Los delfines costeros tienen estructuras dinámicas que varían con el sexo, edad y factores ambientales que influyen en su comportamiento (García Vital, 2015).

En el Golfo de México, en las costas de Alvarado, Veracruz se han registrado diversos estudios sobre la especie (García Vital, 2012; Del Castillo, 2010; Medellín 2012; Morteo *et al.*, 2012; García Vital *et al.*, 2015), entre ellos destaca el realizado por García Vital (2015) sobre las asociaciones de delfines y las actividades que realizan. De 2002 a 2009 se analizaron comportamientos como: alimentación, socialización, descanso, desplazamiento y evasión, encontrando índices de asociación bajos con pocos individuos involucrados. La autora concluyó que los delfines parecen tener ventajas al organizarse en asociaciones fluidas y con pocos individuos, infiere que esto puede explicarse en situaciones en que los delfines están expuestos a riesgos (por ejemplo, la agresión por parte de pescadores), ya que la formación de grupos pequeños permite fácilmente la evasión de embarcaciones pesqueras. Por otra parte, la formación de grupos pequeños estaría asociada a la alimentación ya que aprovechan estrategias de alimentación individualizadas.

A pesar de la fluidez de las sociedades García Vital en 2015, encontró individuos clave en los grupos dentro de la red social, es decir, que funcionan como “ligas” entre grupos ya que interactúan con individuos de diferentes grupos y con esto mantienen asociaciones más abiertas y temporales con otros individuos.

En las costas del Norte del Estado de Veracruz también se han realizado diversos estudios sobre *Tursiops truncatus*, sin embargo, los estudios sobre comportamiento

y asociaciones son escasos (Serrano *et al.*, 2017). En Tuxpan y Tamiahua se determinó que los patrones de comportamiento de *Tursiops truncatus* presentan diferencias significativas por temporada (lluvias, norte y secas), principalmente en la temporada de nortes en la que se observó mayor frecuencia en las actividades de los delfines, debido a que los delfines se acercan a la desembocadura de cuerpos de agua para alimentarse y probablemente como refugio (Retureta-Delgado, 2012). La diferencia en cuanto a la zona estuvo relacionada con la distancia a la costa ya que en la zona de Tamiahua fue de 5.43 km y en la zona de Tuxpan de 3.2 km, esta última si presentó diferencia significativa con respecto a los comportamientos observados (socialización, alimentación, descanso, desplazamiento). Esto indica que los delfines determinan en donde realizan sus actividades y que estas actividades están influenciadas por la presencia de sus presas (Retureta-Delgado, 2012).

Para las costas de Tecolutla se reportaron las frecuencias de comportamiento y actividades como: alimentación, socialización, desplazamiento, descanso y evasión utilizando los métodos de barrido y *ad libitum*, encontrando que el comportamiento con mayor frecuencia fue el de alimentación y el de menor frecuencia fue el de descanso (Escamilla, 2015).

En 2017 se reportaron un total de siete grupos y sus patrones de asociación, observando que los grupos se fusionan, organizados por un organismo central o clave entre ellos, en las zonas de Tuxpan, Tamiahua y Nautla, mediante muestreos

con transectos lineales y foto identificación (Serrano *et al.*, 2017). Sin embargo, este estudio se realizó en el periodo de 2005 a 2008, por lo tanto, es necesario actualizar dichos datos para saber si estos sitios siguen teniendo la misma cantidad de grupos y/o si sus patrones de asociación se han visto afectados por la constante industrialización en las zonas antes mencionadas.

Asociaciones y comportamiento

Los niveles de asociación entre individuos se basan en las interacciones conductuales, principalmente entre díadas o pares de individuos y las relaciones entre todos los pares de individuos de una población (Whitehead, 2008). Los estudios de niveles de asociación se basan en la etología o en la ecología del comportamiento, la ecología del comportamiento es una subdisciplina de la biología evolutiva Darwiniana que estudia como un patrón de comportamiento puede influir en la supervivencia y el éxito reproductivo de una especie (Davies *et al.*, 2012; Soler, 2009).

La etología está fuertemente vinculada con la psicología y su interacción con el medio natural (Hinde, 1982; Lagger, 2013) y requieren datos específicos como el tamaño de grupo bien definido para tener un enfoque etológico con precisión para describir las asociaciones y este debe preceder al análisis del comportamiento ecológico (Connor *et al.*, 2000; Whitehead, 2008). El comportamiento puede conformar patrones diarios, estacionales y anuales y proveer información sobre la

interacción entre los individuos y con su ambiente, estos patrones indican la proporción del tiempo que el individuo pasa realizando diversas actividades (Bonnes, 1984; Beddia, 2007).

Índices de asociación

La frecuencia con la que dos individuos se asocian es fundamental para todos los aspectos de sus interacciones sociales. Para cualquier especie cuando los miembros del grupo cambian en intervalos frecuentes, el nivel de asociación entre los individuos puede variar ampliamente. Un individuo puede cambiar de grupos al azar sin mostrar preferencia por compañeros particulares, o, al contrario, pares o pequeños grupos pueden tener enlaces tan estables que forman subgrupos indivisibles. Ambos extremos pueden describirse a través de una relación probabilística, en donde un par que tiende a asociarse pueden estar en algún momento juntos o en grupos separados (Cairns y Schwager, 1987).

Los índices de asociación son usados para medir la frecuencia de las asociaciones entre individuos, principalmente en sociedades de fisión–fusión que son mayormente estudiadas (Cairns y Schwager, 1987; Whitehead, 2008). Existen distintos tipos de índices de asociación que se pueden utilizar. Dependiendo del método con que se colectan los datos, uno o más de estos índices pueden ser apropiados. Casi todos los índices de asociación evalúan la proporción del tiempo en que dos individuos pasan asociándose y oscilan entre cero y uno (Cairns y

Schwager, 1987; Whitehead, 2008). Al elegir el índice correcto para medir las asociaciones hay suposiciones que considerar: tipo de esfuerzo de muestreo, si se medirá la proporción del tiempo que los individuos pasan juntos, si se quiere corregir sesgos, si los individuos son fáciles de identificar cuando están asociados y cuando no lo están (Whitehead, 2008) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Índices de asociación (Tomado de Whitehead, 2008).

Índice	Fórmula	Comentarios
Conjunto de ocurrencias	x	Esfuerzo no controlado; no estima la proporción de tiempo juntos
Radio simple	$\frac{x}{x + y_{AB} + y_A + y_B}$	Imparcial si se mantienen las suposiciones (Ginsberg y Young 1992)
Peso equilibrado	$\frac{x}{x + y_{AB} + \frac{1}{2}(y_A + y_B)}$	Más comúnmente usado; menos sesgo cuando los individuos tienen más probabilidades de ser identificados cuando no están asociados o no todos los asociados son identificados; función monótonica del doble peso.
Doble peso	$\frac{x}{x + 2y_{AB} + y_A + y_B}$	Menos sesgo cuando los individuos tienen más probabilidades de ser identificados cuando están asociados; función monótonica de peso equilibrado
Raíz cuadrada	$\frac{x}{\sqrt{(x + y_{AB} + y_A)(x + y_{AB} + y_B)}}$	Basado en un modelo de probabilidad defectuoso (Cairns y Schwager 1987)
Afinidad social	$\frac{x}{\min \{(x + y_{AB} + y_A)(x + y_{AB} + y_B)\}}$	Puede ser útil cuando los individuos difieren considerablemente en su identificabilidad
Ambos identificados	$\frac{x}{x + y_{AB}}$	Controles para concurrencia

x=número de veces en donde A y B son observados juntos; **y_A**= número de veces que A fue observado; **y_B**= número de veces en que B fue observado; **y_{AB}**=número de veces en los que A y B son observados, pero no están juntos.

Foto identificación

La foto identificación es la técnica tradicionalmente usada en el estudio de cetáceos por ser un método no invasivo (Defran *et al.*, 1990; Verme y Lannacone, 2011). Esta técnica se emplea con el fin de estimar el tamaño de la población, tamaño grupal, grado de residencia, asociaciones entre delfines, dinámica poblacional, natalidad y mortalidad, crecimiento, entre otras (Lodi *et al.*, 2008; Gonzáles, 2016).

La técnica de foto identificación se basa en identificar marcas presentes en los delfines con el fin de reconocer a los individuos a lo largo del tiempo (Würsig y Würsig, 1979; Heckel, 1992; Schramm, 1993). En los delfines las marcas principalmente se encuentran en la aleta dorsal (Verme y Lannacone, 2011), aunque también pueden servir marcas en otras partes del cuerpo como, cabeza, tronco y en la aleta caudal. Dichas marcas pueden ser causadas por sus congéneres, por otras especies, por artes de pesca, parásitos, enfermedades, entre otros (Gonzáles, 2016). Dentro de la zona de estudio, los primeros registros de foto identificación fueron realizados en Tamiahua por Heckel (1992) y Schramm (1993).

OBJETIVOS

Objetivo General

Describir los patrones de asociación y los despliegues de eventos conductuales de los grupos de toninas (*Tursiops truncatus*) en las costas de Tuxpan y Tamiahua, al Norte del Estado de Veracruz.

Objetivos particulares

- Determinar la relación existente entre tamaño de grupo y el tipo de comportamiento
- Establecer si existe intercambio entre individuos de una zona a otra y si el intercambio está relacionado con el tipo de comportamiento
- Estimar el índice de asociación entre los individuos observados en las dos zonas de muestreo

ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el Golfo de México, en las costas del Norte del Estado de Veracruz, abarca desde el sur de la laguna de Tamiahua hasta el río Cazones (Figura 1), dentro de esta zona se encuentra el Área Natural Protegida (ANP) Lobos-Tuxpan (Vázquez-Castán, 2010) y se caracteriza por tener aguas poco profundas debido a su plataforma continental extendida (Toledo-Ocampo, 2005). A continuación, se describen las zonas que abarcará este estudio:

a) Tamiahua: Se encuentra ubicado en la zona norte del Estado de Veracruz, en las coordenadas $21^{\circ} 17'$ latitud norte y $97^{\circ} 27'$ longitud oeste. Limita al sur con la zona costera de Tuxpan. Se caracteriza por la presencia de arrecifes coralinos y la desembocadura de la laguna de Tamiahua. **b) Tuxpan:** Se encuentra ubicado en la zona norte del estado de Veracruz, en las coordenadas $20^{\circ} 57' 30''$ Norte, $97^{\circ} 23' 00''$ Oeste, limita al norte con la zona litoral de Tamiahua. Incluye la zona de desembocaduras de los ríos Tuxpan y Cazones (Vázquez-Castán, 2007; Valdés - Arellanes *et al.*, 2011; Retureta-Delgado, 2012).

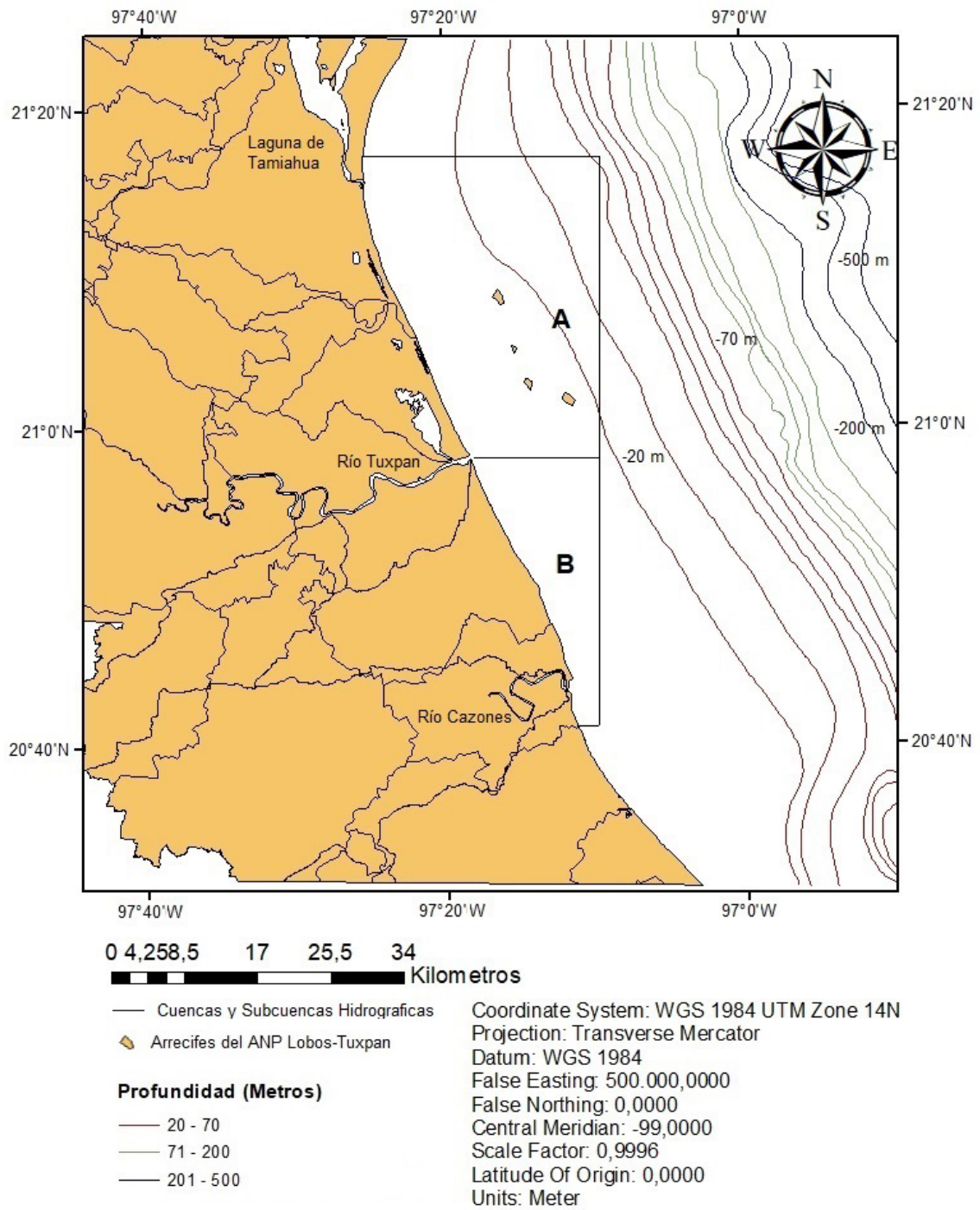


Figura 1. Área de estudio, dividida en dos zonas: a) Tamiahua, b) Tuxpan

El Golfo de México es una cuenca semicerrada, parcialmente conectada con el océano Atlántico a través del estrecho de Florida y con el mar Caribe a través del canal de Yucatán. En la zona costera existe una gran diversidad de hábitats costeros que son sistemas interconectados, como bahías, deltas, lagunas costeras y estuarios, humedales, pastos marinos, y arrecifes de coral (Caso *et al.*, 2004; Monreal-Gómez *et al.*, 2004). El Golfo presenta una batimetría variable, alcanzando los 3,600 m de profundidad en el centro. La profundidad es la variable de mayor influencia en la distribución de los cetáceos, la mayoría de las especies habita a una profundidad mayor de 200 m, excepto tres especies, entre ellas la tonina, que habita normalmente sobre la plataforma continental y es el único cetáceo que habita en lagunas costeras, desembocadura de ríos, zona litoral, nerítica y oceánica del Golfo de México (Monreal-Gómez *et al.*, 2004; Ortega-Ortiz *et al.*, 2004).

La zona presenta una temporada de secas de marzo a junio, temporada de lluvias de julio a octubre y temporada de nortes de noviembre a febrero (Toledo-Ocampo 2005). Durante el invierno el Golfo es influenciado por las masas de aire frío y seco del continente que al encontrarse con las masas de aire del Golfo provocan frentes fríos de octubre a abril principalmente, la presencia de estos frentes fríos provoca vientos de norte a sur (Nortes). Los frentes fríos provocan vientos intensos y temperaturas bajas que al encontrarse con las masas de aire cálido y húmedo provocan lluvias invernales. En verano en el Golfo se presentan tormentas tropicales que pueden convertirse en huracanes. Siendo el mes de septiembre en el que hay

mayor presencia de estos fenómenos naturales (Tapánes y González-Coya 1980; Monreal-Gómez *et al.*, 2004).

MATERIAL Y MÉTODOS

Colecta de datos

Se realizaron navegaciones con un esfuerzo de muestreo promedio de 5 h/día, con el fin de coleccionar suficientes datos tanto fotográficos como de comportamiento de los grupos de delfines. Las navegaciones se realizaron en un periodo comprendido de agosto 2017 a marzo 2019, con un total de 21 salidas al mar. Estas salidas se realizaron con ayuda de dos observadores capacitados y un ayudante más para la toma de fotografías.

