



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO

CONOCIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LOS MAMÍFEROS MARINOS EN EL COMPLEJO SIAN KA'AN

Programa de Recuperación y Repoblación de Especies en Riesgo

PROCER



Informe Final



Presentado por

Dra. Delma Nataly Castelblanco Martínez
CONACyT /Universidad de Quintana Roo
Responsable Técnico del Proyecto

Presentado a

Felipe Angel Ortiz Moreno
Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an
Director

Chetumal, 31 Noviembre de 2018

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN EJECUTIVO	3
INTRODUCCIÓN	4
ANTECEDENTES	5
GENERALIDADES SOBRE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	6
CAPÍTULO 1. ECOLOGÍA POBLACIONAL DE LOS MAMÍFEROS MARINOS EN EL COMPLEJO SIAN KA'AN	8
1.1. Área de estudio	8
1.2. Métodos	9
1.3. Resultados	11
<i>Distribución y abundancia</i>	11
<i>Sobrevuelos con drones</i>	18
<i>Foto-identificación de delfines</i>	20
CAPÍTULO 2. COMPONENTE HUMANO	22
2.1. Efectos de la actividad turística	22
<i>Métodos</i>	22
<i>Resultados</i>	24
2.2. Aplicación de entrevistas	28
<i>Métodos</i>	28
<i>Resultados</i>	28
2.3. Actividades de educación ambiental y ciencia comunitaria	32
<i>Reuniones introductorias</i>	33
<i>Talleres de sensibilización ambiental para el cuidado de los mamíferos marinos y capacitación en turismo responsable</i>	34
<i>Talleres para niños</i>	36
DISCUSIÓN	37

RESUMEN EJECUTIVO

Existen dos especies de mamíferos marinos que habitan de manera constante el Complejo Sian Ka'an (CSK): el manatí del Caribe *Trichechus manatus manatus* y el delfín nariz de botella *Tursiops truncatus*. El presente proyecto pretendió dar el primer paso para el monitoreo de ambas especies en el Complejo Sian Ka'an, a fin de ofrecer información base tanto del componente ecológico como humano que permitan generar estrategias efectivas de manejo y buenas prácticas turísticas. Entre agosto y octubre de 2018, se visitó la reserva para desarrollar conteos de abundancia de ambas especies mediante navegaciones con motor fuera de borda y sobrevuelos mediante drones. Las navegaciones incluyeron la toma de información ecológica, y la captura de fotografías para el desarrollo de un catálogo de foto-identificación de delfines. En total, se recorrieron 1938,5 km y se invirtieron 143.83 horas de búsqueda efectiva en busca de mamíferos marinos en el CSK, de los cuales 28.21% fue dedicado a Bahía Espíritu Santo (Figura 2), 53.37% a Bahía de la Ascensión (Figura 3) y 18.41% a las lagunas. Se registraron 55 avistamientos de mamíferos marinos, totalizando 207 delfines (18 crías) y 32 manatíes (7 crías). Se obtuvo un índice de abundancia relativa (IAR) mayor para delfines que para manatí (0.13 y 0.01 individuos por kilómetro de búsqueda respectivamente). Se foto-identificaron 18 delfines para Bahía de Espíritu Santo y 40 para Bahía de la Ascensión. Se realizaron 18 sobrevuelos definitivos con dron, cubriendo un área de 5,809 km²; a partir de los cuales se registró la presencia de 30 organismos de megafauna acuática incluyendo delfines, manatí, rayas, tiburones, tortugas y cocodrilos. El componente humano contempló el análisis de las actividades turísticas, la implementación de entrevistas y el desarrollo de talleres de educación ambiental. Se realizaron observaciones sistemáticas de ocho eventos de actividad turística de avistamiento de delfines. Las actividades no cumplen los lineamientos internacionales de avistamiento recreacional de cetáceos en cuanto a la conducta de aproximación, número de embarcaciones presentes, y tiempo de acompañamiento del grupo. Así mismo, se notaron conductas de estrés y ruptura de grupo por parte de los delfines. Las entrevistas permitieron evaluar el grado de familiaridad de los habitantes locales con los mamíferos marinos de la CSK, recabar información importante sobre estos organismos como áreas principales de uso y factores de riesgo y consultar la percepción que sobre estas especies tienen las personas locales. Mediante reuniones, talleres y actividades de educación ambiental se capacitaron y/o sensibilizaron 264 personas (185 adultos y 79 niños). EL CSK es de gran importancia para los mamíferos marinos, quienes cumplen un papel ecológico primordial. Además de esto, son de valor económico para la actividad turística. Se recomienda incrementar el trabajo coordinado con las cooperativas locales, para garantizar el uso sostenible y respetuoso de este recurso, para el bienestar de los animales y la prosperidad de los habitantes de la reserva.

INTRODUCCIÓN

El Complejo Sian Ka'an (CSK) se ubica al este del Estado de Quintana Roo, en la porción oriental y caribeña de la Península de Yucatán, municipios de Tulum, Felipe Carrillo Puerto y Othon P. Blanco. Con una superficie total de más de 652 mil hectáreas, el CSK está constituido por el Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil, la Reserva de la Biósfera de Arrecifes de Sian Ka'an, y la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an, esta última comprendiendo las lagunas costeras Bahía de Espíritu Santo (sur) y Bahía de la Ascensión (norte) (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2014).

Entre las amenazas para manatíes y delfines destacan la pérdida y modificación de sus hábitats, la contaminación de los cuerpos de agua, muerte por redes de pesca, colisión con embarcaciones y caza ocasional (Mast *et al.*, 2014). En la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an se llevan a cabo actividades turísticas como la pesca recreativa, el buceo y el snorkel. Además, se ofrecen toures para la observación de fauna, incluyendo delfines y manatíes. Recientemente se hizo una primera aproximación al turismo de observación de manatíes, único en su género para todo México (Landeo *et al.*, 2018), encontrándose que es una fuente importante de ingreso para los moradores locales, pero que no tiene unos lineamientos claros para su ejecución. Con respecto a la observación de delfines, hasta el momento no se conoce el efecto actual o potencial de dichas actividades sobre estos cetáceos.

Este proyecto se llevó a cabo entre agosto y noviembre de 2018; con el objetivo de generar información que permita el lineamiento de estrategias de uso público y buenas prácticas turísticas donde habitan el Manatí antillano y el Delfín nariz de botella. Los objetivos específicos son:

- Realizar actividades de monitoreo de las poblaciones de mamíferos marinos Manatí antillano y Delfín nariz de botella.
- Desarrollar actividades de educación ambiental para la protección de mamíferos marinos.
- Fortalecer las capacidades locales para la creación de comités de vigilancia comunitaria y fomento de las buenas prácticas para el aprovechamiento sustentable de los mamíferos marinos de la RB Sian Ka'an

ANTECEDENTES

En las bahías internas estuarinas del CSK se han reportado dos especies de mamíferos marinos: el manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) y el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). Además, se presume que en aguas marinas es posible encontrar otros cetáceos de las familias Delphinidae, Physeteridae, y Ziphiidae. Sin embargo, la información sobre el estado de estas poblaciones está fragmentada y escasa (Niño-Torres *et al.*, 2015). Los monitoreos de mamíferos marinos que se han llevado a cabo en CSK corresponden a sobrevuelos de censos para manatí (Morales-Vela & Olivera-Gómez, 1994b), que oportunísticamente han servido para reportar especies de cetáceos.

El manatí es considerado una especie en peligro de extinción según la IUCN (Self-Sullivan & Mignucci-Giannoni, 2008), con un estimativo para Quintana Roo de 200 a 250 individuos (Castelblanco-Martínez *et al.*, 2012). A pesar de que el CSK no había sido considerado un sitio importante para manatí en los años 90's (Morales-Vela & Olivera-Gómez, 1994b), censos aéreos conducidos en 2001 determinaron la presencia de al menos 67 individuos en las bahías del CSK (Morales-Vela & Padilla-Saldivar, 2004). Además, durante el último censo aéreo de manatíes para el Caribe Mexicano llevado a cabo en 2014, en el marco de un monitoreo trinacional con Belice y Guatemala (Quintana-Rizzo *et al.*, 2015), se contaron 49 manatíes en la zona centro (CSK) (44 adultos y 5 crías); originando un índice de abundancia relativa de 14,0 individuos por hora de censo (ind/hr). En este mismo censo, la zona norte presentó 4 ind/hr y la zona sur (Bahía de Chetumal) 10.86 ind/hr. Lo anterior denota la importancia actual de los humedales y costas del CSK para la especie en el Caribe Mexicano, particularmente para hembras con cría. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos de monitoreo, los censos mediante vuelos tripulados son costosos por lo que su puesta en marcha en la región ha sido intermitente, haciendo difícil las extrapolaciones sobre las abundancias de manatí, y más aún sobre las tendencias poblacionales.

Los delfines nariz de botella son comunes en las costas y mares del mundo entero, por lo que no se consideran en peligro de extinción (Hammond *et al.*, 2012). Sin embargo, al igual que las demás especies de mamíferos marinos, se encuentran enlistadas dentro de la NOM 059 de la legislación mexicana, por considerarlas vulnerables a los cambios en los ecosistemas. El único acercamiento a la situación del delfín nariz de botella en el CSK data de los años noventa, cuando mediante censos aéreos se comparó la presencia del delfín en las bahías del centro y sur del Caribe mexicano, obteniéndose mayor abundancia para las bahías del CSK (IAR=3.87 ind/hr) en comparación con la Bahía de Chetumal (IAR= 1.37) (Zacarías-Araujo, 1992). Una vez más se resalta la importancia de la RB Sian Ka'an para la manutención de esta especie.