Las salidas programadas para la colecta de datos dependieron de las condiciones meteorológicas. Se realizaron en los meses de febrero a diciembre, en días en los que las condiciones eran adecuadas para navegar. Se realizaron recorridos aleatorios no sistemáticos, cubriendo el máximo de área comprendida entre Tuxpan y Tamiahua y de Tuxpan a Cazones. En cada navegación se trató de abarcar un aproximado de 5 km de la costa hacia mar adentro (longitud), esto, debido a los reportes de presencia de delfines más comúnmente en las desembocaduras de los ríos Cazones y Tuxpan y en la laguna de Tamiahua (Henckel, 1992; Shramm, 1993; Vásquez-Castán, 2007) así como los mayores avistamientos con respecto a la

distancia de la costa (2.3 y 2.5 km) (Martínez-Serrando *et al.*, 2011; Peña-Mendoza, 2014). Una vez encontrado un grupo de delfines la embarcación se mantuvo a una distancia > 50 metros y a una velocidad reducida de acuerdo con lo establecido en la autorización de aprovechamiento no extractivo vía observación de ballenas SEMARNAT 08-015-A y para no interferir con su comportamiento (Vásquez-Castán, 2007; Martínez-Serrano, 2011). Se registraron los siguientes datos en hojas de navegación (Anexo A), fecha, localización geográfica obtenida de un GPS marca Garmin Etrex modelo 76CSx, así como, hora, tamaño de grupo y tipo de comportamiento.

Para determinar el comportamiento se utilizó el método focal (Altman, 1974), en el cual el observador registró actividades previamente definidas como: alimentación, socialización, descanso, desplazamientos y evasión, en un tiempo determinado de 40 a 60 minutos con cada grupo de delfines, este tiempo dependió de los cambios en la composición del grupo durante el tiempo de observación (Daura-Jorge, 2012) y de que se tuvieran a todos los individuos fotografiados, por lo tanto, en ocasiones se requirió mayor tiempo de observación, pero procurando no interferir con los comportamientos de los delfines.

Las fotografías de los individuos de cada grupo se tomaron con una cámara digital Canon EOS 70D con lente zoom de 100-400 mm para poder fotografiar perpendicularmente ambos lados de la aleta dorsal. Posteriormente en gabinete se realizó la revisión de las fotografías de cada avistamiento para identificar las de

mayor calidad y guardar todas las fotografías con su respectiva fecha, zona de avistamiento y un número consecutivo de 2 a 3 dígitos y el código de la zona (ej. TX01).

Aunado a estos esfuerzos de muestreo y para incrementar el tamaño de muestra, se realizó el análisis de datos obtenidos por Alvizar-Cruz en el año 2016 en el Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, campus Tuxpan de la Universidad Veracruzana. Los individuos foto identificados se incluyeron en el total de individuos para este trabajo y para el análisis de asociaciones. Estos datos no se utilizaron para los análisis de comportamiento ya que en ese año no se colectaron datos de conductuales durante las navegaciones.

La suficiencia de datos o eficiencia de muestreo se determinó mediante una curva de acumulación especies, adaptándola para generar una curva de acumulación individuos foto identificados (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003; Colwell *et al.*, 2004) utilizando el programa EstimateS 9.1 (Colwell, 2013). Esta curva de acumulación de especies es utilizada en estudios faunísticos, en donde se contabilizan nuevos individuos en función de una medida estandarizada de esfuerzo de muestreo (Figura 2) (Escalante-Espinosa, 2003).

En el caso de foto-identificación, el eje de las Ordenadas (X) indica el número de sesiones de foto-identificación y el eje de las abscisas (Y) el número acumulado de individuos foto identificados. Por lo tanto, mientras mayor sea el esfuerzo de muestreo la riqueza de individuos aumentará hasta que la pendiente de la curva llegue a la asíntota y entonces la probabilidad estadística de registrar nuevos individuos será cercana a cero, por lo tanto, el valor de las abscisas será igual al tamaño de la población (Valdés-Arellanes *et al.*, 2011; Ruiz-Hernández, 2014).

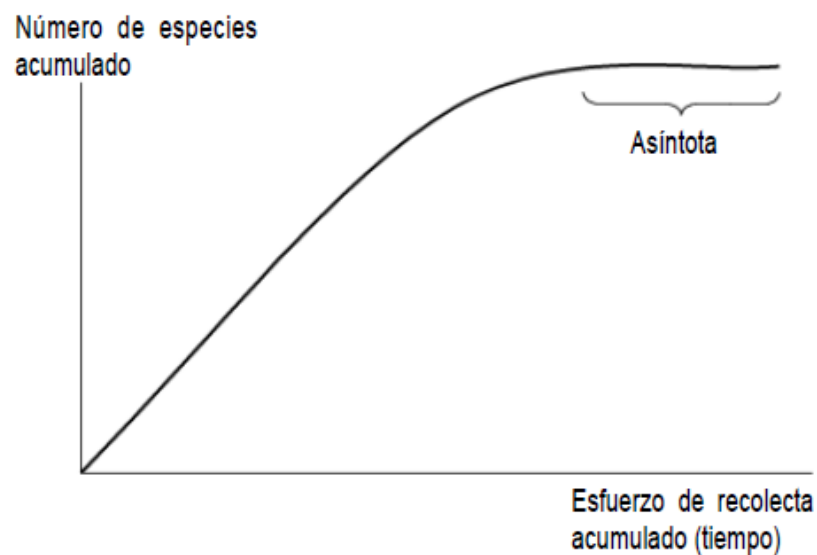


Figura 2. Curva de acumulación de especies. En donde el numero acumulado de especies aumenta conforme aumenta el esfuerzo de muestreo y al llegar a la asíntota la probabilidad de encontrar individuos nuevos es cercana a cero.

Aunado a esto, se utilizaron dos estimadores (Chao2 y Jack1) para calcular y graficar el número de individuos observados y los estimados. El estimador Chao2

(Chao, 1984) está basado en la incidencia, es decir, en datos de presencia ausencia, en este caso, de un individuo (Colwell y Coddington, 1994; Escalante espinosa, 2003). El estimador Jackknife¹ (Quenouille, 1949) está basado en remuestreos y puede usarse como límite inferior de riqueza real de individuos en un sitio de estudio (Gonzales-Oreja *et al.*, 2010).

Tamaño de grupo y comportamiento

Existen muchas definiciones de grupo, sin embargo, para estudiar las asociaciones entre individuos es importante tener en claro la definición que se tomará en cuenta ya que de esto dependerán la confiabilidad de los resultados obtenidos (Whitehead, 2008), para este estudio se adoptó la definición de grupo según Shane (1990), como “un conjunto de individuos que se desplazan en una misma dirección, que permanecen juntos durante el tiempo de observación y que realicen la misma actividad”. El tamaño de grupo se determinó mediante el conteo visual durante las navegaciones y comparando posteriormente con las fotografías obtenidas.

Se observaron y registraron los siguientes comportamientos:

Alimentación: Delfines solos o en grupos realizando desde la búsqueda hasta la captura de la presa cerca de la superficie, realizan inmersiones caracterizadas por el levantamiento vertical del pedúnculo y salidas a la superficie de manera abrupta

y nadan a gran velocidad en círculos, sin tener contacto con otros delfines, en ocasiones se presentan golpes en la superficie con la aleta caudal y saltos (Chilvers y Corkeron, 2001, Bearzi, 2005; May-Collado *et al.*, 2005)

Evasión: Cambio brusco en la actividad que realizan ante la presencia de embarcaciones, división de la manada en grupos más pequeños, cambios frecuentes en la dirección y velocidad del nado o se sumergen abruptamente y permanecen poco tiempo en la superficie y se alejan constantemente de la embarcación. En ocasiones se observan golpes en la superficie con la aleta caudal y momentos después desaparecen (Mesnick *et al.*, 2002; Del Castillo, 2010).

Socialización: Cuando los delfines del grupo presentan interacciones entre sí y con embarcaciones. Las interacciones entre individuos se consideran cuando mantienen contacto constante como:

- Roces en las aletas y el cuerpo entero
- Nado con el vientre hacia arriba
- Persecución de individuos y comportamientos con carácter sexual.
- Comportamiento Sexual-Social: Contacto constante físico y en la superficie, pueden presentar coloración rosada en el vientre y pene expuesto.
- Agresión Sexual: persecución y golpeteos constantes, comúnmente involucra exhibición de penes.

- Juegos: juegos con algas y otros objetos con mucho contacto físico
- Cuidados y protección maternos
- Nado en la proa o estribor, así como la inspección del bote.

Se consideran también las interacciones sociales tanto entre miembros del mismo grupo como de otros grupos que se acercan y estos organismos deben ser igualmente considerados (Chilvers y Corkeron, 2001; May-Collado *et al.*, 2005; Steiner, 2011).

Descanso: Se caracteriza por que los delfines permanecen inmóviles o se desplazaban muy lentamente en direcciones no definidas dentro de un área. Se ha encontrado que esta actividad es realizada cerca de la costa en las primeras horas de la mañana (Würsig y Würsig, 1979; Shane, 1990; May-Collado *et al.*, 2005).

Desplazamiento: Movimiento continuo del grupo de delfines en una misma dirección y velocidad determinada (promedio 2.5 km/h). En ocasiones el desplazamiento se presenta en asociación con otros comportamientos, como saltos, alimentación y/o socialización. Los delfines salen a respirar juntos en intervalos regulares de 2 a 3 respiraciones cortas y después realizan una inmersión larga (Neumann, 2001; May-Collado *et al.*, 2005; Steiner, 2011).

Posterior a la observación de estos comportamientos se realizó un etograma para describir cada uno de los comportamientos observados, así mismo, se realizó una curva de aparición de eventos conductuales nuevos, valorando la tendencia de la riqueza de los eventos mediante regresión lineal (Fisher *et al.*, 1943; Morales-Rincón, 2016) y se complementó con el índice de cobertura (θ) para calcular la probabilidad de encontrar nuevos eventos conductuales, en el cual, si el valor obtenido se acerca a uno, esta probabilidad será baja (Salamanca, 2008; Zerda, 2010):

$$\theta = 1 - \frac{N1}{I}$$

En donde:

N1 = Numero de eventos comportamentales vistos solo una vez

I= Número total de eventos comportamentales registrados

También se analizó si existe o no relación entre los tamaños de grupo observados y los comportamientos, esto, mediante un análisis lineal generalizado (GLM) en el programa estadístico R-package versión 3.4.4.

Intercambio de individuos entre zonas y su comportamiento

El intercambio de individuos se determinó mediante la observación y el análisis individual de los delfines dentro de los grupos en cada una de las zonas de estudio, y se registró el comportamiento de cada uno, para determinar si este intercambio se debe al tipo de comportamiento observado. Además, se analizó la frecuencia con que se encontraron cada uno de los delfines y la frecuencia con la que se presentan los comportamientos para cada uno de ellos y como esto determina la presencia de delfines en una zona.

Asociación entre los individuos observados

El nivel de asociación se determinó mediante el índice más comúnmente usado el cual es, el índice de peso equilibrado ya que existe una probabilidad de sesgo, (Verme y Iannacone, 2012; García *et al.*, 2015; Louis *et al.*, 2015; Serrano *et al.*, 2017), es decir la probabilidad de identificar o no a los individuos cuando están juntos o separados y para poder hacer comparaciones dentro de la población (Cairns y Schwager, 1987). Este cálculo se realizó mediante el programa SocProg 2.7 (Whitehead, 2016) y las redes sociales formadas por los delfines identificados se graficaron a través de sociogramas (García *et al.*, 2015).

$$HWI = \frac{x}{x + Yab + 0.5 (Ya + Yb)}$$

En donde:

X = Número de veces en el que ambos individuos (a y b) fueron avistados juntos en el mismo grupo.

Y_{ab} = Número de veces en el que ambos individuos (a y b) fueron avistados por separado.

Y_a = Número de veces en el que el individuo a fue avistado

Y_b = Número de veces en el que el individuo b fue avistado

Los valores de asociación van de 0 a 1, cero para un par de individuos que no se han observado juntos y uno para individuos que si se han observado juntos todo el tiempo (Cairns y Schwager, 1987; Whitehead, 2017). Para términos de este trabajo se agruparon los índices de 0.1 a 0.3 como bajos, 0.4 a 0.6 medios y 0.7 a 1 como altos.

RESULTADOS

Esfuerzo de muestreo

Se realizaron un total de 21 navegaciones de agosto 2017 a marzo 2019, con un esfuerzo de muestreo de 106:47 horas y 1007.3 kilómetros recorridos, avistándose delfines en 13 de ellas (Cuadro 2). Del total del esfuerzo realizado, 38:25 horas con 420.3 kilómetros recorridos fueron en la zona de Tuxpan y 68:22 horas con 587 kilómetros en la zona de Tamiahua. En la Figura 3 se observan las rutas de navegación realizadas durante el periodo agosto 2017 a marzo 2019.

Cuadro 2. Esfuerzo de muestreo en horas y kilómetros recorridos en las dos zonas; Tuxpan y Tamiahua. Periodo 2017-2019.

NAVEGACIÓN	FECHA	ZONA	HORAS NAVEGADAS	KILÓMETROS RECORRIDOS	NUMERO DE AVISTAMIENTOS
1	24-08-17	Tuxpan	4:58:00	18.3	2
2	31-08-17	Tamiahua	5:25:00	21.2	2
3	15-11-17	Tamiahua	4:30:00	43.9	1
4	20-02-18	Tuxpan	4:00:00	36.8	0
5	12-04-18	Tamiahua	4:20:00	27.8	3
6	16-05-18	Tamiahua	6:07:00	51.8	0
7	20-06-18	Tuxpan	6:28:00	49.2	2
8	21-06-18	Tamiahua	8:56:00	50.1	0
9	23-08-18	Tuxpan	6:41:00	85.4	0
10	29-08-18	Tamiahua	4:26:00	30	1
11	29-09-18	Tamiahua	3:04:00	33.7	1
12	02-10-18	Tamiahua	5:15:00	33	3
13	05-10-18	Tuxpan	5:10:00	75.4	2
14	06-10-18	Tamiahua	4:03:00	52.5	0
15	12-12-18	Tamiahua	4:40:00	34.3	0
16	13-dic-18	Tuxpan	5:14:00	75.1	0
17	17-dic-18	Tamiahua	5:19:00	50.7	1
18	18-dic-18	Tamiahua	3:44:00	35.2	2
19	19-dic-18	Tuxpan	3:03:00	39.3	1
20	14-feb-19	Tamiahua	6:16:00	91.1	1
21	25-mar-19	Tuxpan	2:51:00	40.8	0
21	25-mar-19	Tamiahua	2:17:00	31.7	0
TOTAL			106:47:00	1007.3	22

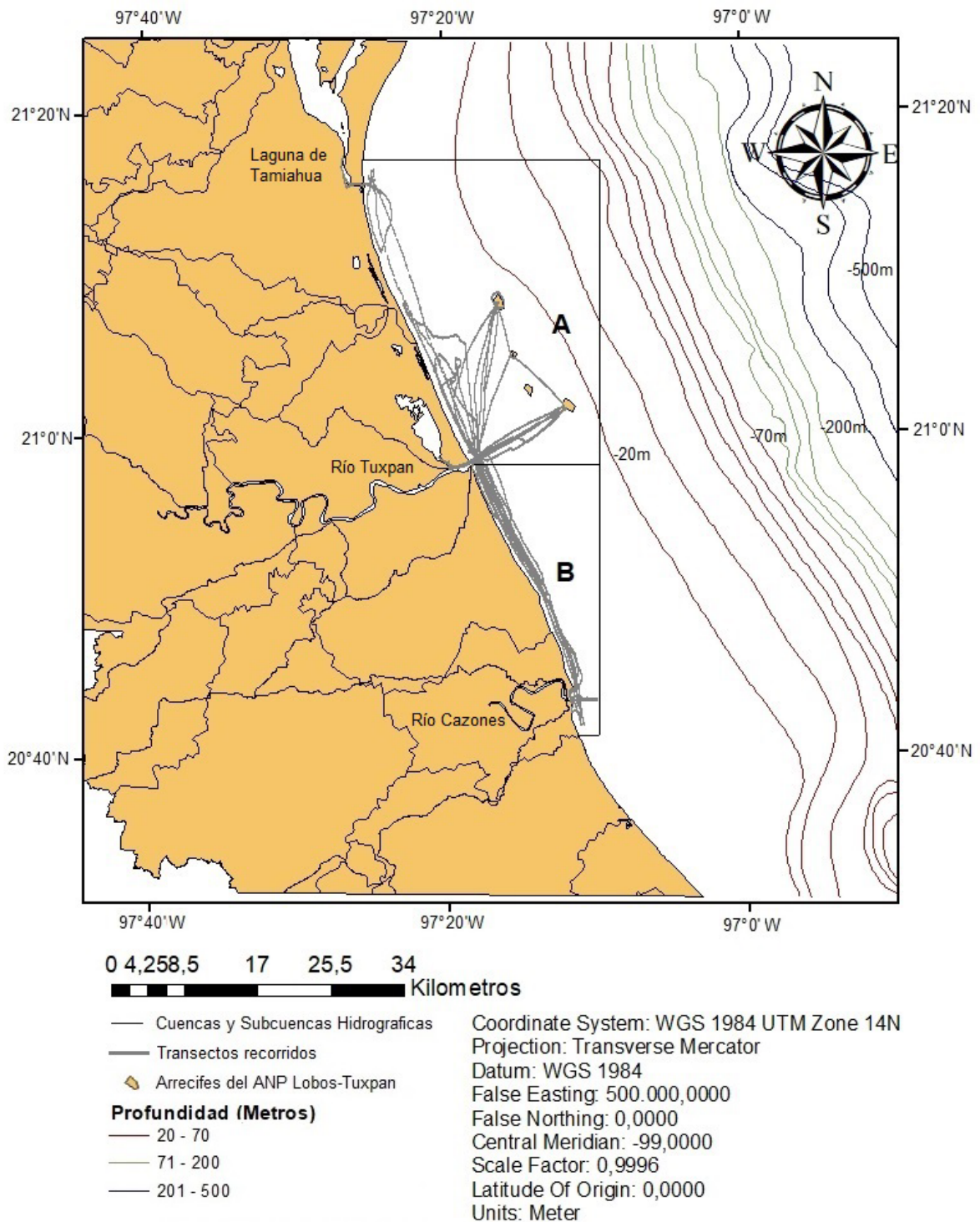


Figura 3. Mapa del área de estudio con los transectos navegados. La zona “A” corresponde a Tamiahua y la zona “B” a Tuxpan. Periodo 2017-2019.

Foto- identificación

Se analizaron un total de 8,161 fotografías del periodo 2016 a 2019 con las cuales se identificaron 112 individuos y se elaboró el catálogo de foto-identificación (ANEXO B). Se muestran algunos ejemplos de los individuos foto-identificados en la Figura 4. De estos, 46 individuos se avistaron en la zona de Tuxpan, 30 en la zona de Tamiahua, y 36 individuos en ambas zonas.



Figura 4. Ejemplo de individuos foto-identificados en las zonas Tuxpan y Tamiahua

Con los datos obtenidos mediante la foto identificación se realizó la curva de acumulación de individuos con sus intervalos de confianza al 95%. Esta curva muestra un incremento constante sin tendencia a la asíntota, lo que significa que aún siguen apareciendo individuos nuevos en el área de estudio (Figura 5).

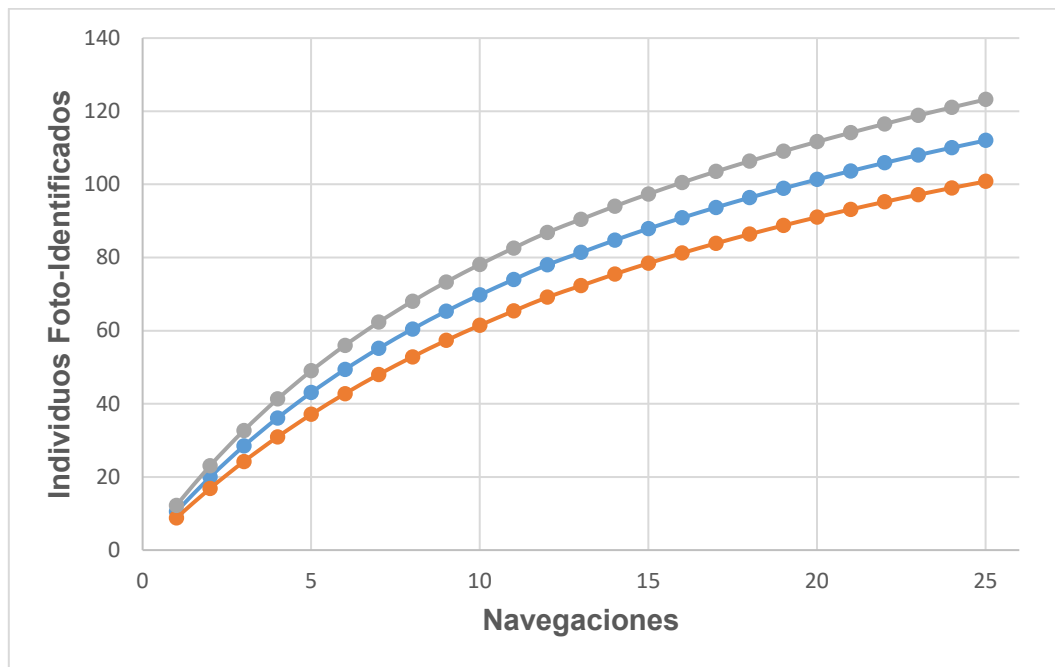


Figura 5. Curva de acumulación de individuos, con sus intervalos de confianza, de *Tursiops truncatus* foto-identificados en el área Tuxpan-Tamiahua, durante el periodo de muestreo 2016-2019.

Los estimadores utilizados nos indican que el porcentaje muestreado de la población es de 70.84% en base al estimador Chao2 y del 70.42% en base al estimador Jackknife1. En la Figura 6 se grafican los individuos foto identificados y los estimadores utilizados, así como los intervalos de confianza al 95%.

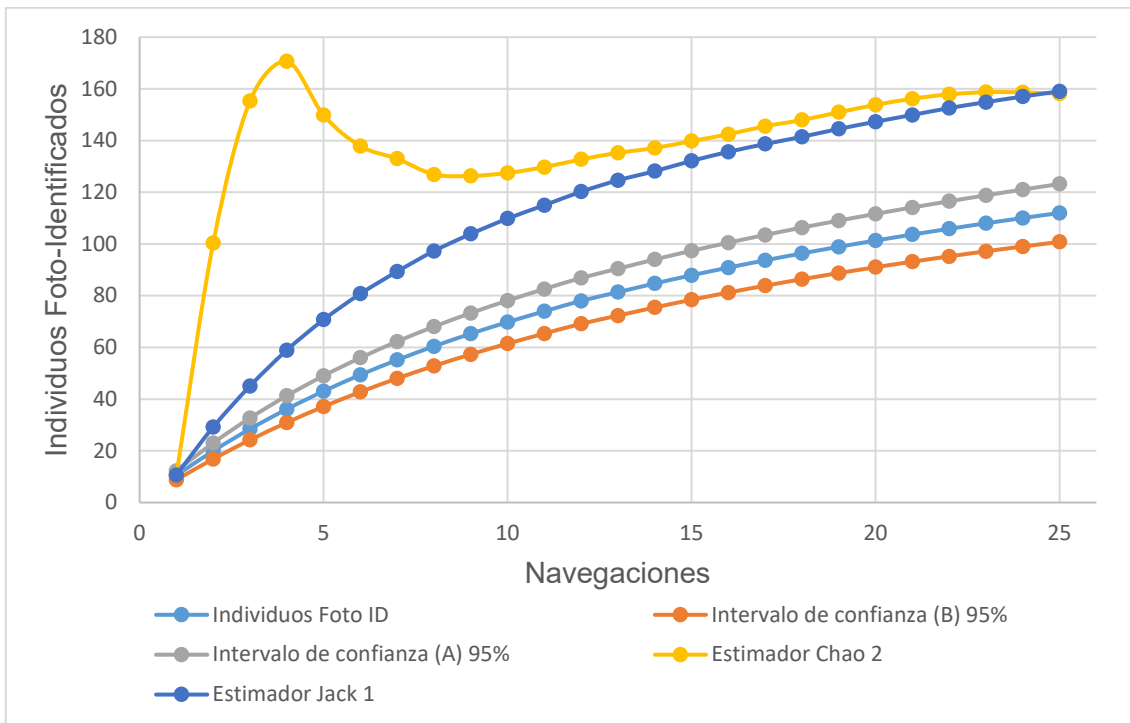


Figura 6. Curva de acumulación de individuos comparada con los estimadores Chao2 y Jack1 junto con los intervalos de confianza al 95%. Periodo 2016-2019.

Tamaño de grupo

Para el análisis de tamaño de grupo, además de las navegaciones realizadas en el periodo 2017-2019, se tomaron en cuenta los datos analizados del año 2016, con lo que se obtuvieron un total de 41 grupos en todas las navegaciones, la zona de Tuxpan presentó avistamientos con mayor cantidad de individuos (Cuadro 3). Los tamaños de grupo en ambas zonas tuvieron un promedio de 8 (DE=7.36) animales/grupo, siendo de 9 (DE=9.26) animales/grupo el promedio para la zona de Tuxpan y 7.21 (DE=5.55) animales/grupo del promedio para la zona de Tamiahua (Figura 7). Los sitios de avistamientos registrados de 2017 a 2019 se muestran en

el mapa de la Figura 8. No se reportan los sitios de avistamiento para el año 2016 ya que no se tienen registros en las bases de datos.

Cuadro 3. Tamaños de grupo registrados en cada uno de los avistamientos por fecha de navegación. Periodo 2016-2019.

FECHA	ZONA	AVISTAMIENTO	NÚMERO DE INDIVIDUOS
14-01-16	Tuxpan	1	4
20-02-16	Tuxpan	1	12
08-03-16	Tuxpan	1	3
30-04-16	Tuxpan	1	11
30-04-16	Tamiahua	2	5
15-05-16	Tuxpan	1	4
15-05-16	Tamiahua	2	3
05-06-16	Tuxpan	1	4
05-06-16	Tamiahua	2	9
06-07-16	Tuxpan	1	3
06-07-16	Tamiahua	2	8
08-08-16	Tuxpan	1	2
08-08-16	Tamiahua	2	5
13-09-16	Tuxpan	1	2
13-09-16	Tamiahua	2	9
20-10-16	Tamiahua	1	6
26-11-16	Tamiahua	1	12
26-11-16	Tuxpan	2	2
05-12-16	Tuxpan	1	3
24-08-17	Tuxpan	1	32
24-08-17	Tuxpan	2	28
31-08-17	Tamiahua	1	3
31-08-17	Tamiahua	2	20
15-11-17	Tamiahua	1	1
12-04-18	Tamiahua	1	10
12-04-18	Tamiahua	2	6
12-04-18	Tamiahua	3	1
20-06-18	Tuxpan	1	8
20-06-18	Tuxpan	2	21
29-08-18	Tamiahua	1	2
29-09-18	Tamiahua	1	6
02-10-18	Tamiahua	1	10
02-10-18	Tamiahua	2	7
02-10-18	Tamiahua	3	1
05-10-18	Tuxpan	1	1
05-10-18	Tuxpan	2	9
17-12-18	Tamiahua	1	19
18-12-18	Tamiahua	1	17
18-12-18	Tamiahua	2	5
19-12-18	Tuxpan	1	13
14-02-19	Tamiahua	1	1

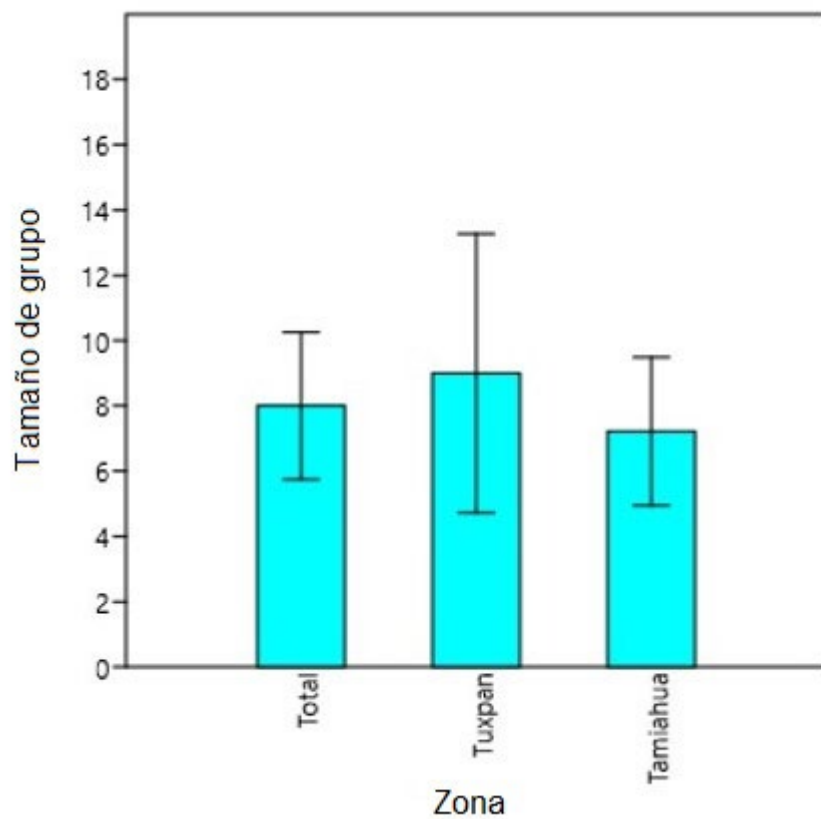


Figura 7. Promedio del tamaño de grupo con su desviación estándar para cada una de las zonas muestreadas. Periodo 2016-2019.

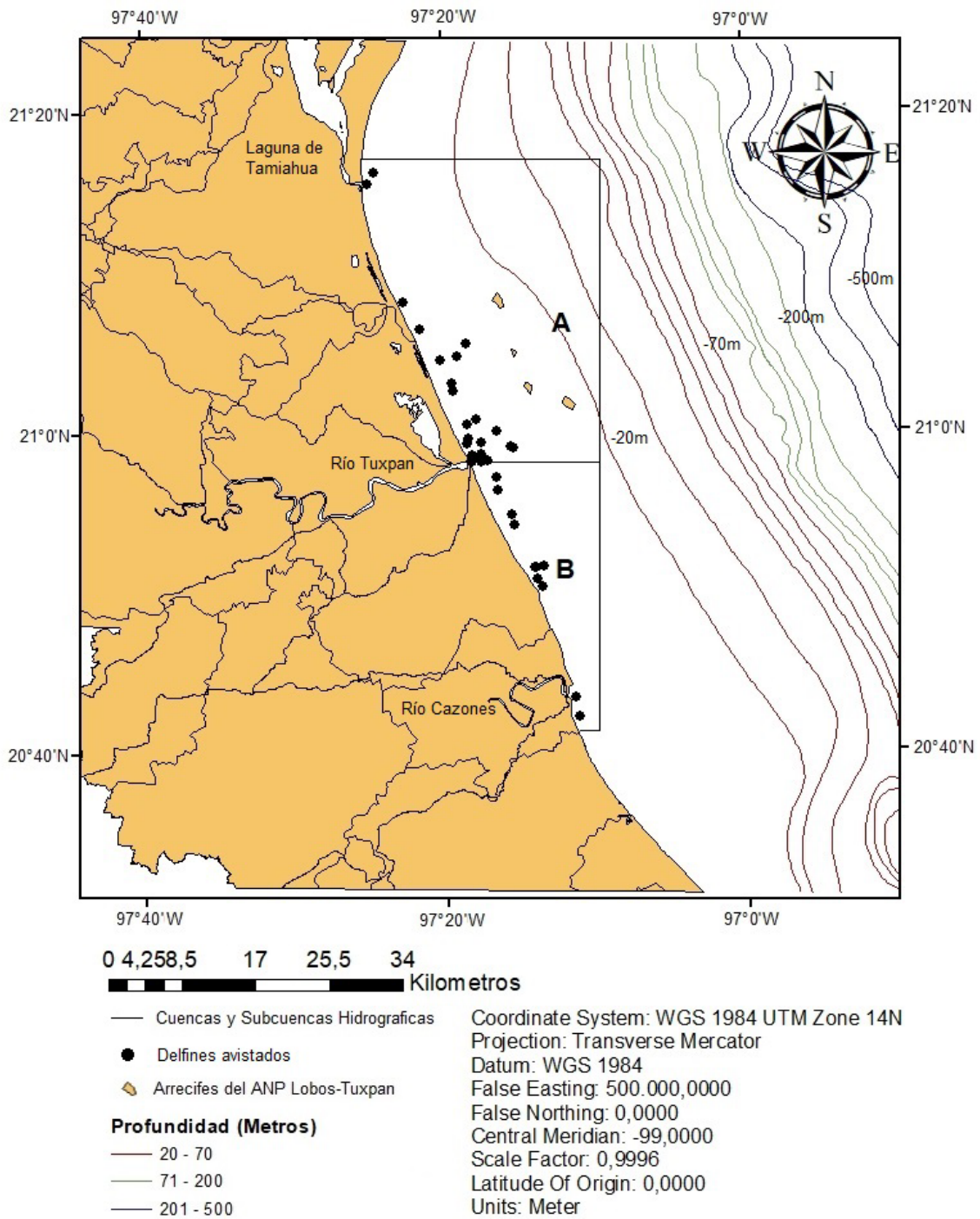


Figura 8. Mapa del área de estudio con los puntos de avistamiento de delfines. Zona “A” Tamiahua, zona “B” Tuxpan. Periodo 2017-2019.