Generalidades sobre las actividades desarrolladas

Previo a las salidas de campo, se realizó una fase de preparación que incluyó la compra y preparación de material y víveres de campo. Igualmente, se diseñó el muestreo, que incluyó la preparación e impresión de formatos de colecta de datos de campo y de entrevistas. Además se llevaron a cabo un total de tres talleres teórico-prácticos de capacitación del personal en campo en el uso de drones, dado por la estudiante Sarah Sofía Landeo; y una jornada de capacitación en técnicas de fotografía aplicadas al estudio de los mamíferos marinos dada por el Dr. Carlos Alberto Niño Torres. Las actividades de campo estuvieron distribuidas como se explica en la Tabla 1.

Cada salida fue llevada a cabo en grupos de 2 a 6 personas, totalizando 12 personas que participaron en la colecta de datos incluyendo: cuatro biólogos, una estudiante de licenciatura, dos estudiantes de maestría, una estudiante de doctorado, un fotógrafo, un técnico de campo, una educadora ambiental y una responsable técnica (ANEXO 1).



TABLA 1. Organización general de las salidas de campo al CSK para el desarrollo del proyecto

Salida	Localidad de la estación de campo	Área de muestreo	Inicio	Fin	Objetivos						Participantes*
					Conteo y detección de manatí	Conteo y detección de delfines	Toma de datos ambientales	Desarrollo de entrevistas	Talleres	Descripción de la actividad turística	
1	Punta Herrero	Bahía de Espíritu Santo	21/08	1/09	✓	✓	✓	✓	✓	✓	AP, SEGR, MP, KFD, SLLY, DNCM
2	Punta Allen	Bahía de la Ascensión	17/09	29/09	✓	✓	✓	✓	✓	✓	SEGR, KFD, GKAG, TSSR, LLS, DNCM
3	Punta Allen	Bahía de la Ascensión	8/10	20/10		✓		✓		✓	TSSR, AK
4	Punta Allen	Sistema Lagunar de Bahía de la Ascensión	8/10	13/10	✓		✓	✓		✓	SEGR, AGC

* Participantes: Airy Peralta (AP), Sara Edith Gris Rodríguez (SEGR), Mauricio Palacios (MP), Karen Flores Duarte (KFD), Aysha Kassamali (AK), Sara Sofía Landeo Yauri (SLLY), Gloria Katerin Arévalo González (GKAG), Tania Sinaí Susano Romero (TSSR), Andrés Garcés Cuartas (AGC), Lizbeth Lara Sánchez (LLS). Para detalles ver Anexo 1.

CAPÍTULO 1. ECOLOGÍA POBLACIONAL DE LOS MAMÍFEROS MARINOS EN EL COMPLEJO SIAN KA'AN

1.1. Área de estudio

A fin de facilitar el análisis de la información, el área de estudio se dividió en tres zonas principales (Figura 1):

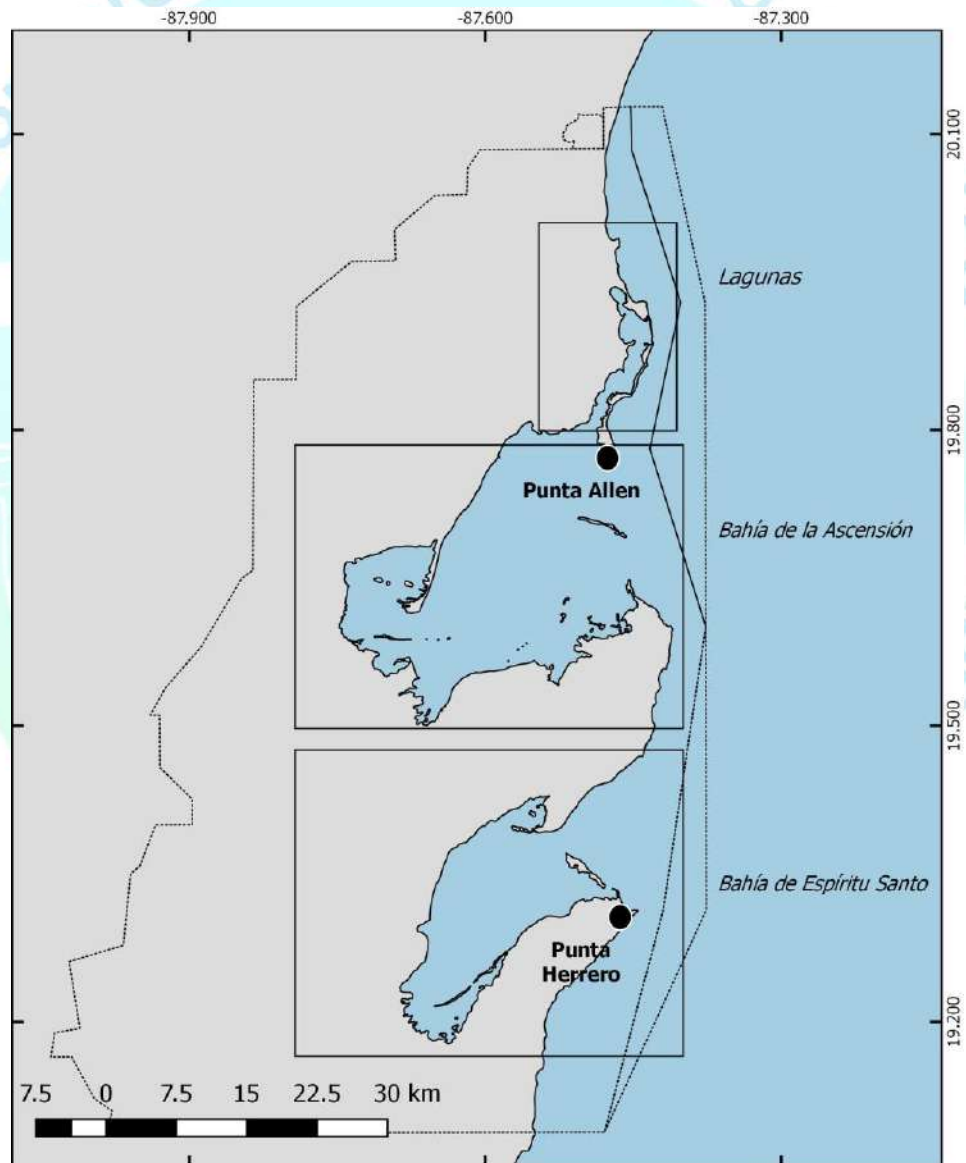


Figura 1. Área de estudio y sus subzonas. El borde punteado es el límite de la Reserva de la Biósfera de Sian Ka'an

- 1) La Bahía de Espíritu Santo.
- 2) La Bahía de la Ascensión
- 3) Lagunas: Consiste en un sistema de lagunas costeras de menor porte, interconectadas y asociadas a la Bahía de la Ascensión, ubicadas al norte de Punta Allen. De sur a norte son: Santali, Catoche, Zamach, San Miguel, Caapechen y Boca Paila.

1.2. Métodos

En esta fase se aplicaron métodos de carácter no invasivo para la búsqueda, monitoreo y evaluación de mamíferos marinos y de su hábitat.

Navegaciones

Se desarrollaron navegaciones aleatorias en zigzag a baja velocidad en embarcación con motor fuera de borda (50HP o 150HP) en cada una de las subzonas, por un mínimo de tres observadores. La detección de los organismos se realizó de manera visual, una vez detectado un grupo de mamíferos marinos, la embarcación se aproximó a distancia prudencial, y se registró información sobre la especie, tamaño de grupo, comportamiento y otros datos relevantes en formatos destinados para tal fin (Anexo 2). En el caso de delfines, se tomaron fotografías de alta calidad principalmente de las aletas dorsales, con el objeto de construir un catálogo de foto-identificación de individuos (Rosel *et al.*, 2011). Además de los transectos, se visitaron las áreas informadas por los pescadores como de alto uso por el manatí, y en ellas la embarcación se detuvo para realizar esperas silenciosas de 10 minutos con el fin de confirmar la presencia de la especie. Como avistamiento se consideraron aquellos eventos en los que se detectó uno o más individuos de mamífero marino.

Sobrevuelos con dron

En este proyecto se siguió el protocolo propuesto para la detección y observación de manatíes en el Caribe (Landeo-Yauri *et al.*, 2018), implementándose para mamíferos marinos en general. Se usaron drones comerciales livianos multirrotor modelo DJI Phantom 3 Advanced (P3A) equipados con GPS y cámara de 12.4 MP. A esta última se le colocó una cubierta polarizadora para reducir los niveles de reflejo solar (Landeo-Yauri *et al.*, 2018).

Los sobrevuelos con dron se llevaron a cabo con los siguientes objetivos:

- **Observación focal de un grupo detectado.** Una vez observado un grupo de mamíferos marinos para confirmar el número de organismos, observar su comportamiento y, en el caso de manatíes, intentar foto-identificar a los individuos (Linchant *et al.*, 2015).