Comportamiento

Durante los meses de agosto 2017 a marzo 2019, se observaron los comportamientos de alimentación, socialización, desplazamiento y evasión. El único comportamiento que no fue observado fue el de descanso (Figura 9).









Figura 9. Fotografías que muestran ejemplos de los comportamientos que se observaron durante el periodo agosto 2017- marzo 2019. Fotografías tomadas por: Valeria Peña Mendoza, Iris A. Ruiz Hernández, Anahí Ojeda Sánchez.




Con los datos de comportamiento se realizó un etograma (Cuadro 4), en el que se registraron un total de 4 comportamientos (estados), 11 conductas (sub-estados) y 29 eventos conductuales.




Cuadro 4. Etograma con los comportamientos (Estados) observados: socialización, evasión, desplazamiento, alimentación y descanso, con las conductas definidas como sub-estados y sus eventos conductuales.




Comportamiento (Estado): Socialización		
Conducta (Sub estado): Juegos		
Eventos	Descripción	
Salto de medio cuerpo	Los delfines realizan saltos exponiendo solo la mitad de su cuerpo, se desplazan y saltan. Pueden ser continuos o esporádicos.	
Salto lateral	Realizan saltos exhibiendo uno de sus costados y caen sobre el mismo	




<p>Contacto físico</p>	<p>Presentan contacto físico, roses entre ellos.</p>	
<p>Conducta (Sub estado): Socio-Sexual</p>		
<p>Eventos</p>	<p>Descripción</p>	
<p>Contacto constante físico</p>	<p>Presentan contacto físico en la superficie, roses de carácter sexual y agresivo</p>	
<p>Agresión sexual</p>	<p>Persecuciones con golpeteos constantes, involucra exhibición de vientre rosado con pene expuesto.</p>	




Saltos	Los delfines realizan saltos, mostrando el cuerpo entero, pueden caer al agua sobre uno de sus costados o lomo.	
Conducta (Sub estado): Interacción con embarcación		
Eventos	Descripción	
Nado junto a embarcación	Nado en proa o popa, puede ser veloz o lento	
Surfing	Saltos en proa	





<p>Nado hacia la embarcación</p>	<p>Cambio en la dirección del nado, se acercan a embarcación, se pueden presentar coletazos al acercarse demasiado</p>	
<p>Inspección</p>	<p>Nado lento a los costados inspeccionando la embarcación</p>	
<p>Comportamiento (Estado): Evasión</p>		
<p>Conducta (Sub estado): División de la manada</p>		
<p>Eventos</p>	<p>Descripción</p>	
<p>Cambio en la composición en número de la manada</p>	<p>División en grupos más pequeños, pueden presentar o no cambio en la dirección del nado</p>	

Conducta (Sub estado): Desplazamiento		
Eventos	Descripción	
Cambio en la velocidad del nado	Presentan desplazamiento rápido, permanecen poco tiempo en la superficie	
Conducta (Sub estado): Espionaje		
Eventos	Descripción	
Observación hacia la lancha	Se acercan a lancha, observan y se alejan o sumergen	
Conducta (Sub estado): Coletazos		
Eventos	Descripción	
Golpes en la superficie	Generalmente se dan cuando se acercan a la embarcación. se observan golpes en la superficie con la aleta caudal y momentos después se sumergen y desaparecen.	

Comportamiento (Estado): Desplazamiento		
Conducta (Sub estado): Merodeo		
Eventos	Descripción	
Nado lento	Nado sostenido con inmersiones lentas	
Conducta (Sub estado): Saltos		
Eventos	Descripción	
Salto dorsal	Realizan saltos elevados, con exposición de cuerpo completo	
Salto continuos	Generalmente lo hacen para agilizar el nado, se presentan nados continuos, pueden ser sincronizados o no.	

Conducta (Sub estado): Nado continuo		
Eventos	Descripción	
Nado veloz	Generalmente se desplazan velozmente en una misma dirección, pueden presentar saltos o no	
Nado sostenido	Nado a velocidad media en grupo y en la misma dirección	
Comportamiento (Estado): Alimentación		
Conducta (Sub estado): Coletazos		
Eventos	Descripción	
Golpes en la superficie	Golpes con la aleta caudal, generalmente lo hacen para aturdir a la presa. En ocasiones se presentan golpes continuos	

Conducta (Sub estado): Saltos		
Eventos	Descripción	
Salto	Salto con inmersiones abruptas, caracterizadas por el levantamiento vertical del pedúnculo y salidas a la superficie rápidas	
Salto a ras del agua	Salto horizontal muy cerca de la superficie del agua	
Conducta (Sub estado): Desplazamiento		
Eventos	Descripción	
Nado rápido	Nado rápido y en círculos, sin contacto con otros delfines	

<p>Merodeo</p>	<p>Nado lento con inmersiones lentas, como acecho a la presa que pueden ser en círculos o no.</p>	
<p>Nado en distintas direcciones</p>	<p>Nado del grupo en distintas direcciones, puede ser o no lento</p>	
<p>Conducta (Sub estado): Inmersiones</p>		
<p>Eventos</p>	<p>Descripción</p>	
<p>Inmersiones abruptas</p>	<p>Se sumerge arqueando el cuerpo rápidamente</p>	
<p>Inmersiones</p>	<p>Inmersiones con salidas a superficie rápidas</p>	

Se realizó la curva de acumulación de los eventos conductuales, descritos en el etograma, dichos eventos se presentaron de manera constante ($R^2= 0.92$) en relación con el esfuerzo de muestreo (Figura 10). Este resultado se complementó con el índice de cobertura ($\theta= 0.51$).

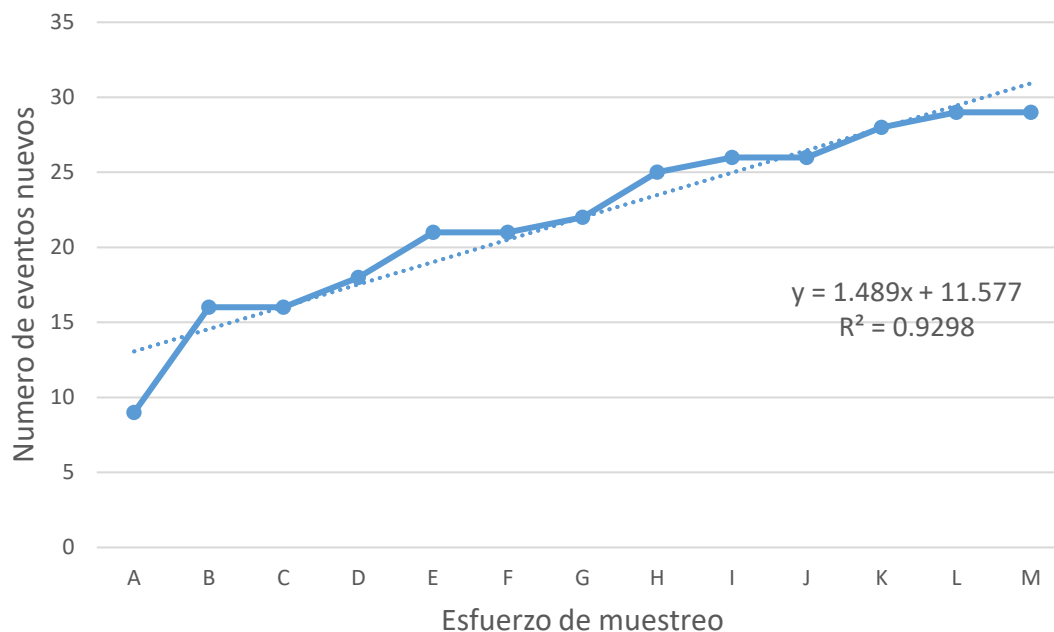


Figura 10. Curva acumulativa de eventos conductuales. Periodo de muestreo 2017 - 2019.

Tamaño de grupo y comportamiento

En el periodo 2017-2019 se observaron un total de 22 grupos, de los cuales 15 fueron observados en la zona de Tamiahua y 7 fueron observados en la zona de Tuxpan. Se reportan los promedios de tamaño de grupo con respecto a los comportamientos observados en cada navegación, en donde el valor más pequeño

fue para la alimentación 11.31 (DE= 9.64), seguido del desplazamiento con 12.44 (DE=9.5), 16 (DE=8.32) y 16.5 (DE=10.18) para los comportamientos de socialización y evasión respectivamente (Figura 11).

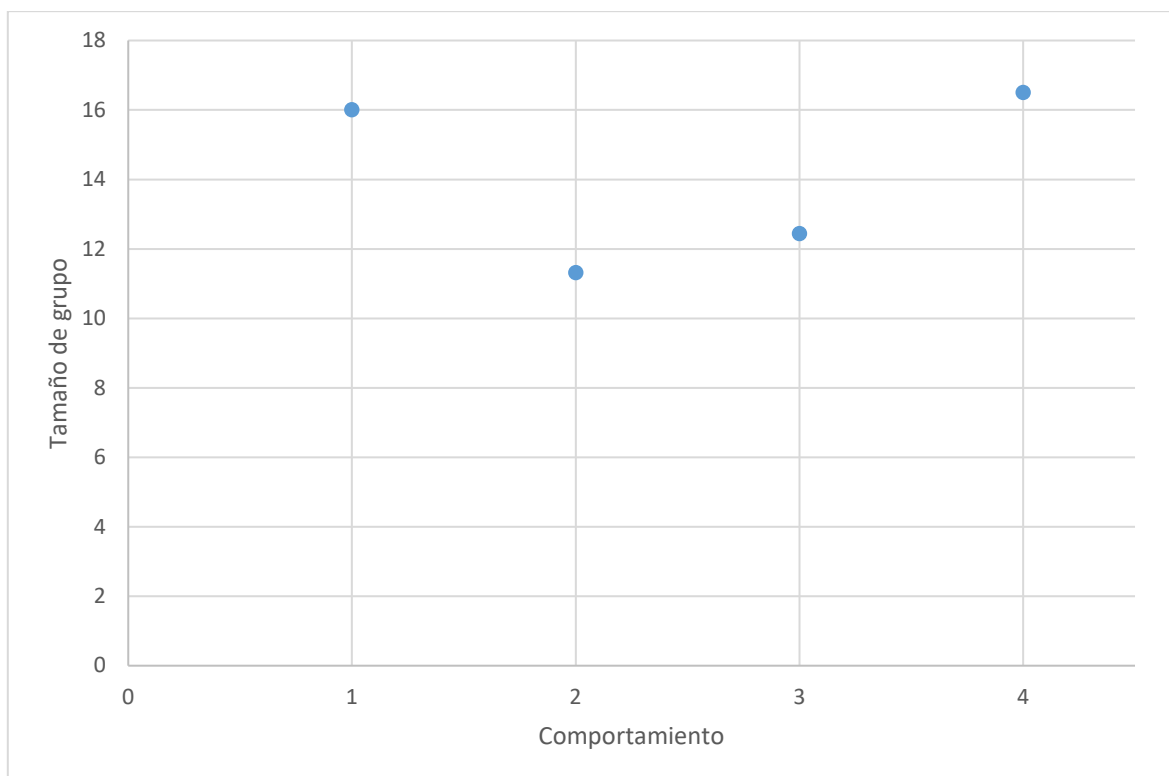


Figura 11. Promedio de tamaño de grupo con respecto al comportamiento observado 1) socialización, 2) alimentación, 3) desplazamiento, 4) evasión. Estos datos reportan comportamientos de grupos de delfines en el periodo 2017 - 2019.

Se realizó un análisis lineal generalizado (GLM) entre el tamaño de grupo y tipo de comportamiento, en la figura 12 las barras de error nos muestran que no hay diferencias significativas entre el tamaño de grupo y los comportamientos de

desplazamiento, evasión y socialización, pero si lo hay con respecto a la alimentación en donde se tienen tamaños de grupo más pequeños.

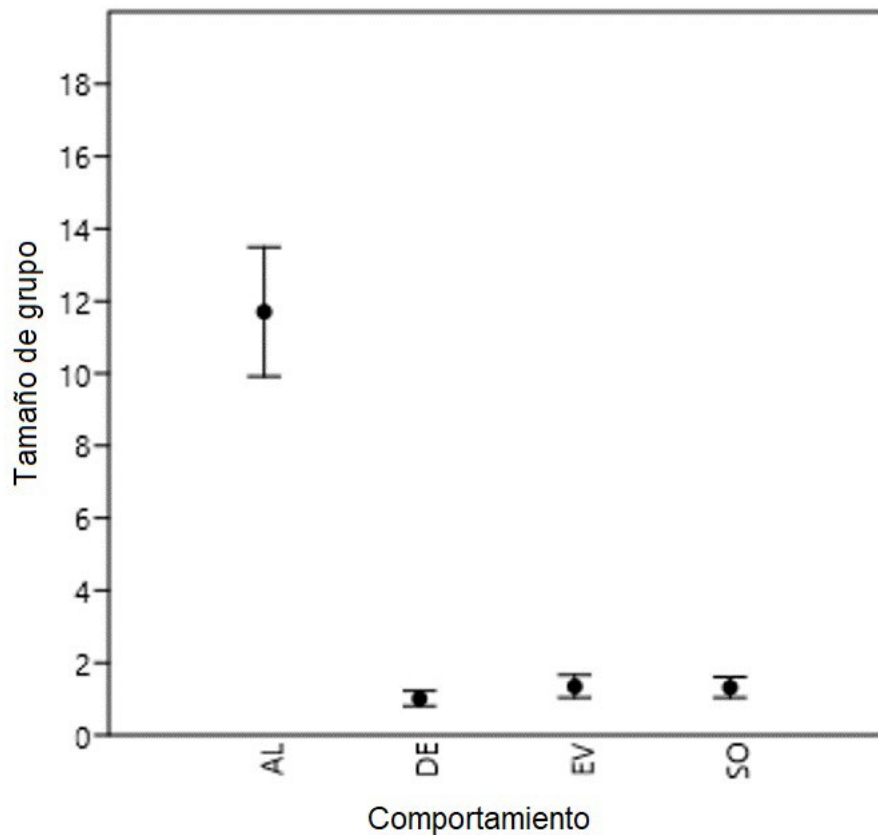


Figura 12. Gráfico en donde se muestra el resultado del análisis lineal generalizado (GLM). Los individuos analizados corresponden a tres años de observación (2017, 2018, 2019).

Intercambio de individuos entre zonas y su comportamiento

Con los datos analizados de 2016 y los datos obtenidos en el 2017 y 2019 se realizó un análisis y se obtuvo un 32.14% de intercambio de individuos entre zonas (Figura

13). El número de delfines por zona es de 45 para Tuxpan, 31 en Tamiahua y en ambas zonas 36 individuos.

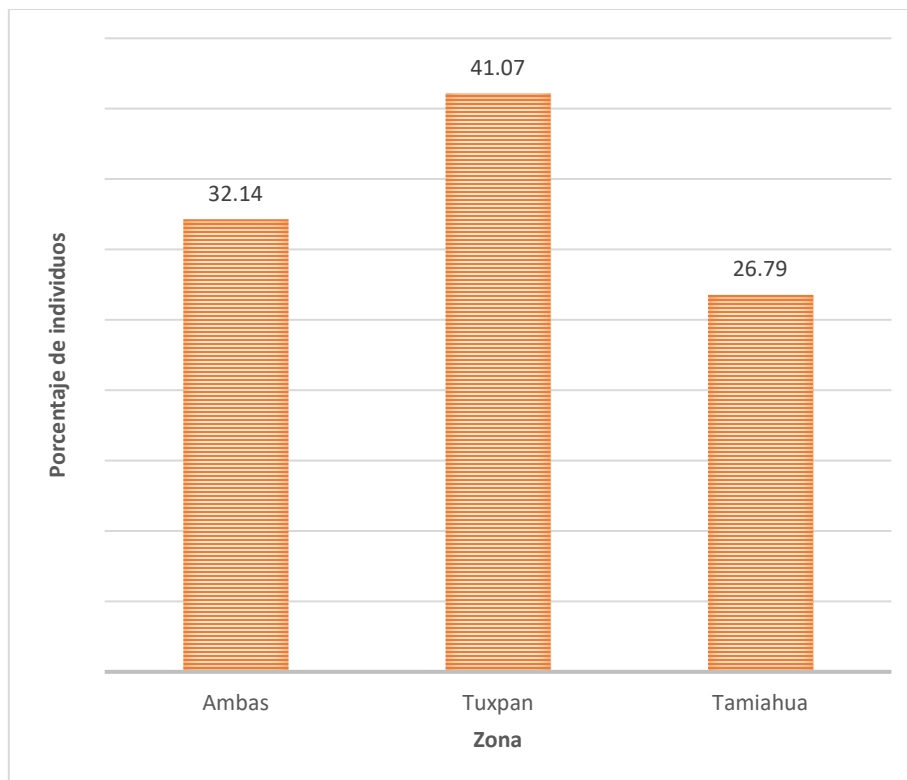


Figura 13. Porcentaje de individuos identificados en Tuxpan, Tamiahua y el intercambio que existe entre ambas zonas. Datos analizados del periodo 2016 - 2019.