- **Determinación de la abundancia.** En este caso el dron fue piloteado desde la orilla o en embarcación quieta. Cada sobrevuelo siguió una ruta aproximadamente rectangular a una altitud de 100 m (Landeo-Yauri *et al.*, 2018), obteniéndose dos transectos largos con 154 m de ancho de banda.

Los drones fueron volados a una altitud de 60 - 100 m para detección y estimaciones de abundancia, 20 – 60 m para observaciones del comportamiento y 10 – 40 m para foto-identificación (Ramos *et al.*, 2017)

Datos asociados

En los lugares donde estos organismos se detectaron, se tomaron datos ambientales como coordenadas, profundidad, temperatura, transparencia, salinidad, tipo de fondo, y presencia de vegetación acuática sumergida, entre otros, a fin de caracterizar el hábitat seleccionado (Luiselli *et al.*, 2012).

Análisis de la información

Las coordenadas de observación de los mamíferos marinos han sido incorporados a un S.I.G. (Sistema de Información Geográfica), en cuya base de datos se asocia cada punto con la especie, tamaño de grupo, comportamiento y presencia de crías, así como las variables ambientales (temperatura, pH, salinidad, transparencia) y biológicas (vegetación acuática sumergida). Por otra parte, se calculó el esfuerzo en kilómetros de cada navegación y se determinaron Índices de Abundancia Relativa (IAR) obtenida por la fórmula $IAR = \text{Número de individuos} / \text{km}$. La comparación entre IAR entre las tres áreas de muestreo permitió inferir la importancia relativa de cada área tanto para manatíes como para delfines.

Los videos fueron revisados posteriormente al menos cuatro veces en sistema de ciegos con la finalidad de detectar mamíferos marinos en ellos y caracterizar las condiciones ambientales del área. Adicionalmente se anotó la presencia de cualquier otra especie de megafauna acuática (rayas, tiburones, tortugas y cocodrilos). Para cada sobrevuelo se estimó el esfuerzo en tiempo y km, así como el número de mamíferos marinos, tortugas, rayas, tiburones y cocodrilos. A partir de esta información se determinó la densidad por grupo dada por la fórmula $D = N^{\circ} \text{ ind}/\text{área}$.

Las fotografías de aletas dorsales de delfines fueron organizadas en carpetas, y se clasificaron de acuerdo a su calidad (enfoco, nitidez, ángulo y tamaño). Se construyó un catálogo de individuos con base en características distintivas de la aleta como forma, ángulo de inclinación, muescas, cortes, etc. En ocasiones se usaron otras características del individuo como cortes dorsales, lesiones cutáneas, etc. A cada individuo identificado se le asignó un código alfanumérico que sigue el orden en que fue avistado por primera vez.

1.3. Resultados

Distribución y abundancia

En total, se recorrieron 1938,5 km en busca de mamíferos marinos en el CSK, de los cuales 28.21% fue dedicado a Bahía Espiritu Santo (Figura 2), 53.37% a Bahía de la Ascensión (Figura 3) y 18.41% a las lagunas. En total se invirtieron 143.83 horas de búsqueda efectiva de estos organismos.

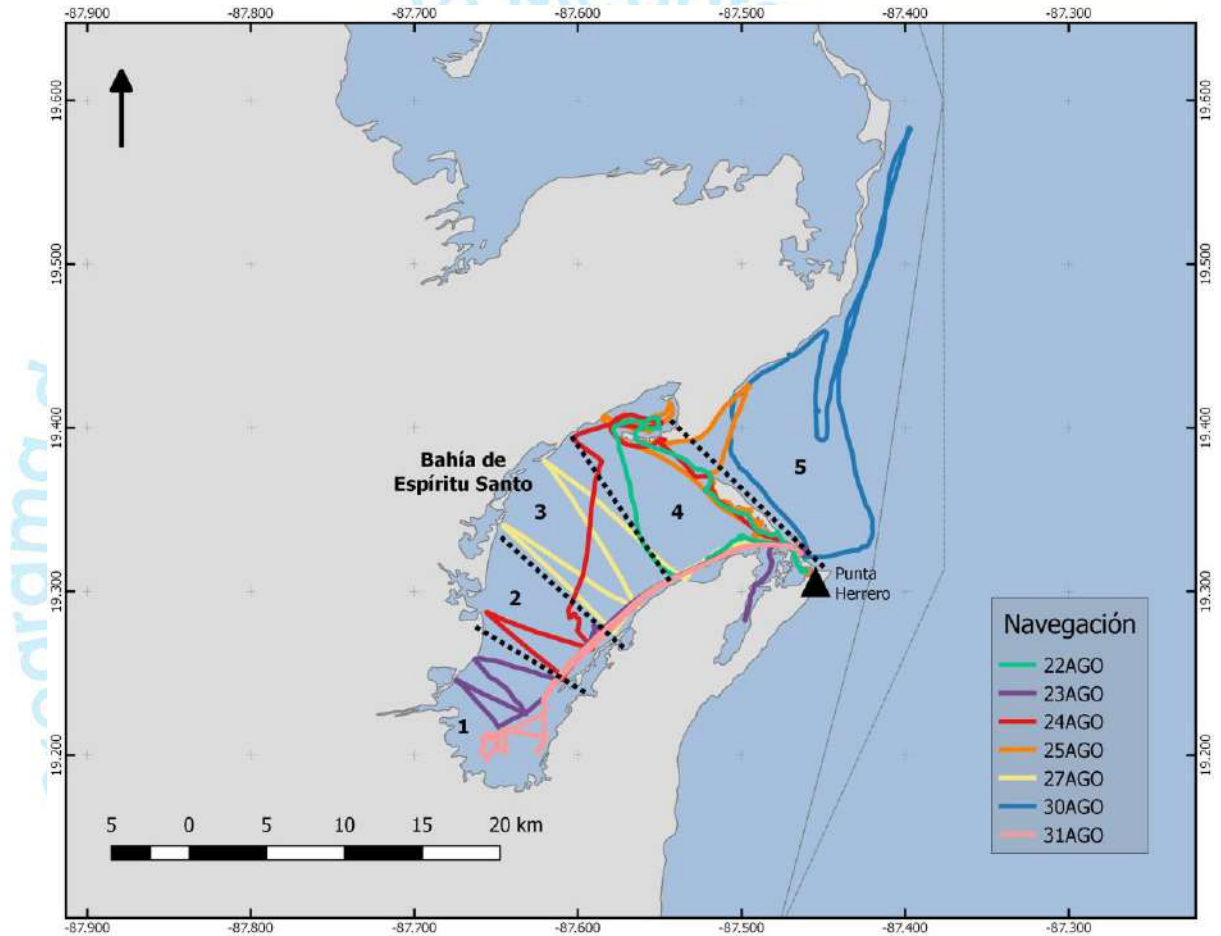


Figura 2. Esfuerzo de navegaciones en busca de mamíferos marinos en la Bahía de Espiritu Santo, RBSK. Los números señalan los polígonos imaginarios en los que se dividió el área de estudio.