En cuanto a la aparición de individuos se obtuvieron frecuencias más altas en los individuos que se presentaron en ambas zonas como se muestra en la Figura 14. El promedio de frecuencia de aparición fue de 1.64 para Tuxpan, 1.81 en Tamiahua y 4.22 en ambas zonas.

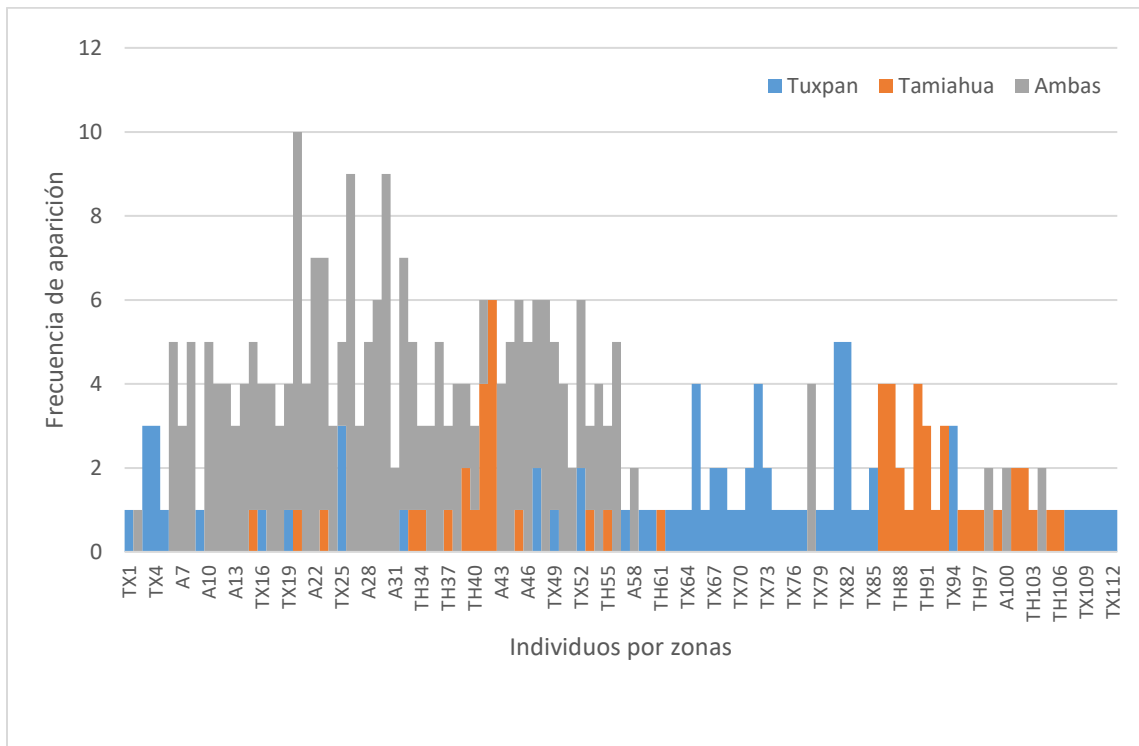


Figura 14. Frecuencias de aparición de individuos, A) Tuxpan, B) Tamiahua C) Ambas zonas. Periodo 2016 - 2019.

Con los datos conductuales que se obtuvieron en el periodo 2017 a 2019, se analizó que comportamiento determina el intercambio de individuos de una zona a otra. En la Figura 15 se muestra la frecuencia con la que se observan los comportamientos de los individuos foto-identificados en Tuxpan y en Tamiahua, así como, los comportamientos que realizan los delfines que fueron avistados en ambas zonas, lo que muestra que la alimentación es la actividad que determina el intercambio de individuos entre zonas. Tuxpan es la zona que utilizan con frecuencia para alimentarse, el comportamiento de desplazamiento se observa mayormente en la zona de Tamiahua y el de socialización se observa en igual proporción para ambas zonas.

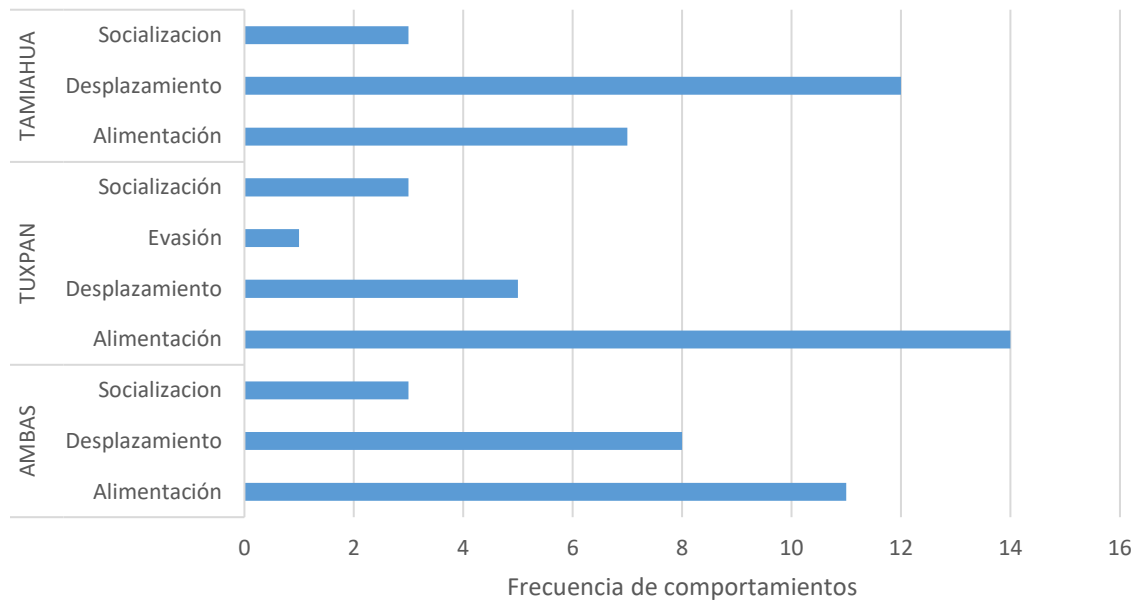


Figura 15. Frecuencia de aparición de comportamientos en individuos foto-identificados en las zonas, Tuxpan, Tamiahua y en ambas zonas. Periodo 2017 - 2019.

Para poder determinar con mejor precisión la presencia de los delfines en una zona u otra se realizó un análisis estacional en el que también se incluyó a las crías que se lograron observar en las navegaciones, esto se representa en la Figura 16, en donde se puede observar que en temporada de secas (marzo a junio) y de nortes (noviembre a febrero) se presentan mayormente en Tuxpan, y en lluvias, es decir, de julio a octubre, prefieren la zona de Tamiahua. También se determinó que el mayor intercambio de individuos se da en la temporada de lluvias. Se registró la presencia de nueve crías únicamente en la zona de Tuxpan, la mayoría (seis) se

presentaron en la temporada de lluvias, dos en la temporada de nortes y una en la temporada de secas.

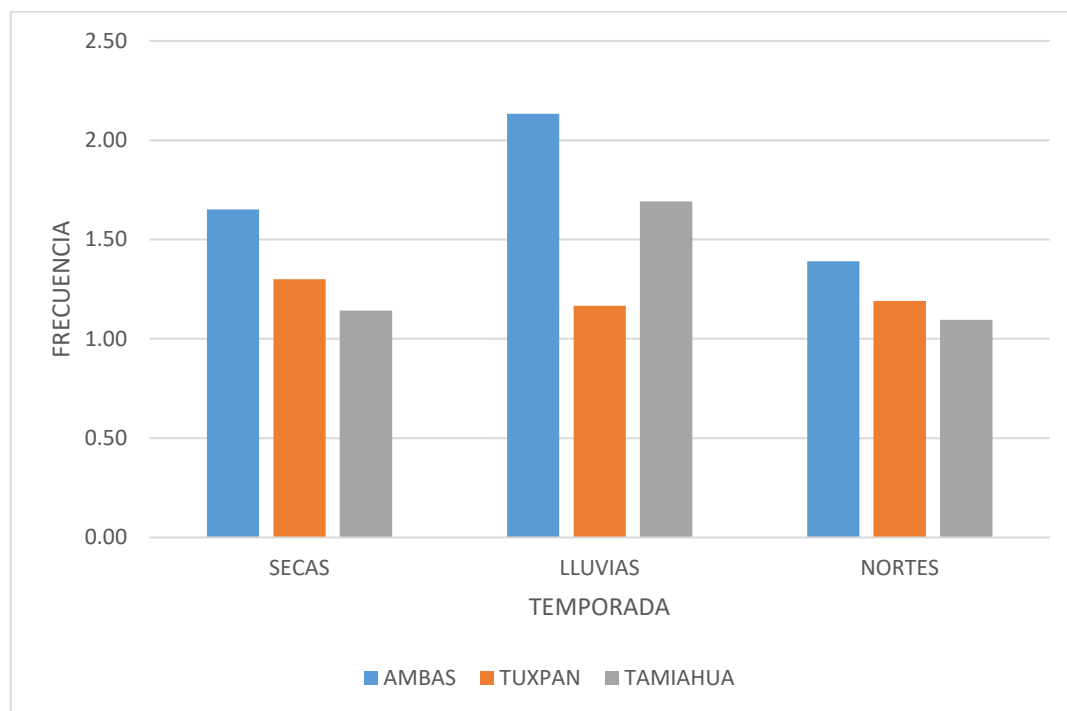


Figura 16. Porcentaje de las frecuencias de aparición de los delfines en cada una de las zonas por temporada (secas, nortes, lluvias). Periodo 2016 - 2019.

En cuanto a la variación temporal de comportamientos se encontró que en la temporada de secas y lluvias se observan en la zona de Tuxpan, frecuentemente alimentándose y desplazándose, y al contrario en la temporada de nortes muestran preferencia por la zona de Tamiahua para realizar estas actividades (Figura 17).

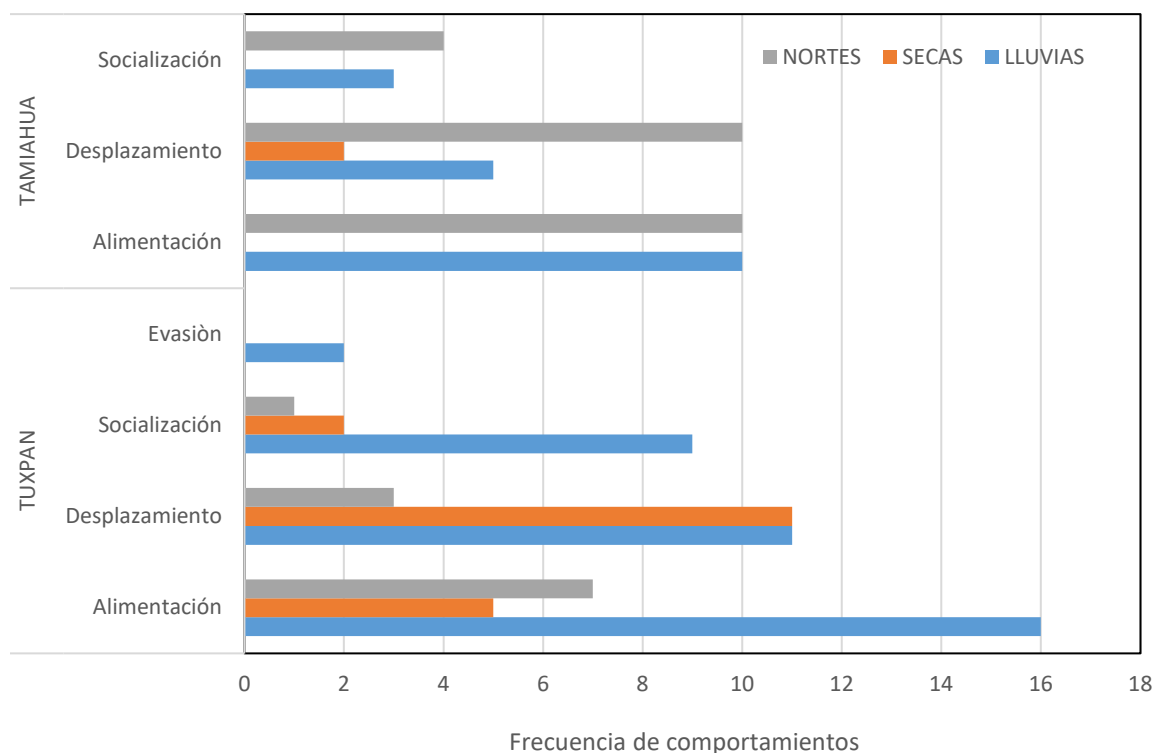


Figura 17. Comportamientos observados por temporada en cada una de las zonas de estudio. Periodo 2017 - 2019.

Asociación entre los individuos observados

Se analizaron las asociaciones entre cada par de delfines tomando los datos de los cuatro años (2016 a 2019), para estos análisis solo se consideraron los individuos con cuatro o más recapturas (Cuadro 5). Por lo tanto, de los 112 individuos identificados solo se analizaron 33 y se obtuvieron valores de índice de asociación de 0.2 a 0.9. En la Figura 18 se muestran las asociaciones entre pares delfines y como estos a su vez se asocian con otros individuos

Cuadro 5. Cantidad de individuos y recapturas, se utilizaron 33 individuos que presentaron más de tres recapturas

RECAPTURAS	NÚMERO DE INDIVIDUOS
1	58
2	18
3	12
4	16
5	11
6	2
7	2
9	2

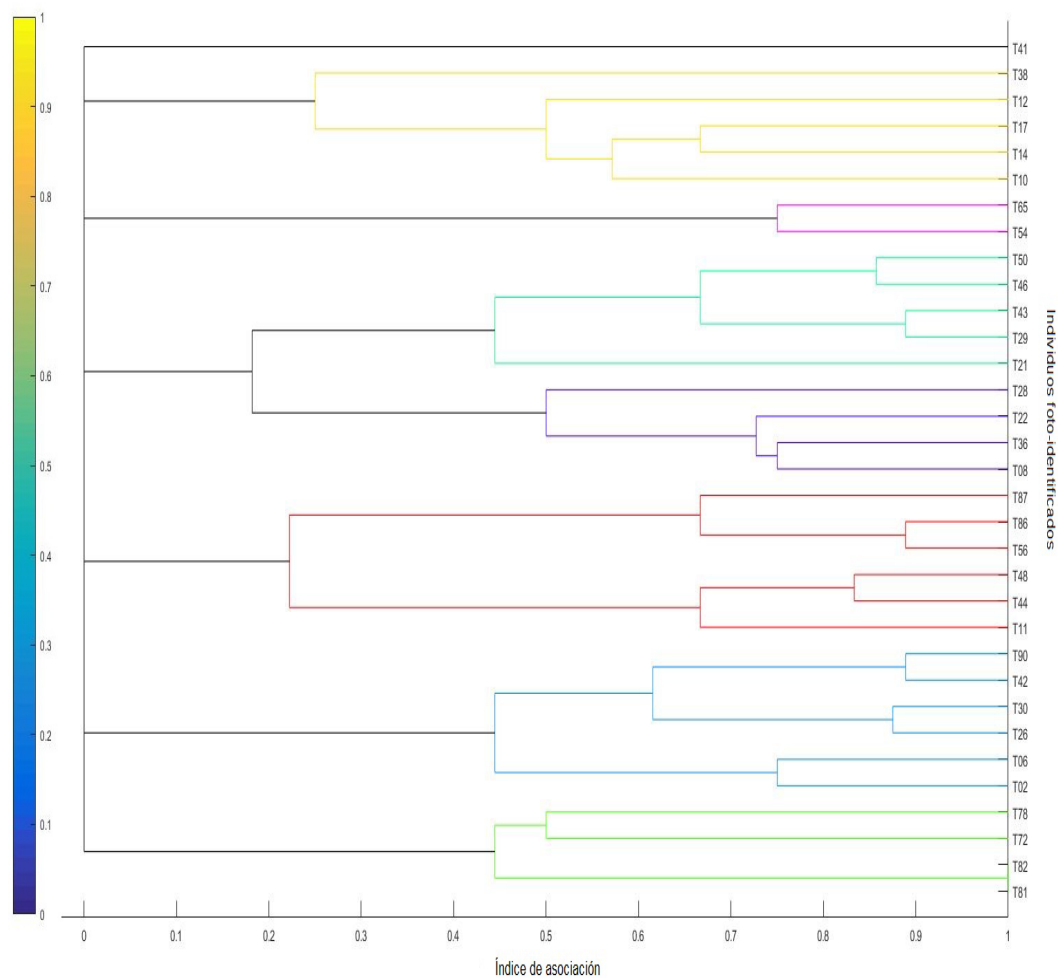


Figura 18. Clúster de las asociaciones de 33 individuos. El color indica el grado de asociación entre los individuos, entre más cercano a 1 mayor es el índice de asociación entre los delfines.

La Figura 19 muestra el sociograma elaborado para los 33 individuos que han sido avistados más de tres veces, las líneas unen a los individuos asociados y el grueso de éstas indica el valor del índice de asociación, que en este caso van de 0.20 a 0.99.

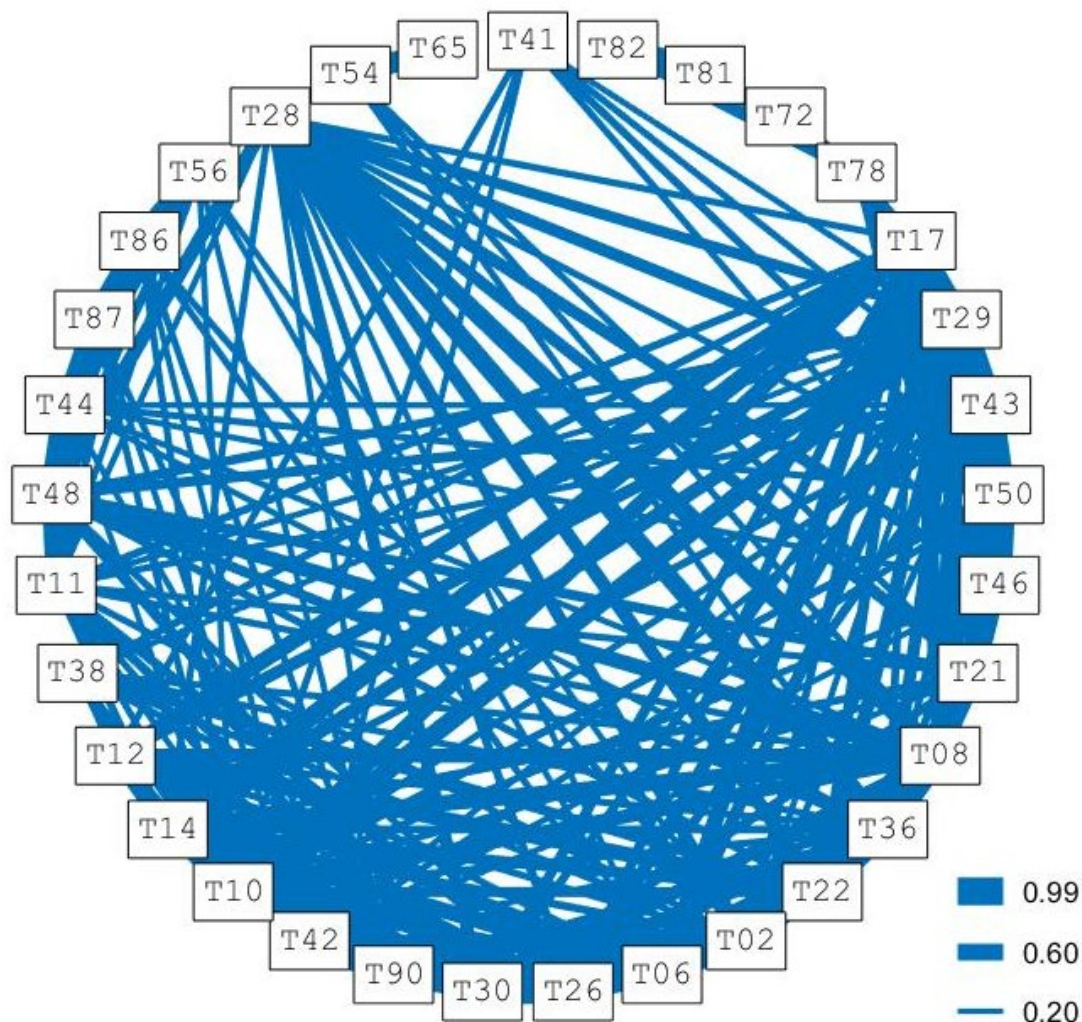


Figura 19. Sociograma realizado para 33 individuos foto identificados, el grueso de las líneas indica el nivel de asociación de bajo (0.20), medios (0.60) a altos (0.99). Los individuos analizados corresponden a cuatro años de observación (2016, 2017, 2018, 2019).

Como se puede observar en el sociograma anterior existen asociaciones entre todos los delfines, unas más fuertes que otras. Sin embargo, para tener mayor claridad de las redes sociales de los delfines, los sociogramas se separaron de acuerdo con el índice de asociación y se les colocó un distintivo para el sitio de avistamiento, TH para Tamiahua, TX para Tuxpan y A para ambas zonas, esto, está representado en la Figura 20 en donde se aprecia la asociación más fuerte encontrada (0.99) entre un par de delfines (T81 y T82) en la zona de Tuxpan, seguido de parejas con índices de asociación de 0.80, como es el caso de T56 que fue visto en ambas zonas y T86 que solo está en Tamiahua pero que fueron vistos juntos más de tres veces, lo que sugiere que T56 se mueve entre ambas zonas, pero se asocia con el mismo individuo.

Se presento también una asociación fuerte (0.80) entre cuatro delfines (T46, T50, T43, T29) que se encontraron en Tuxpan y Tamiahua lo que indica que se mueven juntos entre ambas zonas y que con un índice menor (0.70) se unen con otro delfín (T17) formando, entonces, un grupo de cinco delfines con una asociación que sigue siendo alta. Por lo tanto, con índices de asociación más bajos (0.70 y 0.50) pero moderados las parejas comienzan a formar asociaciones entre tres, cuatro y cinco delfines, pero manteniendo un índice más elevado de asociación entre las parejas iniciales. Esto demuestra cómo las asociaciones entre los delfines son selectivas, pues los grupos comienzan a formarse con índices altos, pero no necesariamente se relacionan entre todos los miembros de un grupo (Figura 20).

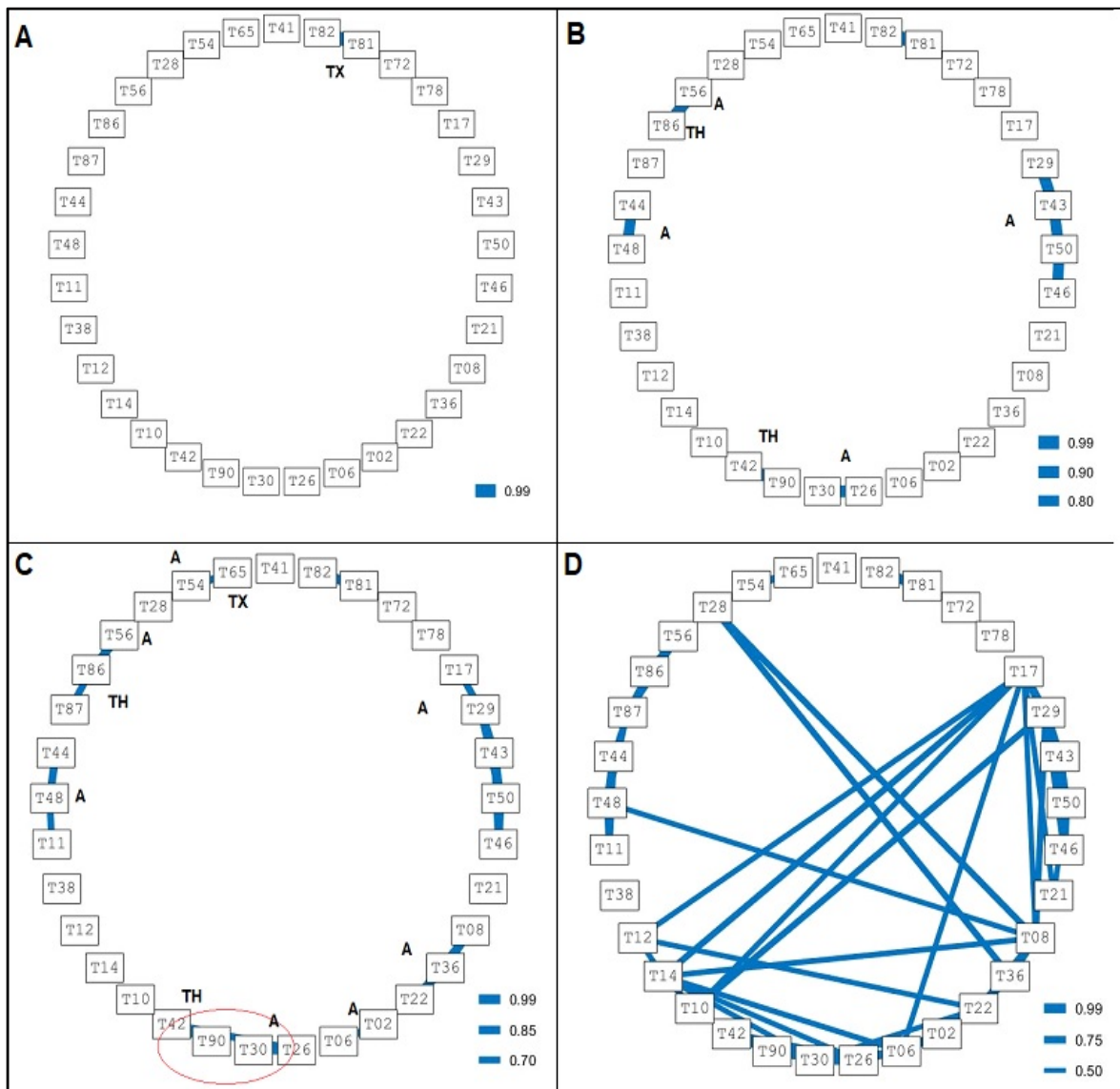


Figura 20. Sociogramas para 33 individuos con índices de asociación desde 0.50 a 0.99. A) Asociación más fuerte encontrada en la zona de Tuxpan; B) Asociaciones entre dos y cuatro delfines en ambas zonas y en Tamiahua; C y D) Se comienzan a formar grupos más grandes con índices de asociación más bajos.

Para las hembras que lograron identificar por su asociación con las crías se les colocó las iniciales Hc (Hembra con cría) y en la Figura 21 se puede observar que se asocian entre ellas (T08 y T22) y en la Figura 22 con un índice de asociación

más bajo se puede observar que las hembras se asocian unas con otras y que las cuatro hembras representadas en este sociograma se encontraron en ambas zonas.

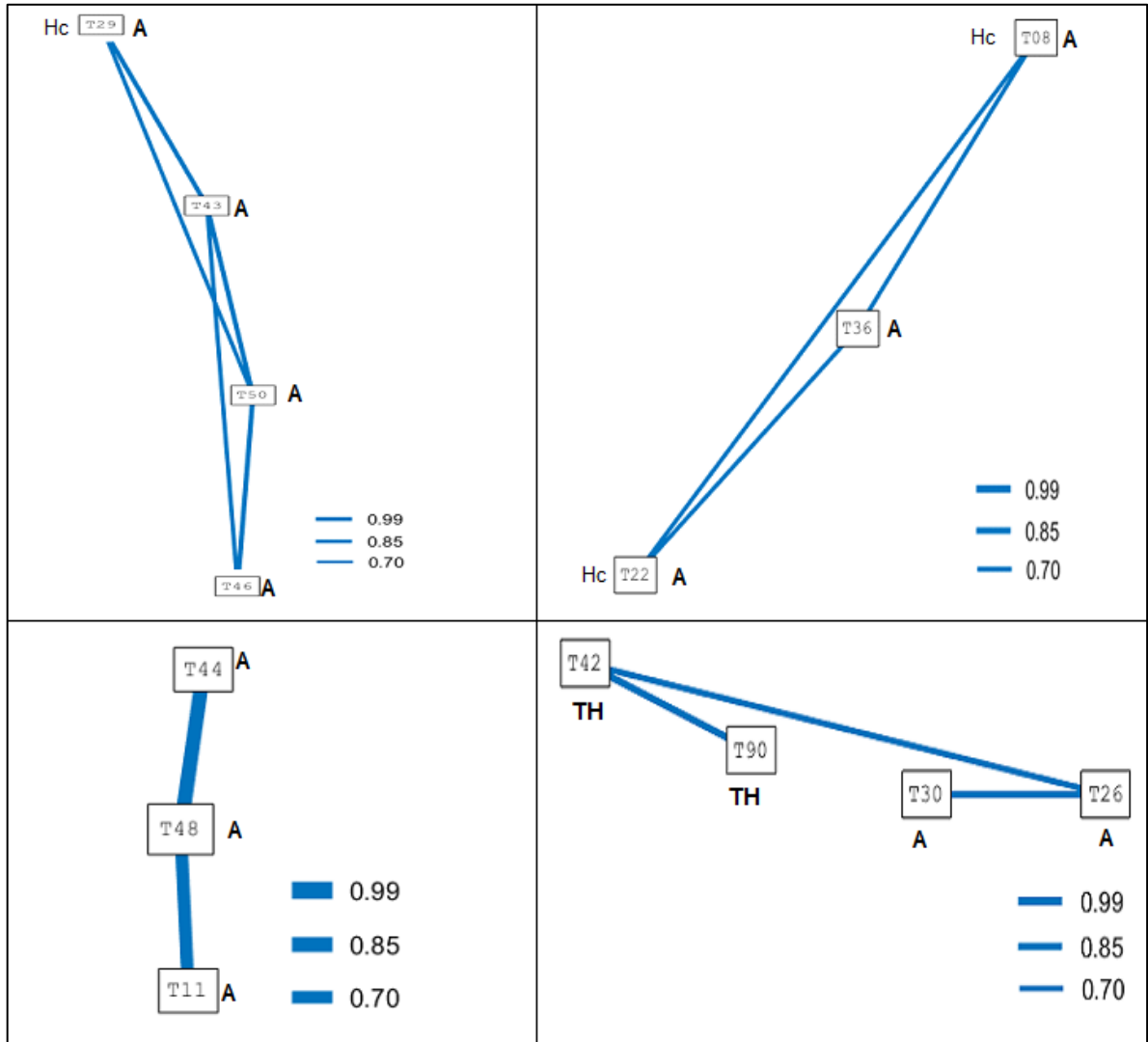


Figura 21. Ejemplos de las asociaciones entre delfines, cada delfín está identificado con su zona A=Ambas TH=Tamiahua y se le agrego un distintivo para las hembras con cría foto identificadas (Hc).

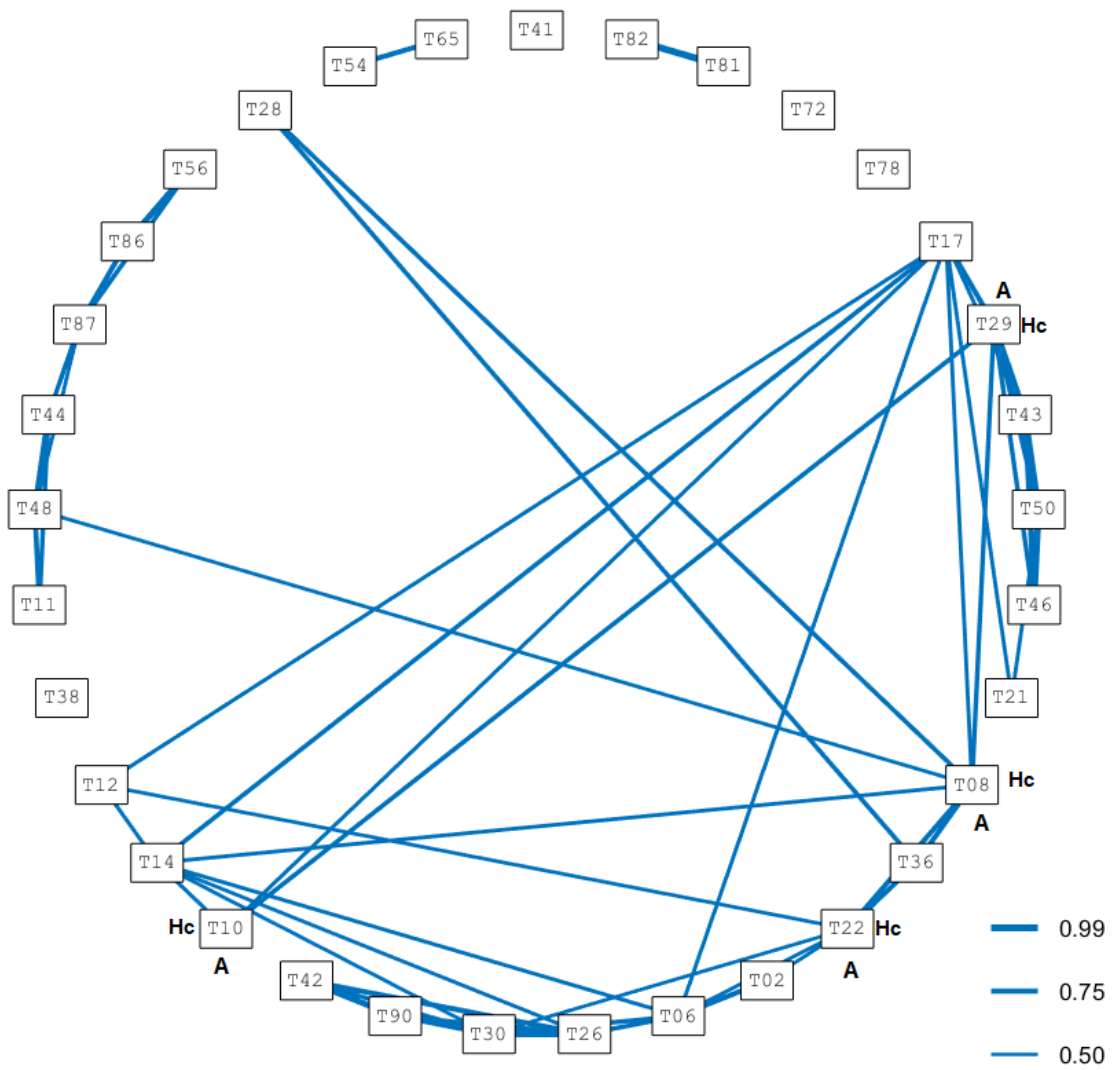


Figura 22. Sociograma que muestra índices de asociación de medios a altos representando a las hembras con crías (Hc) que lograron ser identificadas en campo, las cuatro hembras fueron observadas en ambas zonas.