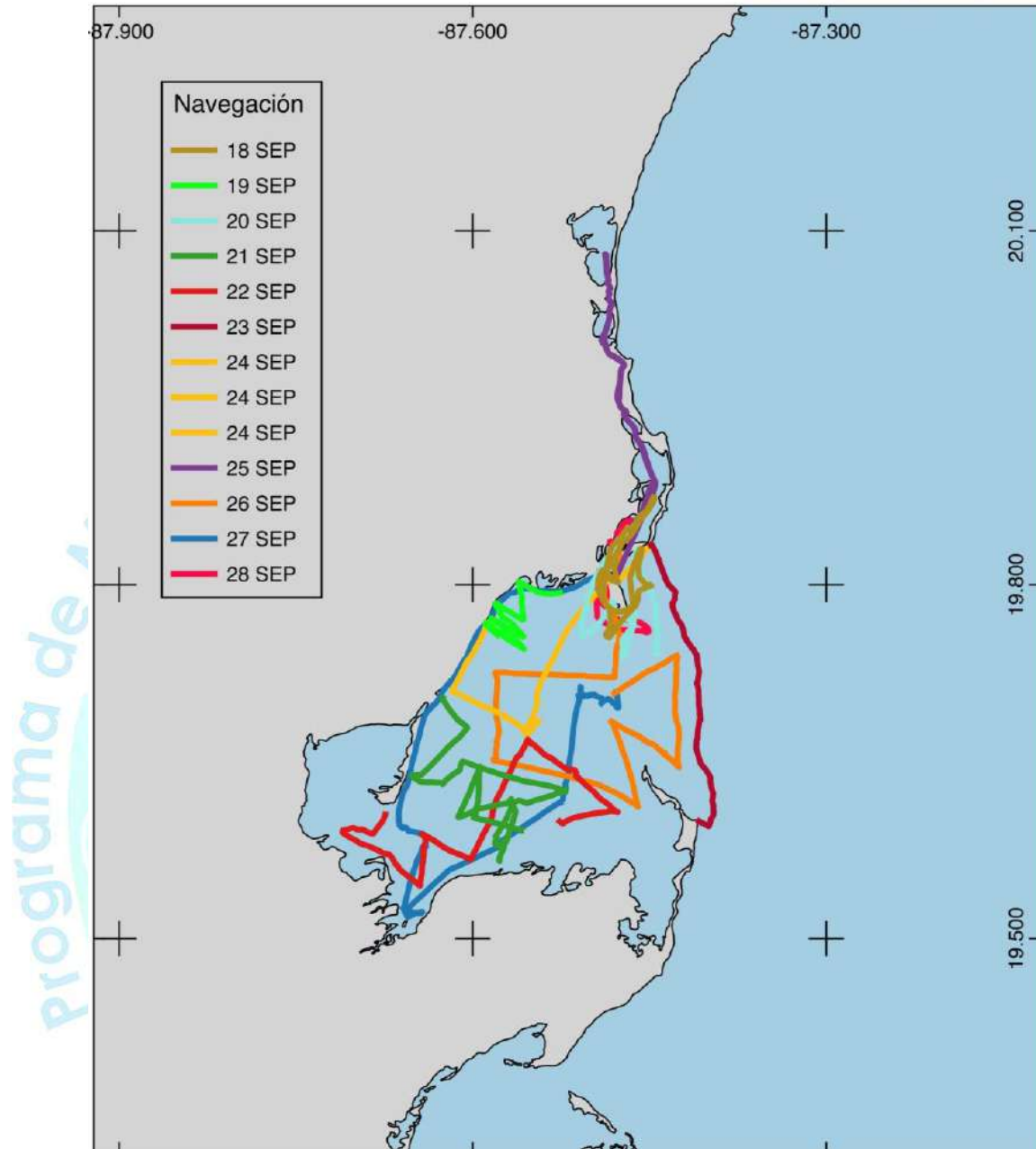


Figura 3. Esfuerzo de navegaciones en busca de mamíferos marinos en la Bahía de Ascensión, RBSK, para el mes de septiembre.

Durante las navegaciones se registraron 55 avistamientos de mamíferos marinos, de los cuales 70.37% correspondieron a delfines y 29.62% a manatí (Tabla 2). Se observó un total de 207 delfines (18 crías) y 32 manatíes (7 crías), obteniéndose un índice de abundancia relativa (IAR) mayor para delfines que para manatí (0.13 y 0.01 individuos por kilómetro de búsqueda respectivamente) (Tabla 3).

Tabla 2. Avistamientos de mamíferos marinos en el Complejo Sian Ka'an entre agosto y octubre de 2018. BES= Bahía Espíritu Santo, BA= Bahía de la Ascensión, La=Lagunas; Tm= *Trichechus manatus*; Tt= *Tursiops truncatus*; Ad= Adulto; Juv= Juvenil; Cr= Cría; D= Desplazamiento; A= Alimentación; So= Socialización; De= Descanso; Se= Sexual; Ib= Interacción con embarcación.

Fecha	ID	Subarea	Especie	Latitud	Longitud	Inicio	Fin	Ad	Juv	Cr	Total	D	A	So	De	Se	Ib
22/08/2018	M_01	BES	Tm	19.37225°	87.520067°	09:44	10:04	1			1	*					
22/08/2018	D_01	BES	Tt	19.373767°	87.522683°	09:57	09:59		1		1	*					
22/08/2018	D_02	BES	Tt	19.404867°	87.568183°	11:48	11:58	4		1	5	*	*				
22/08/2018	M_02	BES	Tm	19.334083°	87.498567°	12:57	13:22	1			1						
22/08/2018	M_03	BES	Tm	19.313217°	87.460750°	14:01	14:23	1		1	2	*					
23/08/2018	D_03	BES	Tt	19.327467°	87.498033°	07:53	08:03	2			2	*					
23/08/2018	D_04	BES	Tt	19.278383°	87.585083°	08:23	08:33	3		1	4	*					
24/08/2018	D_05	BES	Tt	19.264117°	87.593083°	08:28	08:38	4		1	5	*					
24/08/2018	D_06	BES	Tt	19.282383°	87.599267°	10:45	11:00	8			8	*	*				
24/08/2018	D_07	BES	Tt	19.402567°	87.570050°	12:06	12:17	2			2	*					*
25/08/2018	D_08	BES	Tt	19.393983°	87.526583°	11:08	11:17	2		1	3	*					*
25/08/2018	D_09	BES	Tt	19.360267°	87.517567°	12:04	12:15	2			2	*					*
25/08/2018	M_04	BES	Tm	19.336567°	87.487267°	12:47	12:57	1			1	*					
25/08/2018	M_05	BES	Tm	19.313233°	87.461617°	01:20	01:29	1		1	2	*					
31/08/2018	D_10	BES	Tt	19.303200°	87.551700°	11:57	12:09	4			4	*					*
18/09/2018	D_11	BA	Tt	19.76775°	87.48175°	10:23	11:20	8		2	10	*	*	*	*	*	*
20/09/2018	D_12	BA	Tt	19.76631°	087.46329°	12:17	12:37	10		2	12	*		*		*	*
21/09/2018	D_13	BA	Tt	19.61649°	087.50825°	12:26	12:32		2		2	*					
21/09/2018	D_14	BA	Tt	19.50417°	0.8757037°	13:25	02:04	3	1		4	*	*				*
22/09/2018	D_15	BA	Tt	19.64256°	087.51852°	02:50	03:10	3	1		4		*				
23/09/2018	D_16	BA	Tt	19.77759°	087.47278°	11:57	11:57	1			1	*					
23/09/2018	D_17	BA	Tt	19.76279°	087.46917°	12:05	12:10	1			1	*					
23/09/2018	D_18	BA	Tt	19.75431°	087.46406°	12:10	12:43	6		1	7	*					*
25/09/2018	M_06	BA	Tm	20.00774°	087.49069°	11:27	12:30	1		1	2		*				
25/09/2018	M_07	BA	Tm	20.08020°	087.48739°	12:47	14:10	2		1	3		*				
27/09/2018	D_19	BA	Tt	19.70599°	087.50638°	09:33	10:00	2			2	*	*				
28/09/2018	M_08	BA	Tm	19.82898	87.48196	14:05	14:37	1	1		2	*	*		*		*

28/09/2018	M_09	BA	<i>Tm</i>	19.82642	87.48036	14:55	15:15	2		1	3	*	*		*		
28/09/2018	D_20	BA	<i>Tt</i>	19.78685	87.4077	16:20	16:46	9		1	10		*				
09/10/2018	D_21	BA	<i>Tt</i>	19.46860°	087.29033°	08:15	09:15	8	1	2	11	*	*				
09/10/2018	D_22	BA	<i>Tt</i>	19.45912°	087.28827°	09:32	09:34	3			3	*					
09/10/2018	D_23	BA	<i>Tt</i>	19.44771°	087.28667°	09:36	10:09	6			6				*	*	
09/10/2018	D_24	BA	<i>Tt</i>	19.45954°	087.29238°	12:18	01:24	7			7	*					
09/10/2018	M_10	La	<i>Tm</i>	20.00771°	087.49080°	12:35	12:50	1			1					*	
10/10/2018	D_25	BA	<i>Tt</i>	19.41283°	087.32412°	09:00	09:59	6	4		10	*	*			*	*
10/10/2018	D_26	BA	<i>Tt</i>	19.35928°	087.43801°	10:34	11:33	9	1	1	11	*	*				
11/10/2018	D_27	BA	<i>Tt</i>	19.42555°	087.30441°	11:06	11:16	2			2		*				
11/10/2018	D_28	BA	<i>Tt</i>	19.46759°	087.28919°	11:33	12:45	6	3	1	10				*		
11/10/2018	D_29	La	<i>Tt</i>	19.87168°	087.45345°	08:22	08:22										
12/10/2018	D_30	BA	<i>Tt</i>	19.46027°	087.28518°	10:12	12:01	10	2	1	13	*	*	*	*		*
12/10/2018	D_31	BA	<i>Tt</i>	19.46642°	087.29720°	12:09	01:10	3	1		4	*	*			*	
13/10/2018	D_32	BA	<i>Tt</i>	19.45180°	087.27151°	11:05	12:24	10	4	2	16		*	*	*		
13/10/2018	D_33	BA	<i>Tt</i>	19.45771°	087.28786°	12:34	01:16		3		3					*	
13/10/2018	M_11	La	<i>Tm</i>	19.87648°	087.44776°	10:30	10:40	1	1		2	*					
13/10/2018	M_12	La	<i>Tm</i>	20.00760°	087.49081°	11:40	11:50	2		1	3	*	*				
13/10/2018	M_13	La	<i>Tm</i>	20.09318°	087.48665°	12:30	12:40	3		1	4		*				
13/10/2018	M_14	La	<i>Tm</i>	20.08970°	087.48957°	12:50	13:00		2		2	*	*				
13/10/2018	M_15	La	<i>Tm</i>	20.08685°	087.49464°	13:17	13:27	1	1		2	*	*				
13/10/2018	M_16	La	<i>Tm</i>	20.07982°	087.48767°	13:40	13:50	1			1	*	*				
15/10/2018	D_34	BA	<i>Tt</i>	19.46700°	087.28909°	08:40	11:18	4			4				*	*	
15/10/2018	D_35	BA	<i>Tt</i>	19.45674°	087.27947°	01:19	01:22	3	1		4		*	*	*		
16/10/2018	D_36	BA	<i>Tt</i>	19.42748°	087.30617°	09:30	10:05	3			3	*	*				
17/10/2018	D_37	BA	<i>Tt</i>	19.35095°	087.36515°	11:01	11:35	3		1	4	*	*				
17/10/2018	D_38	BA	<i>Tt</i>	19.46488°	087.28717°	01:29	01:42	2			2	*					
18/10/2018	D_39	BA	<i>Tt</i>	19.46804°	087.29316°	09:58	10:49	5			5					*	*

Tabla 3. Determinación de índices de abundancia relativa (IAR, individuos por kilómetro) para manatí *Trichechus manatus* y delfines *Tursiops truncatus* en el Complejo Sian Ka'an.

Nav.	Fecha	Localidad	Distancia recorrida (km)	Hora inicial	Hora Final	Tiempo	Número de manatíes	IARm	Número de delfines	IARd
1	22/08/2018	BES	83.2	09:10	14:42	05:32	4	0.05	6	0.07
2	23/08/2018	BES	84.5	07:46	14:28	06:42	0	0.00	6	0.07
3	24/08/2018	BES	81.9	08:05	13:32	05:27	0	0.00	15	0.18
4	25/08/2018	BES	80.2	08:29	13:29	05:00	2	0.02	5	0.06
5	27/08/2018	BES	68.7	08:20	13:33	05:13	0	0.00	0	0.00
6	30/08/2018	BES	85	08:30	12:49	04:19	0	0.00	0	0.00
7	31/08/2018	BES	63.4	08:25	12:28	04:03	0	0.00	4	0.06
1	18/09/2018	BA	50.1	09:25	14:22	05:00	0	0.00	10	0.20
2	19/09/2018	BA	28.8	12:17	15:45	03:28	0	0.00	0	0.00
3	20/09/2018	BA	43.5	10:33	14:17	03:44	0	0.00	12	0.28
4	21/09/2018	BA	66.9	09:14	14:50	05:36	0	0.00	6	0.09
5	22/09/2018	BA	55.3	10:19	17:15	06:56	0	0.00	4	0.07
6	23/09/2018	BA	29.5	11:39	15:49	04:10	0	0.00	9	0.31
7	24/09/2018	La	10	09:23	10:50	01:27	0	0.00	0	0.00
8	25/09/2018	BA	67	10:03	14:10	04:07	5	0.07	0	0.00
9	26/09/2018	BA	81.9	10:30	14:40	04:10	0	0.00	0	0.00
10	27/09/2018	BA	92.8	07:25	10:40	03:15	0	0.00	2	0.02
11	28/09/2018	BA	36.9	14:05	16:45	02:40	5	0.14	10	0.27
12	09/10/2018	BA	52	08:00	13:40	05:40	0	0.00	27	0.52
13	10/10/2018	BA	81	09:00	14:08	05:08	0	0.00	21	0.26
14	11/10/2018	BA	62	11:00	14:00	03:00	0	0.00	12	0.19
15	12/10/2018	BA	33.9	10:12	13:10	02:58	0	0.00	17	0.50
16	13/10/2018	BA	40	11:05	13:23	02:18	0	0.00	19	0.48
17	15/10/2018	BA	69.2	08:10	14:10	06:00	0	0.00	8	0.12
18	16/10/2018	BA	52.1	08:20	13:10	04:50	0	0.00	3	0.06
19	17/10/2018	BA	30.2	08:30	14:20	05:50	0	0.00	6	0.20
20	18/10/2018	BA	51.6	08:10	11:20	03:10	0	0.00	5	0.10
21	09/10/2018	La	55.9	08:00	13:40	05:40	1	0.02	0	0.00
22	10/10/2018	La	71.8	08:10	12:10	04:00	0	0.00	0	0.00
23	11/10/2018	La	68.5	08:00	13:15	05:15	0	0.00	1	0.01
24	12/10/2018	La	75.7	10:38	14:20	03:42	0	0.00	0	0.00
25	13/10/2018	La	85	09:00	14:30	05:30	13	0.15	0	0.00

Se observa que hubo una mayor abundancia relativa de mamíferos marinos en Bahía de Ascensión, en comparación con Bahía de Espíritu Santo. Sin embargo, cada especie presentó preferencia de hábitat, siendo que el manatí fue más abundante en la

subárea de lagunas, mientras que los delfines se encuentran más frecuentemente en Bahía de Ascensión (Figura 4)

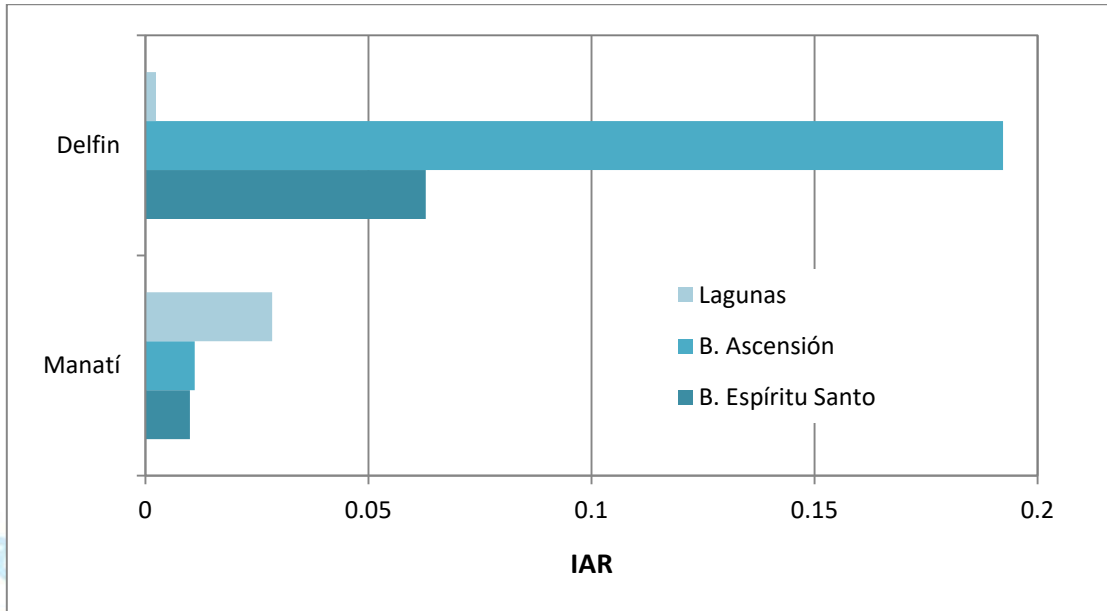


Figura 4. Índice de Abundancia Relativa (IAR) estimada como número de individuos/km, para delfines *Tursiops truncatus* y manatíes *Trichechus manatus*, en el Complejo Sian Ka'an.

Los delfines fueron hallados en grupos de 1 a 16 individuos (Figura 5 y 6), siendo que la mayor cantidad de grupos observados estaban compuestos por menos de 6 individuos. En el caso de manatíes (Figura 5 y 6), el tamaño grupal fue de 1 a 4 individuos, sin embargo la mayoría de observaciones consistieron en parejas de individuos. La mayoría de crías para ambas especies fue observada en Bahía de la Ascensión.

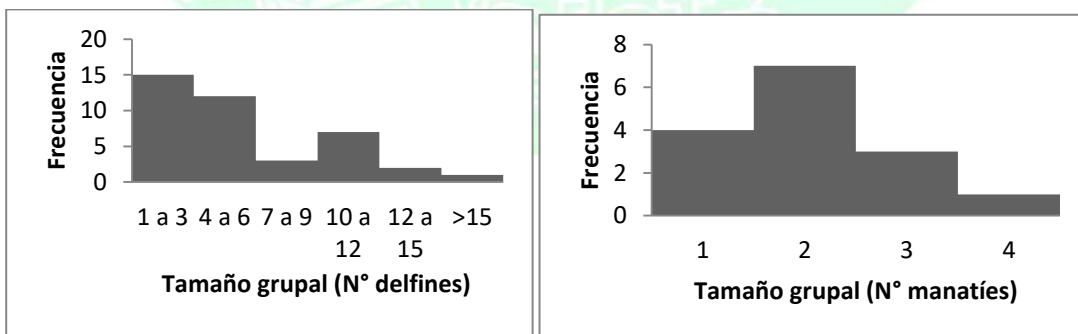


Figura 5. Histogramas mostrando la composición grupal observada para delfines *Tursiops truncatus* (izq.) y manatíes *Trichechus manatus* (der.), en el Complejo Sian Ka'an.