DISCUSIÓN

Muestreo

Trabajar con especies silvestres en su hábitat natural siempre implica condiciones que no se pueden controlar, esto influye en la cantidad de datos que se obtienen (Morales, 2016). Las condiciones climatológicas de la zona afectaron los muestreos previstos en este estudio, por lo tanto, se optó por tomar datos generados en el Laboratorio de Mamíferos Marinos de la Universidad Veracruzana, generados por Alvizar-Cruz (2016), con los cuales se duplicó la cantidad de datos y generó un mejor análisis, y por lo tanto mejores resultados.

Curva de acumulación de individuos

La curva de acumulación de individuos no llegó a la asíntota, esto podría ser por la aparición de individuos aislados, como indica Escalante-Espinoza (2003) que entre más individuos aislados existan mayor será la probabilidad de la curva de no llegar a la asíntota y aumenta la probabilidad de encontrar más individuos. Por lo tanto, si se continuara con los muestreos aparecerían individuos nuevos. De acuerdo con los resultados, se muestreo el 70% de la población de delfines en la zona y debido a que los estimadores utilizados se encuentran fuera de los intervalos de confianza podemos asegurar que se trata de una población abierta como lo mencionan Martínez-Serrano *et al.* (2011).

Tamaño de grupo y comportamiento

El promedio del tamaño de grupo fue de ocho individuos, esto se acerca a lo reportado por Peña-Mendoza (2014), que reporta un promedio de siete delfines, y con Martínez-Serrano *et al.* (2011), que reporta un promedio general de 8.6 delfines. El tamaño del grupo puede variar debido al tiempo de observación, ya que los comportamientos que se despliegan durante este tiempo determinan el tamaño del grupo, esto, por la sociedad fisión - fusión que presentan los delfines (Vázquez-Castán *et al.*, 2009; Randic *et al.*, 2012).

Por zona se reporta en este estudio un promedio de nueve delfines para Tuxpan y 7.2 para Tamiahua, lo cual difiere con lo reportado por Vázquez-Castán *et al.* (2014), quienes reportan tamaños de grupo más grandes en Tamiahua (8.9) y más chicos en Tuxpan (8.2) en un periodo de cuatro años igual a este estudio. La variabilidad espacial y temporal determina la composición de los grupos de delfines (Würsig, 2019), por lo tanto, la diferencia encontrada podría deberse a las temporadas y a los sitios de observación, además de la delimitación de las zonas de estudio ya que Vázquez-Castán *et al.* (2014), abarcan una zonificación más amplia y avistamientos con profundidades mayores en la zona de Tamiahua, Shane (1986) menciona que el tamaño de grupo tiende a incrementarse con la profundidad del agua. Habría entonces, que estandarizar los esfuerzos de muestreo y la delimitación de zonas de estudio.

Se observaron en los delfines un despliegue de cuatro de los cinco comportamientos previamente definidos, y se describe cada uno de ellos en el etograma generado. El único comportamiento que no se observó y, por lo tanto, no pudo describirse fue el de descanso. Este resultado se debe probablemente a los horarios en que se realizaron los recorridos. Guevara-Aguirre y Gallo-Reynoso (2016) mencionan que los delfines costeros se alimentan y transitan por la mañana, socializan a medio día y descansan en la tarde. Por lo tanto, probablemente si las navegaciones realizadas se hubieran hecho en un horario más amplio se hubiese podido observar el comportamiento de descanso. Otro motivo por el cual no se observaron descansando probablemente sea porque la zona presenta continuo movimiento de embarcaciones.

El análisis lineal generalizado (GLM) muestra que la diferencia significativa entre el tamaño de grupo y el tipo de comportamiento se da solo en la alimentación, ya que se observaron tamaños de grupo más pequeños, esto tiene que ver con la capacidad de los delfines de ser selectivos y fusionarse para tener una mejor oportunidad de conseguir su recurso alimenticio y con menor costo energético (Davies *et al.*, 2012; Würsig, 2019).

Por otra parte, García (2015), reporta diferencias significativas entre los comportamientos de desplazamiento (DE), evasión (EV), socialización (SO) y alimentación (AL) analizando los tamaños de grupo por año y temporadas. En los resultados de este estudio se reportan los datos generales de tres años de muestreo

conductual, debido a que, si se hacía de forma anual, el porcentaje de recapturas sería menor y se presentarían resultados sesgados y engañosos (Delgado, 2002).

Intercambio de individuos entre zonas y comportamiento

El intercambio de individuos que se presenta de una zona a otra se da principalmente por la alimentación. Los delfines prefieren alimentarse en la zona de Tuxpan principalmente en la temporada de lluvias y secas, esto muy probablemente por las descargas del río Tuxpan y el río Cazonés, que generan una alta productividad primaria y es la razón por la que en la zona se presenten una alta variedad de organismos. Por lo tanto, se puede decir que la distribución de los delfines efectivamente está determinada por la distribución de sus presas (Martínez-Serrano, 2011; Guevara-Aguirre, 2011; Eierman y Connor, 2014; Vázquez-Castán, 2014). Se observó una mayor presencia de delfines en la temporada de lluvias con un promedio de 1.7 delfines, en secas 1.4 y en nortes 1.2 de frecuencia de aparición, esto coincide con los reportes de abundancia de delfines realizados en el Golfo de México (Heckel, 1992; Delgado, 2002; Bazúa y Delgado, 2014).

Martínez-Serrano (2011) menciona que es probable que los delfines se mueven hacia los arrecifes del área natural protegida Lobos-Tuxpan (DOF 2009), en temporada de secas. Sin embargo, con los resultados del análisis estacional sabemos que en temporada de nortes los delfines prefieren alimentarse y desplazarse en la zona de Tamiahua, esto indica que esta zona es en donde se

resguardan, y si, muy probablemente cerca de los arrecifes, en particular se les vio desplazándose hacia los arrecifes “Tanhuijo” y “Enmedio” (Figura 8).

García (2015) reporta que zonas sin depredadores proporcionan áreas adecuadas y protegidas que generalmente permiten la alimentación, socialización, reproducción y crianza. De acuerdo con los resultados obtenidos de este estudio se puede inferir que las zonas de Tuxpan y Tamiahua son áreas adecuadas que permiten la presencia de estos delfines, a pesar del continuo movimiento de embarcaciones y la presencia de las termoeléctricas. Por lo tanto, la alteración del ecosistema no ha sido tan fuerte, pero, sin embargo, se deben tomar medidas para que estas zonas continúen siendo lugares adecuados para estos delfines.

Asociación entre los individuos

Las asociaciones que se observaron entre pares de individuos fueron relativamente altas. Sin embargo, la formación de grupos más grandes se da con índices menores a partir de las asociaciones más fuertes, esto resalta la naturaleza multidimensional de la estructura social de los delfines (Smith-Aguilar *et al.*, 2018) y su característica sociedad descrita como fisión–fusión en donde los individuos tienden a tener un intercambio entre grupos y/o zonas (Connor *et al.*, 2000).

Según Mallafet (2010), en Florida EEUU, las alianzas más fuertes suelen darse entre pares o tríos de machos. Por lo tanto, las asociaciones más fuertes y de tres

o cuatro individuos obtenidas en este estudio podrían ser entre delfines machos. En las hembras como mencionan, Smolker *et al.* (1992), los niveles de asociación no son muy fuertes, pero si consistentes en el tiempo y suelen estar en grupos más grandes (Quintana-Rizzo y Wells, 2001). Como se observa con las cuatro hembras identificadas, estas tienen una red social más amplia con asociaciones más débiles, se necesita continuar con estudios sociales para lograr identificar si son consistentes con los años, así como, estudios genéticos para verificar el sexo de los individuos.

CONCLUSIONES

La población de delfines estudiada en las zonas de Tuxpan y Tamiahua es una población abierta, de la cual se muestreó el 70% en cuatro años de registros.

Existe una diferencia significativa entre el comportamiento de alimentación y los comportamientos de desplazamiento, socialización y evasión, ya que el primero muestra un tamaño de grupo más pequeño.

El etograma presentado en este estudio representa el primero para la zona norte del Golfo de México.

Los eventos comportamentales se presentaron de manera constante lo que indica que el esfuerzo de muestreo fue suficiente, y el índice de cobertura (0.51) nos indica que hay una probabilidad media de encontrar nuevos eventos comportamentales, por lo tanto, si se quisiera continuar con estos registros podrían reportarse nuevos datos y ampliar los que se presentan en este estudio.

Existe intercambio de delfines entre zonas y este se da principalmente por el comportamiento de alimentación, la zona de Tuxpan en temporada de lluvias y secas representa, probablemente, un mayor aporte de alimento para estos delfines.

Se logró identificar una mayor frecuencia de aparición de delfines en la temporada de lluvias y menor en la temporada de nortes.

Hubo presencia de crías en las tres temporadas climáticas, registrándose seis de las nueve en la temporada de lluvias.

Los niveles de asociación entre delfines mostraron índices de 0.2 a 0.99, demostrando que la población es altamente dinámica y que forman grupos más grandes con menor índice de asociación y presentan un intercambio continuo de individuos.

Las zonas de Tuxpan y Tamiahua incluyendo la desembocadura del río Cazonés representan zonas de importancia para la crianza, reproducción y alimentación para los delfines. Por lo tanto, es de suma importancia generar el conocimiento de esta especie para lograr su conservación.

APLICACIÓN PRÁCTICA

Programa de observación de delfines (*Tursiops truncatus*) para un desarrollo sustentable en la zona costera Cazones-Tamiahua

El delfín o tonina (*Tursiops truncatus*) debido a sus hábitos costeros se encuentra en constante interacción con el humano, generando competencia con pescadores por el recurso alimenticio, muerte incidental en redes o la pérdida de su hábitat debido a la contaminación (Reynolds *et al.*, 2000). Está catalogado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie sujeta a protección especial, en la CITES (2017) se encuentra en el apéndice II, y en la lista roja de la IUCN (2017-1) como especie de preocupación menor.

Considerando el presente trabajo y los realizados con anterioridad, en los cuales se tienen registros de poblaciones residentes de delfines desde 1992 a la fecha y se tiene la localización geográfica, las horas de avistamientos, la distribución y abundancia de esta especie, se puede implementar el desarrollo del turismo sustentable en la zona de Tuxpan, Tamiahua y Cazones. Esto beneficiaría a las comunidades pesqueras y a sus familias generando fuentes de empleo y al mismo tiempo incentivando la observación en vida libre, ayudando a cuidar y conservar esta especie poco conocida por las comunidades cercanas y los turistas de la zona.

Basándose principalmente en la Ley General de Vida Silvestre y la Ley General del Equilibrio Ecológico resulta necesario generar estrategias que conlleven a un mejor manejo de la especie con fines de conservación y de aprovechamiento no consuntivo (SEMARNAT, 2018). Una de las estrategias de manejo para la conservación, radica en las buenas prácticas de observación de los delfines, no obstante, deberá existir un plan de manejo para el aprovechamiento y conservación de la especie, ahí es donde radica la mayor parte de la importancia de la presente contribución, dado que un punto medular del plan de manejo es precisamente conocer la forma de mejor explotación del recurso (ejemplo observación de cetáceos), esto solo es posible si se tienen datos de comportamiento, áreas de uso, presencias de crías y distribución de la especie.

Tomando en cuenta todo lo anterior se recomienda realizar un programa o plan de observación de delfines en el que se establezcan las zonas, horarios de observación, temporadas, lugares de embarque, la capacidad de carga, tiempo de permanencia y distancia de las embarcaciones en los sitios de avistamiento para no modificar su comportamiento. Así mismo, los prestadores de servicio deberán recibir capacitación para las maniobras de acercamiento y observación, y recibir también información sobre la biología de la especie, esta capacitación podría ser directamente de las autoridades correspondientes, de instituciones académicas y de organizaciones no gubernamentales.

Marco legal marco legal que regula el aprovechamiento sustentable de la vida silvestre:

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Art. 27, párrafo 3 y 5)
- Ley General de Vida Silvestre y sus reglamentos
- Ley General de Equilibrio Ecológico y sus reglamentos
- NOM-059-SEMARNAT-2010
- CITES
- UICN

La **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** en su artículo 27 párrafos 3 y 5, establece que la nación tendrá derecho de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los recursos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, fomentar su conservación y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. El dominio de la nación es inalienable e imprescriptible y la exportación, el uso o el aprovechamiento de los recursos de que se trata, por los particulares o por sociedades constituidas conforme a las leyes mexicanas, no podrá realizarse si no mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

La **Ley General de Vida Silvestre** establece los lineamientos con base en la conservación, protección y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat. En su capítulo V, Artículo 99, especifica los requerimientos para el

aprovechamiento **no extractivo** de vida silvestre para garantizar el bienestar de las especies. Así mismo, en el artículo 101 del mismo capítulo menciona que el aprovechamiento no extractivo en actividades económicas deberá realizarse de acuerdo con el **plan de manejo** que apruebe la secretaria.

La **Ley General de Equilibrio Ecológico** establece los lineamientos para orientar a la Política Nacional en cuanto a preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto el desarrollo sustentable.

La Norma Oficial Mexicana **NOM-059-SEMARNAT 2010**, tiene como objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana. El delfín *Tursiops truncatus* está incluido en la categoría “sujetas a protección especial (Pr)” misma que se define como: aquellas especies que podrían llegarse a encontrar amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

La convención sobre el Comercio internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (**CITES**), es un acuerdo internacional entre los gobiernos y tiene la finalidad de cuidar el comercio internacional de especies de animales y plantas silvestres. El delfín *Tursiops truncatus* está catalogado en su apéndice II, en el que

figuran especies que no están necesariamente amenazadas de extinción, pero que podrían llegar a estarlo a menos que se controle estrictamente su comercio.

México se adhirió en 2011 a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (**UICN**) y su herramienta de conservación es la lista roja de especies amenazadas y tiene catalogada a esta especie como especie de preocupación menor (LC).

Basándose en el marco legal y en los estudios previos en conjunto con la contribución de este trabajo en donde se dan a conocer las zonas, temporadas de mayor número de avistamientos y el comportamiento de esta especie, se puede llevar a cabo un correcto turismo sustentable, generando el conocimiento que ayude a la conservación de los delfines que habitan en la zona de Tuxpan y Tamiahua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Altmann, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* 49: 227-267.
2. Bazúa, D. C., y E. A. Delgado. 2014. Los Tursiones, delfines de la laguna de Términos. México. Fomix Campeche 19:20-27.
3. Bearzi, M. 2005. Aspects of the ecology and behavior of the Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Santa Monica Bay, California. *J. Cetacean Res. Manage.* 7(1):75-83.
4. Beddia, L. 2007. Diurnal Behaviour of Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Cardigan Bay, West Wales. School of Biological Science, University of Wales, Bangor, UK. Tesis de doctorado. 116 pp.
5. Boness, D. J. 1984. Activity budget of male seals, *Halichoerus gryphus*. *Journal of Mammology* 65 (2), 291-297.
6. Cairns, S. J., y Schwager, S. J. 1987. A comparison of association indices. *Animal Behaviour*, 35(5), 1454-1469.
7. Caso, M., Pisanty, I., y Ezcurra, (Eds). 2004. *Diagnóstico ambiental del Golfo de México*, (1), 627pp.
8. Chao, A., "Nonparametric estimation of the number of classes in a population", *Scandinavian Journal of Statistics*, núm. 11, 1984, pp. 256-270
9. Chilvers, B.L. y P.J. Corkeron. 2001. Trawling and Bottlenose dolphins social structure. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 268:1901-1905.
10. Connor, R. C., R. Wells, J. Mann, y A. Read. 2000. The Bottlenose dolphin: social relationships in a fission-fusion society. Pp 91–126. En: *Cetacean societies: field studies of whales and dolphins* (J. Mann, R. C. Connor, P. Tyack, and H. Whitehead, eds.). University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
11. Colwell, R. K. y J. A. Coddington, "Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation", *Philosophical Transaction of the Royal Society of London, Series B*, núm. 345, 1994, pp. 101-118.