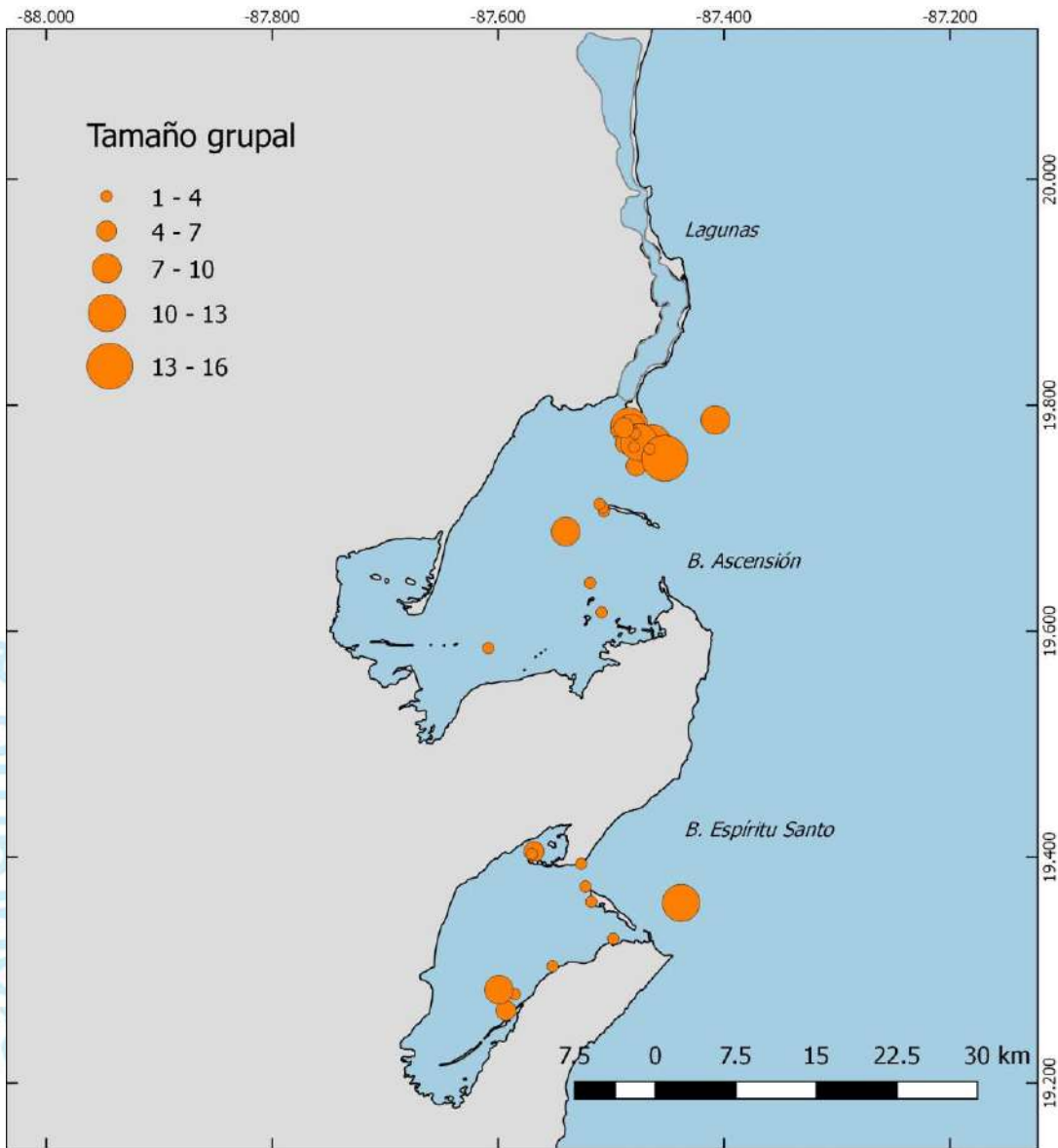


Figura 6. Distribución y composición grupal en número de individuos de delfines *Tursiops truncatus* en el Complejo Sian Ka'an.

Todos los manatíes se observaron en salinidades medias a bajas ($\leq 25\%$); mientras que los delfines se avistaron principalmente en zonas marinas (salinidad $\geq 30\%$) (Figura 7).

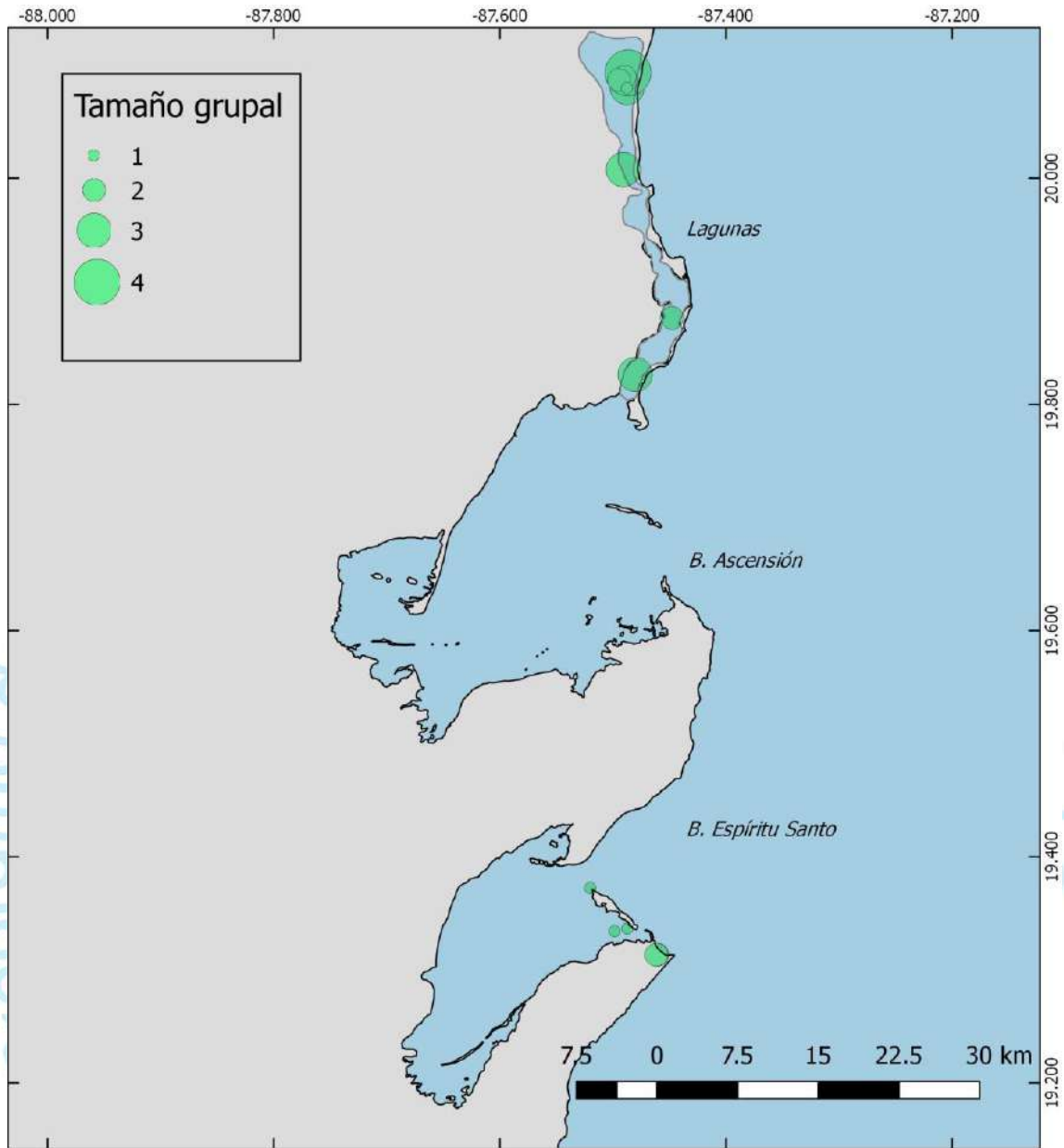


Figura 7. Distribución y composición grupal en número de individuos de manatíes *Trichechus manatus* en el Complejo Sian Ka'an.

Sobrevuelos con drones

Se realizaron 10 sobrevuelos de prueba y 18 sobrevuelos definitivos, mediante los cuales se recorrieron 37,726 km del CSK con ancho de banda de 154 m, es decir, se sobrevoló un área de 5,809 km². Después del filtro de calidad, se obtuvieron 26 videos, con duración promedio de 11:56 minutos, en los cuales se registró la presencia de 30 organismos de megafauna acuática incluyendo delfines, manatí, rayas, tiburones, tortugas y cocodrilos (Tablas 4 y 5, Figura 8).

Tabla 4. Determinación de índices de densidades (individuos por kilómetro cuadrado) para manatí *Trichechus manatus*, delfines *Tursiops truncatus* y otras especies de megavertebrados acuáticos en el Complejo Sian Ka'an; mediante sobrevuelos (SV) con dron.

SV	Fecha	Hora inicio	Esfuerzo (min)	Punto de partida		Area cubierta (km ²)	Densidades (ind/km ²)						
				LAT	LON		Delfin	Manatí	Tortuga	Tiburón	Raya	Cocodrilo	
1	22/08	10:08	11:48	19.374	-87.524	261.1			0.022				
2	22/08	11:23	7:35	19.405	-87.5567	348.0					0.002		
3	22/08	13:02	17:15	19.333	-87.4993	251.1							
4	22/08	17:07	8:12	19.319	-87.4611	293.2							
5	22/08	17:26	8:28	19.320	-87.4619	442.4							
6	23/08	9:06	6:22	19.217	-87.6486	347.1				0.002	0.002		
7	23/08	12:58	9:16	19.282	-87.4981	286.7							
8	27/08	9:56	12:27	19.340	-87.6456	787.7				0.002		0.002	
9	18/09	10:31	10:39	19.767	-87.4827	230.5	0.039	0.004	0.017	0.004			
10	21/09	13:47	16:03	19.579	-87.5791	305.3	0.009						
11	09/10	8:12	15:54	19.816	-87.4853	156.4		0.006					
12	09/10	8:48	12:40	19.836	-87.4764	158.0							
13	09/10	9:14	14:18	19.858	-87.4672	185.8							
14	09/10	9:54	9:20	19.859	-87.4514	203.4							
16	09/10	11:07	17:52	19.869	-87.4465	628.4							
17	10/10	8:33	16:05	19.885	-87.4463	512.9							
18	10/10	8:58	9:22	19.898	-44.8128	411.0							



Figura 8. Imagen extraída de video con dron obtenido el 21/09/2018 donde se observa un grupo de tres delfines adultos.