12. Colwell, R. K., C.X. Mao y J. Chang. 2005. Interpolando, extrapolando y comparando las curvas de acumulación de especies basadas en su incidencia. pp. 73-84. En: Sobre diversidad biológica: el significado de las diversidades alfa, beta y gama. Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff y A. Melic (eds). Monografías 3er. Milenio. Zaragoza, España
13. Colwell, R. K. 2013. EstimateS, Version 9.1: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples (Software and User's Guide). Freeware for Windows and Mac OS.
14. 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. *Revista de biología tropical*, 55(2), 549-557.
15. Daura-Jorge, F. G., Cantor, M., Ingram, S. N., Lusseau, D., y Simões-Lopes, P. C. 2012. The structure of a Bottlenose dolphin society is coupled to a unique foraging cooperation with artisanal fishermen. *Biology Letters*, 8(5), 702-705.
16. Davies N. B., Krebs, J. R., y West S. A. 2012. An introduction to behavioural ecology, cuarta ed. Oxford: Blackwell Scientific, 520 pp.
17. Del Castillo, V. 2010. Ecología poblacional del tursiión (*Tursiops truncatus*) en la costa de Alvarado, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, México.
18. Delgado, E. A. 2002. Comparación de parámetros poblacionales de las toninas, *Tursiops truncatus*, en la región sureste del Golfo de México (Estados Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.
19. Defran, R. H., G.M. Schultz y D. W. Weller. 1990. A technique for the photo-identification and cataloging of dorsal fins of the Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). pp. 53-55. En: *Individual recognition of cetaceans: use of photo-identification and other techniques to estimate population parameters*, P. S. Hammond, S. A. Mizroch y G. P. Donovan (Eds.). Reports of the International Whaling Commission Special issue.
20. Eierman, L. E. y Connor, R. C. 2014. Foraging behavior, prey distribution, and microhabitat use by Bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in a tropical atoll. *Marine Ecology Progress Series*, 503, 279–288.

21. Escamilla Aguilar, M. 2015. Análisis de la conducta de los grupos de delfines nariz de botella (*Tursiops truncatus*) que habitan en la costa de Tecolutla, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver. México.
22. Fisher, R., Corbet, A., y Williams, C. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12(1), 42–58.
23. García Vital, M. *et al.*, 2015. Las asociaciones entre individuos se correlacionan con la diversidad de las conductas en delfines costeros (*Tursiops truncatus*) del Sureste del Golfo de México. *Therya* 6(2): 337-350.
24. García Vital, M. 2012. Relación de los patrones de asociación y las actividades de delfines *Tursiops truncatus* en las aguas costeras de Alvarado, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Veracruz, México.
25. Gonzales-Oreja J.A. *et al.*, 2010. Evaluación de estimadores no paramétricos de la riqueza de especies. Un ejemplo con aves en áreas verdes de la ciudad de Puebla, México. *Animal Biodiversity and Conservation* 33.1: 31-45.
26. Gonzales M. 2016. Catálogo de foto-identificación del delfín mular (*Tursiops truncatus*) en aguas de Torremolinos, Benalmádena y Fuengirola, Málaga. *Crónica Naturae*, 6: 83-89.
27. Guevara-Aguirre, D., & Gallo-Reynoso, J. P. (2016). Uso de hábitat de dos ecotipos de toninas (*Tursiops truncatus*) en el golfo de California, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87(3), 1045-1054.
28. Heckel, G. 1992. Foto-identificación de tursiones *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821) en la Boca de Corazones de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México (Cetácea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.
29. Hinde, R. A. 1982. *Ethology. Its nature and relation with other sciences.* Oxford University Press. Oxford, 320 pp.
30. Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología* 8: 151-161.
31. Kelly, D. 1983. Photo-Identification of Bottlenose dolphins in Southern California. *Whalewatcher*. 17(2):6-8.

32. Lager R. J. 2013. Etología, comportamiento y bienestar animal. *Revista veterinaria Argentina*. 30 (301), 9 pp.
33. López, I. 2014. Métodos de medición de conducta en estudios de fauna silvestre. Universidad Autónoma de Tlaxcala. En: *Biología del comportamiento: Aportaciones desde la Fisiología*. 47-60 pp.
34. Louis, M., et al., 2015. Social structure and abundance of coastal Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the Normano-Breton Gulf, English Channel. *Journal of Mammalogy*, 96(3), 481-493.
35. Louis, M., et al. 2014. Habitat-driven population structure of Bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the North-East Atlantic. *Molecular Ecology*, 23(4), 857-874.
36. Louis, M., et al., 2018. Evaluating the influence of ecology, sex and kinship on the social structure of resident coastal Bottlenose dolphins. *Marine Biology*, 165:80.
37. Lodi L., Wedekin L.L., Rossi-Santos M.R. y Marcondes M.C. 2008. Movements of the Bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in the Rio de Janeiro State, Southeastern Brazil. *Biota Neotropica*. 8: 205-209.
38. Neumann, Dirk, R. 2001. The activity budget of free-ranging Common dolphins (*Delphinus delphis*) in the northwestern bay of Plenty, New Zealand. *Aquatic Mammals*. 27(2):121-136.
39. Martínez-Serrano, I.; Serrano, A.; Heckel, G. y Schramm, Y. 2011. Distribución y ámbito hogareño de toninas (*Tursiops Truncatus*) en Veracruz, México. *Revista Ciencias Marinas*. 37 (4): 1-10.
40. Martínez-Serrano. I. 2011. Ámbito hogareño y composición grupal de toninas (*Tursiops truncatus*) en la zona Norte-Centro de Veracruz, México. Tesis Doctorado: Instituto de Neuroetología. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver. México.
41. Mesnick, S.L., F.I. Archer, A.C. Allen y A. E. Dizon. 2002. Evasive behavior of eastern tropical pacific dolphins relative effort by the tuna purse-seine fishery. Reporte Administrativo LJ-02-30. National Oceanic and Atmospheric Administration. National Marine Fisheries Services. La Jolla, CA. U.S.A.
42. Monreal Gómez, M. A., Salas D. L. D. A. y Velasco M. H. 2004. La hidrodinámica del Golfo de México. pp 47-68. En: *Diagnóstico ambiental del*

Golfo de México. Caso, M., Pisanty, I., y Ezcurra, E. (Eds.). Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT) México, DF.

43. May-Collado, Laura, y Morales Ramírez, Alvaro. 2005. Presencia y patrones de comportamiento del delfín manchado costero, *Stenella attenuata* (Cetacea: Delphinidae) en el Golfo de Papagayo, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 53(1-2), 265-276.
44. Medellín-Ortiz, B. N. 2012. Diferencias sexo-específicas en las áreas núcleo de la distribución de los delfines *Tursiops truncatus* frente al sistema lagunar de Alvarado, Golfo de México. Tesis de maestría. Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana. Boca del Río, México.
45. Morteo E., A. Rocha-Olivares, P. Arceo-Briseño, y L. G Abarca-Arenas. 2012. 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* 92:1893-1900.
46. Ortega-Ortiz, J. G., Delgado-Estrella, A., y Ortega-Argueta, A. 2004. Mamíferos marinos del Golfo de México: Estado actual del conocimiento y recomendaciones para su conservación. 135-160 pp. En: Diagnóstico Ambiental del Golfo de México. Caso, M., Pisanty, I. y Ezcurra, E. (Eds.) Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT), México, DF.
47. Passadore C., Möller L., Diaz-Aguirre F., y Parra G.J. 2017. High site fidelity and restricted ranging patterns in southern Australian Bottlenose dolphins. *Ecology and Evolution* 1-15.
48. Peña Mendoza. V. 2014. Influencia de cuencas hidrográficas exorreicas en la distribución y permanencia de un depredador tope *Tursiops truncatus*, en la zona costera norte Veracruzana. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver. México.
49. Retureta-Delgado, I. 2012. Patrones de comportamiento del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en dos zonas del litoral Norte del Estado de Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver. México.
50. Randic, S., Connor, R.C., Sherwin, W.B. y Krützen, M. 2012. A novel mammalian social structure in Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops* sp.) complex male alliances in open social network. *Proceeding of Royal Society B Biological Science*. 279: 3083-3090.


51. Ruíz-Hernández, I. A. 2014. Desplazamientos de toninas (*Tursiops truncatus*) en la costa central de Veracruz, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
52. Salamanca, I. 2008. Caracterización del comportamiento agresivo del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en el Oceanario Ceiner, Islas del Rosario, Caribe colombiano. Tesis. Biol. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá. Facultad de Ciencias Básicas. 134 p.
53. Shane, S. H., S. Wells y B Würsing. 1986. Ecology, behavior and social organization of the Bottlenose dolphin: a review. *Marine Mammal Science* 2(1): 34-63.
54. Shane, S.H. 1990. Comparison of Bottlenose dolphin behavior in Texas and Florida, with a critique of methods for studying dolphin behavior. pp. 541-558. En *The Bottlenose dolphin*. S. Leatherwood y R.R. Reeves (eds). Academic, San Diego. California.
55. Schramm, Y. 1993. Distribución, movimientos, abundancia e identificación del delfín *Tursiops truncatus* (Montagu, 1821), en el sur de la laguna de Tamiahua, Ver. y aguas adyacentes (Cetácea: Delphinidae). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara, México.
56. Serrano *et al.*, 2017. Understanding Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) alliances in northern Veracruz, México. pp 153-164. En: *Advances in Animal Science and Zoology*. Owen P. Jenkins, (ed). Ed. Nova Science Publishers, Inc. New York.
57. Soler, M. 2009. *Adaptación del comportamiento*. Comprendiendo al animal humano. Ed. Síntesis 478 pp.
58. Steiner, A. 2011. Activity budget of inshore Indo-pacific Bottlenose dolphin (*Tursiops aduncus*): A critical evaluation of methods and comparison among other populations. *Marine Mammal Science* 27(1):20-38.
59. Tapánes J.J. y F. González-Coya 1980. Hidrometeorología del Golfo de México y Banco de Campeche. *Geofísica Internacional*, 19: 335-354.
60. Toledo Ocampo, A. 2005. Marco conceptual caracterización ambiental del Golfo de México. Pp 25-51. En: *Golfo de México: Contaminación e impacto ambiental*. A. V. Botello, J. R. von Osten, G. Gold-Bouchot, y C. Agraz-Hernández (Eds.). Tabasco, México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

61. Valdés-Arellanes, M.P., Serrano, A., Heckel, G., Schramm, Y. y Serrano, I. M. 2010. Abundancia de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*) en el norte de Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82 (1), 227-235.
62. Vázquez Castán, L., Serrano, A., Ortega, M. L., Galindo, J. A., Arredondo, M. A. D., y Barradas, A. C. 2014. Is the Northern-central Coast of Veracruz, Mexico an important area for Bottlenose dolphins ("*Tursiops truncatus* Montagu", 1821?). *Thalassas: An international journal of marine sciences*, 30(2), 57-64.
63. Vázquez Castán, L. 2010. Distribución Espacial y Temporal de toninas (*Tursiops truncatus*) y su abundancia en el Sistema Arrecifal Norveracruzano (SANV). Tesis Maestría. Universidad Veracruzana. Tuxpan, Ver. México.
64. Vázquez Castán, L. 2007. Caracterización del hábitat de dos poblaciones de toninas (*Tursiops truncatus*, Montagu 1821) en la costa Norte estado de Veracruz, México. *Revista UDO Agrícola* 7 (1): 285-292.
65. Vázquez, Castán, 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.
66. Verme V. y Lannacone J. 2011. Catálogo de foto-identificación del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en las Islas Canarias, España: una línea de base de información para su conservación. *The Biologist* (Lima). 9: 105-119.
67. Verme V. y Lannacone J. 2012. Estructura social del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (Cetácea: Delphinidae) en la costa suroeste de la isla de Tenerife (Islas Canarias), España. *Ecología Aplicada*, 11(2).
68. Vermeulen E. 2018. Association patterns of Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Bahía San Antonio, Argentina. *Marine Mammal Science*, 00(00):00-00.
69. Whitehead H. 2016. SOCPROG. Programs for Analyzing Social Structure. Dalhousie University, Canada, 93 pp.
70. Whitehead, H. 2008. *Analyzing Animal Societies*. Quantitative methods for vertebrate social analysis. The University of Chicago Press, Chicago, 351 pp.
71. Wilson, E. O. 1975. *Sociobiology: the new synthesis*. Cambridge, MA: Belknap Press, 697 pp.

72. Würsig, B. y Würsig, M. 1979. Behavior and ecology of the bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in the South Atlantic. *Fish. Bull.* 77: 339-412.
73. Würsig B, 2019. *Ethology and behavioral Ecology of Odontocetes*, Ethology and Behavioral Ecology of Marine Mammals.
74. Zerda, E. 2010. Comportamiento animal: Introducción, métodos y prácticas. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia. 381 p.

ANEXOS

Anexo A. Hoja de navegación utilizada para capturar los datos en campo.

 LABORATORIO DE MAMIFEROS MARINOS 																					
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Campus Tuxpan																					
Hoja de Navegación/Comportamiento/Foto ID.																					
Fecha	Embarcación	Ubicación inicial (GPS)	Fotógrafo																		
Escala Beaufort	Hora inicio/fin		Observador																		
Avistamientos			Notas																		
G	WP (gps)	Hora		# Ind.	Adulto	Joven	Cria														
		Inicio	Fin																		
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
Grupo	Tiempo	Observaciones/Comportamiento																			
		Alimentación				Socialización				Evasión			Descanso		Desplazamiento						
		Alimentación	Salto	Inmersión	Coletazo	Vientre expuesto	C. Sexual	Salto	Juegos	Rose	Interacción EM	Inmersión	Desplazamiento/Alejamiento	División	Coletazo	Inmóvil	Desplazamiento lento o indefinido	Continuo	Velez	Salto	Socialización
1	08:16																				
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					

Anexo B. Catálogo de los 112 individuos identificados de 2016 a 2019. TX=Tuxpan, TH=Tamiahua A=Ambas.



TX01



A02



TX03



TX04



TX05



A06



A07



A08



TX09



A10



A11



A12



A13



A14



TH15



TX16



A17



A18



TX19



TH20



A21



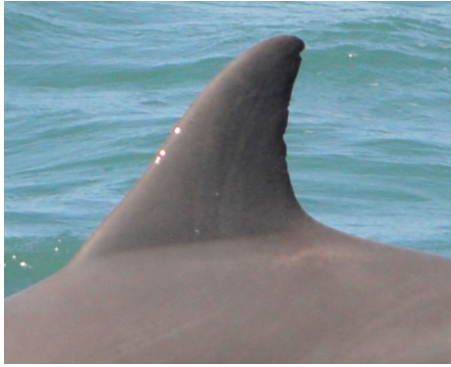
A22



TH23



TX24



TX25



A26



A27



A28



A29



A30



TX31



TX32



TH33



TH34



A35



A36



TH37



A38



TH39



TH40



TH41



TH42



A43



A44



TH45



A46



TX47



A48



TX49



TX50



A51



TX52



TH53



A54



TH55



A56



TX57



TX58



TX59



TX60



TH61



TX62



TX63



TX64



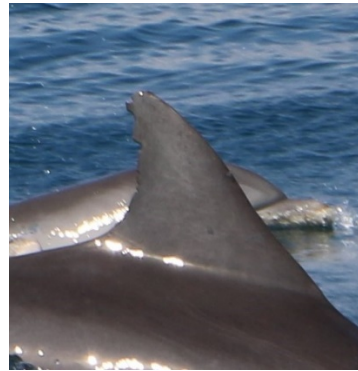
TX65



TX66



TX67



TX68



TX69



TX70



TX71



TX72



TX73



TX74



TX75



TX76



TX77



TX78



TX79



TX80



TX81



TX82



TX83



TX84



TX85



TH86



TH87



TH88



TH89



TH90



TH91



TH92



TH93



TX94



TH95



TH96



TH97



A98



TH99



A100



TH101



TH102



TH103



A104



TH105



TH106



TX107



TX108



TX109



TX110



TX111



TX112