Tabla 5. Características de los avistamientos de manatí *Trichechus manatus*, delfines *Tursiops truncatus* y otras especies de megavertebrados acuáticos en el Complejo Sian Ka'an; mediante sobrevuelos (SV) con dron.

SV	Fecha	ID	Hora	Lat	Lon	Especie	Num ind
1	22/08/18	To01	10:10	19.3781	-87.5250	Tortuga	5
1	22/08/18	To02	10:14	19.3747	-87.5274	Tortuga	1
2	22/08/18	Ra01	11:28	19.4017	-87.5588	Raya	1
6	23/08/18	Ti01	9:07	19.2156	-87.6504	Tiburón	1
6	23/08/18	Ra02	9:09	19.2167	-87.6484	<i>Aetobatus narinari</i>	1
8	27/08/18	Ti02	10:00	19.3369	-87.6489	Tiburón	1
8	27/08/18	Co01	10:00	19.3374	-87.6500	Cocodrilo	1
8	27/08/18	Ti03	10:04	19.3388	-87.6497	Tiburón	1
9	18/09/18	De01	10:34	19.7673	-87.4822	<i>Tursiops truncatus</i>	2
9	18/09/18	De02	10:36	19.7677	-87.4829	<i>Tursiops truncatus</i>	1
9	18/09/18	Ma01	10:36	19.7677	-87.4829	<i>Trichechus manatus</i>	1
9	18/09/18	To03	10:37	19.7679	-87.4819	Tortuga	3
9	18/09/18	To04	10:37	19.7677	-87.4822	Tortuga	1
9	18/09/18	To05	10:37	19.7679	-87.4820	Tortuga	1
9	18/09/18	To06	10:38	19.7677	-87.4827	Tortuga	1
9	18/09/18	De03	10:38	19.7680	-87.4828	<i>Tursiops truncatus</i>	1
9	18/09/18	De04	10:38	19.7679	-87.4827	<i>Tursiops truncatus</i>	1
9	18/09/18	De05	10:38	19.7687	-87.4832	<i>Tursiops truncatus</i>	3
9	18/09/18	De06	10:40	19.7673	-87.4827	<i>Tursiops truncatus</i>	1
10	21/09/18	De07	13:47	19.5794	-87.5801	<i>Tursiops truncatus</i>	3
11	09/10/18	Ma02	8:21	19.8224	-87.4799	<i>Trichechus manatus</i>	1

Foto-identificación de delfines

Se colectaron más de 10,000 fotografías de los delfines del CSK. Después de un minucioso análisis de calidad se seleccionaron 5,959 de las cuales 4,919 fueron tomadas en Bahía de Ascensión y el resto en Bahía de Espíritu Santo. El proceso de foto-identificación de organismos sigue en curso, sin embargo ya se identificaron 18 individuos para BES (Figura 9) y 40 para BA (Figura 10).

Es importante resaltar que el 47.5% de los delfines foto-identificados en Bahía de Ascensión presentan lesiones de moderadas a severas incluyendo enfermedades de la piel (por ejemplo lobomiosis aguda) y mutilaciones medias y grandes. En contraste, tan sólo 1 individuo de BES (5.5%) presentó una lesión externa relativamente importante.



Figura 9. Algunos de los individuos foto-identificados para Bahía de Espíritu Santo (BES)



Figura 10. Algunos de los individuos foto-identificados para Bahía de Ascensión (BA).

CAPÍTULO 2. COMPONENTE HUMANO

2.1. Efectos de la actividad turística

Métodos

Se realizaron observaciones sistemáticas de la actividad turística de avistamiento de delfines, comúnmente desarrollada en cercanías al ‘Faro’ de la comunidad de Punta Allen. No se registró ninguna actividad de avistamiento de manatí. Una vez se detectó un grupo de delfines acompañado de turistas, el bote de investigación se aproximó de manera prudente al área de observación y en los respectivos formatos (ANEXO 2_b) se capturaron información de fecha, lugar, y hora. Posteriormente, se seleccionó un delfín focal que fue fotoidentificado y observado mediante ‘scans’ de 10 minutos, a fin de determinar su comportamiento. Las conductas fueron previamente enlistadas a partir de experiencia previa de los investigadores, y fueron clasificadas en estados (Tabla 6): Alimentación, reposo, socialización y desplazamiento. Igualmente se enlistaron 21 eventos comúnmente observados en delfín nariz de botella, como por ejemplo comportamientos de afiliación, evitación, cambió de dirección, etc. (Tabla 7).

Tabla 6. Catálogo de estados conductuales del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* para efectos de caracterizar las interacciones con embarcaciones durante eventos de avistamiento turístico de la especie en el CSK.

Categoría	Clave	Descripción
Alimentación	FOR	Emersiones energéticas y rápidas, frecuentes cambios de dirección, persecuciones de peces, inmersiones más profundas y más largas (muestra pedúnculo y cola)
Descanso	RES	Nivel de actividad bajo, movimiento lento (velocidad <2 nudos), emersiones lentas
Socialización	SOC	Caricias, frotamientos, intento de cópula, persecuciones, inspecciones genitales, juegos, exhibiciones y otros contactos físicos.
Desplazamiento	TRA	Movimiento persistente y direccional (velocidad > 2 nudos); Puede ser serpenteante pero hacia una dirección en particular.

Tabla 7. Catálogo de eventos conductuales del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* para efectos de caracterizar las interacciones con embarcaciones durante eventos de avistamiento turístico de la especie en el CSK.

Categoría	Clave	Descripción
Afiliativo	AFF	Cuando dos grupos separados se unen e interactúan
Evitación	AVOID	Los delfines cambian su comportamiento y se alejan del área previamente ocupada en respuesta a una fuente de perturbación (por ejemplo, un barco), se mueven fuera del área, bucean más y cambian de dirección de viaje
Vientre	BB	Los animales nadan juntando el área ventral, generalmente relacionado con comportamiento sexual
Salida	BRCH	El animal salta del agua y cae de costado.
Cambio de dirección	CTD	Cuando los animales cambian su dirección de viaje, puede ocurrir continuamente.
Bufo	CHF	El animal hace fuerte exhalación en la superficie. Típicamente un signo de perturbación
Inmersión profunda	DD	Cuando un animal se sumerge, la cola se expone y el cuerpo desciende verticalmente
Posición de escalón	EP	Una cría nada posicionándose entre el ojo y la aleta dorsal en el flujo de deslizamiento de su madre o tía, típicamente asociado con las crías menores a 1 mes de nacidas.
Posición infantil	IP	Juvenil o cría nada junto a la madre entre su aleta dorsal y la cola. También se conoce como posición de niñera
Interacción con embarcación	INT	Delfines dentro de un radio de 15 m del barco, que muestran interés y comportamiento cambiante (es decir, arco, estela, aproximaciones sostenidas)
Salto de cabeza	LE	El animal salta fuera del agua, a menudo 1 metro o más, y cae de cabeza en el agua.
Inmersión larga	LS	Los intervalos entre emersiones son largos.
Pellizco	NI	Uno o más animales muerden a otro individuo, dejando marcas semejantes a un rastrillo. Suele asociarse con dominación y agresión.
Posición de marsopa	PORP	A menudo se ve en navegaciones y alimentación. El animal sale a la superficie con el rostro y el melón expuestos, creando un efecto de onda a su alrededor.
Descanso	RE	Los animales pueden permanecer en la superficie o tener movimientos lentos, durante largos períodos de tiempo.
Sexual	SEX	Cuando dos o más animales muestran comportamientos sexuales, pueden incluir frotamientos genitales
Espiar	SH	Cabeza de animal se eleva verticalmente sobre la superficie del agua
Mamar	SU	Se refiere a las parejas madre-cría en las que se observa a la cría (o al juvenil) en posición infantil con rostro en contacto con glándulas mamarias
Emersión simultánea	SYN	Cuando dos o más individuos salen a la superficie y se comportan, es decir, la superficie sopla al mismo tiempo.
Golpe de cola	TSL	El animal levanta la cola sobre la superficie y la golpea en el agua.
Dispersión	SPR	Los individuos en un grupo no están fuertemente cohesionados y ocupan un área grande

Para cada scan de observación se anotó, además de la conducta del animal focal, el tamaño grupal de delfines y la información relativa a las embarcaciones. En este sentido, se capturó información sobre el número de embarcaciones presentes, si una o más de ellas se aproximaba a menos de 100 m del grupo, el tipo de aproximación al grupo de delfines (directo, indirecto, pasivo o con interacción) y el comportamiento del conductor de la embarcación (Tabla 8). Cuando fue posible, se utilizó el dron para tener una visión adicional de las interacciones.

Tabla 8. Catálogo de estados conductuales de las embarcaciones para efectos de caracterizar las interacciones con embarcaciones durante eventos de avistamiento turístico del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en el CSK.

Comportamiento de la embarcación		
Navegando	TR	Cualquier embarcación moviéndose en una dirección determinada
Estacionaria	ID	Embarcación quieta, puede ser anclada
Círculos	CI	Embarcación moviéndose en círculos y cambiando constantemente la dirección
Cambio de dirección	CD	La embarcación cambia de una dirección constante a otra
Nado pasivo	PT	Embarcación posicionada en paralelo a la dirección de nado de los delfines
Aproximación de la embarcación		
Directo	DI	La embarcación se acerca de manera directa, usualmente por detrás del grupo de delfines
Indirecto	IN	La embarcación se acerca accidentalmente o sin este propósito al grupo de delfines
Pasivo	PAS	La embarcación se acerca de lado, de manera paralela al grupo de delfines, como se estipula en los lineamientos.
Interacción	INT	Los delfines se aproximan a la embarcación

Resultados

Se lograron describir 8 eventos de avistamiento turístico de delfines, todos en la Bahía de Ascensión (Tabla 9). Al parecer las observaciones de delfines ocurren a cualquier hora del día, pero principalmente en la mañana. Los eventos registrados ocurrieron entre las 9:55 y las 12:49; con duraciones que variaron de 6 minutos hasta casi una hora. El tamaño de los grupos de delfines varió de 1 a 14 individuos y en tres ocasiones hubo presencia de hembras con crías, algunas de ellas aún con la marca típica de nacimiento (>1 mes de vida).

Tabla 9. Características generales de las interacciones con embarcaciones durante eventos de avistamiento turístico del delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* en el CSK. Av.: Avistamiento, MIN_E: Número mínimo de embarcaciones, MAX_E: Número máximo de embarcaciones, MIN_D: Número mínimo de delfines, MAX_D: Número máximo de delfines; CE: Comportamiento embarcación; Aprox.: Aproximación de la embarcación; CD: Comportamiento delfín; Obs.: Observaciones. Ver Tabla 2 para más detalles sobre el avistamiento. Los comportamientos están descritos en tablas 6 y 8.

Num.	Fecha	Av.	Hora	Duración	MIN_E	MAX_E	MIN_D	MAX_D	CE	Aprox	Obs. Embarcación	CD	Obs. Delfín
1	18/09/2018	D011	10:23	00:57	10	14	8	14	TR CI	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo en 3, encierra al grupo con movimientos circulares	SOC	Bufo, hembras con cría se alejan, adultos en actividad sexual permanecen
2	09/10/2018	D014	12:28	00:28	1	8	6	8	TR CI	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo, encierra al grupo con movimientos circulares	RES	Bufo y golpe de cola (comportamientos agonísticos). Cría pequeña en el grupo
3	11/10/2018	D018	11:35	01:16	1	8	3	12	TR CD	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo. Sigue al grupo agresivamente.	SOC	El grupo se parte en tres, Bufo.
4	12/10/2018	D019	10:14	00:06	2	2	5	15	TR CI	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo. Sigue al grupo agresivamente.	FOR	Inmersiones profundas, bufo, cambio de dirección de nado

Num.	Fecha	Av.	Hora	Duración	MIN_E	MAX_E	MIN_D	MAX_D	CE	Aprox	Obs. Embarcación	CD	Obs. Delfin
5	12/10/2018	D020	12:09	00:34	2	14	3	4	TR	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo. Los botes toman turnos para interactuar con los delfines.	FOR TRA CTD SOC	Inmersiones profundas, un individuo abandona al grupo
6	13/10/2018	D022	12:49	00:06	1	1	3	3	TR	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo	SEX	Las embarcaciones aparentemente no afectaron el comportamiento de los delfines
7	15/10/2018	D023	09:55	00:38	1	2	8	19	TR CD	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo. Sigue al grupo.	TRA SOC SEX	Las embarcaciones aparentemente no afectaron el comportamiento de los delfines, aunque se presentaron algunos bufeos.
8	15/10/2018	D024	10:48	00:32	1	10	8	19	TR CD	DI	La embarcación se aproxima de manera directa a <100 m, rompe el grupo. Sigue al grupo.	SOC	Los delfines pasaron de socializar a desplazarse cuando el número de embarcaciones llegó a 5.

Típicamente, cuando uno de los operadores avista un grupo de delfines, se activa un protocolo de comunicación mediante radio, a partir de lo cual las embarcaciones de turistas van llegando a observar al grupo de manera simultánea. Sobre esta actividad turística notamos lo siguiente:

- **Densidad de embarcaciones:** Aparentemente no existe límite para el número de embarcaciones que observan al grupo de cetáceos, así como puede ser tan solo una, llegamos a contar hasta 16 botes observando simultáneamente un grupo. Tan solo en una ocasión las embarcaciones hicieron turnos para la observación de los delfines.
- **Aproximación al grupo.** En todos los casos observados, la aproximación al grupo fue directa, es decir, la embarcación llegó a alta velocidad, sobre el grupo de delfines aproximándose a menos de 100 m, sin tomar en cuenta la dirección de nado del mismo (Figura 11). Durante el resto de la observación, las embarcaciones persiguen y rodean al grupo, a veces de manera agresiva.
- **Tiempo de observación.** Aparentemente no existe un límite de tiempo para acompañar el grupo de delfines.

En cuanto al comportamiento del grupo de delfines, en cinco de los ocho casos se presentaron conductas agonísticas, posiblemente indicadoras de estrés (bufeo, golpe con la cola) así como conductas de huida e inmersiones largas. Otro efecto notable fue la disgregación de los grupos, en ocasiones como consecuencia de la huida de madres con cría. En el caso en que los animales se encontraban desarrollando conductas sexuales, la actividad turística no tuvo ningún efecto obvio sobre el comportamiento.



Figura 11. Imágenes extraídas de video con dron obtenido el 18/09/2018 donde se observaron interacciones de delfines con embarcaciones turísticas, nótese la proximidad al grupo de cetáceos.

2.2. Aplicación de entrevistas

Métodos

Se aplicaron entrevistas a pobladores locales adultos, diseñadas con la finalidad de: 1) evaluar su grado de familiaridad con los mamíferos marinos de la CSK, 2) recabar información importante sobre estos organismos como áreas principales de uso y factores de riesgo y 3) consultar la percepción que sobre estas especies tienen las personas locales (Anexo 3).

Al iniciar la entrevista, el entrevistador hizo una pequeña presentación de sí mismo y del proyecto. Se intentó que la entrevista fuera semi-estructurada, es decir, siguiendo un orden lógico de temarios pero permitiendo al entrevistador relatar libremente los diferentes aspectos cuestionados (Figura 12). Aunque se contó con un formato para manatí y otro para delfín, la captura de información para ambas especies ocurrió de manera simultánea. Las respuestas obtenidas durante las entrevistas fueron organizadas en bases de datos; a fin de realizar un análisis exploratorio de la información.



Figura 12. Educadora ambiental y biólogas aplicando entrevistas a miembros de las cooperativas.

Las entrevistas fueron capturadas en bases de datos, y se analizó la información mediante estadísticas y gráficas básicas. En algunos casos se usaron porcentajes de mención o sapiencia, definido como el número de personas que mencionaron algún elemento a evaluar, dividido por la totalidad de entrevistados.

Resultados

Se aplicaron 64 entrevistas, 30 sobre el manatí y 34 sobre delfines. Los entrevistados fueron en su mayoría varones cuya edad osciló entre los 19 y los 71 años. Muchos nacieron en otras áreas de Quintana Roo, Veracruz o Campeche, y fueron a vivir a Punta Herrero o Punta Allen en busca de oportunidades de subsistencia. Actualmente, la ocupación principal de los entrevistados es el turismo (46.87%), la pesca (34.3%) o ambas (15.62%).

Al indagar por la abundancia de las especies de mamíferos marinos, 32% de los entrevistados estimó que debe haber más de 200 delfines ocupando el CSK, mientras que al manatí lo consideran más escaso, más de la mitad de entrevistados opinó que habitan menos de 50 individuos en el área de estudio (Figura 13).

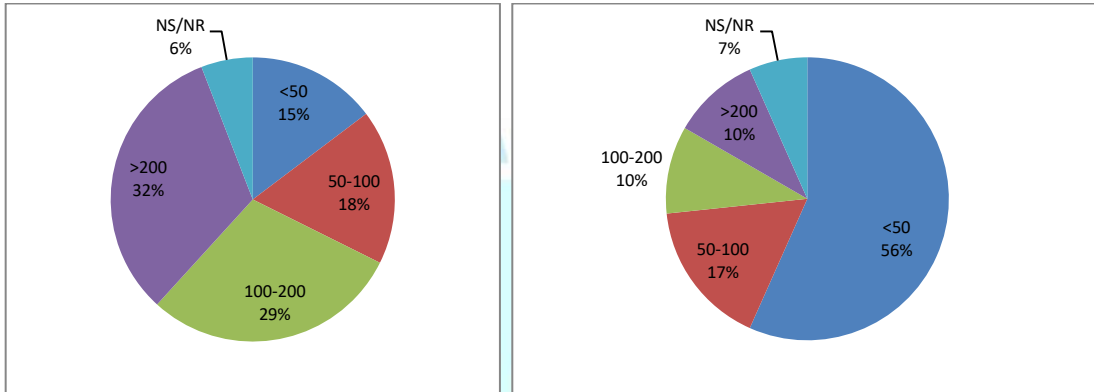


Figura 13. Abundancia estimada por los entrevistados para delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (izq.) y manatí *Trichechus manatus* (der.) en el CSK.

En términos generales, los moradores locales tienen un conocimiento adecuado de estas especies, aunque es necesario reforzar las actividades de educación ambiental. Al preguntarles por la dieta de estas especies, la mayoría mencionó que el manatí se alimenta de pastos, algas o en general plantas (Figura 14), indicando que conocen la naturaleza herbívora de la especie.

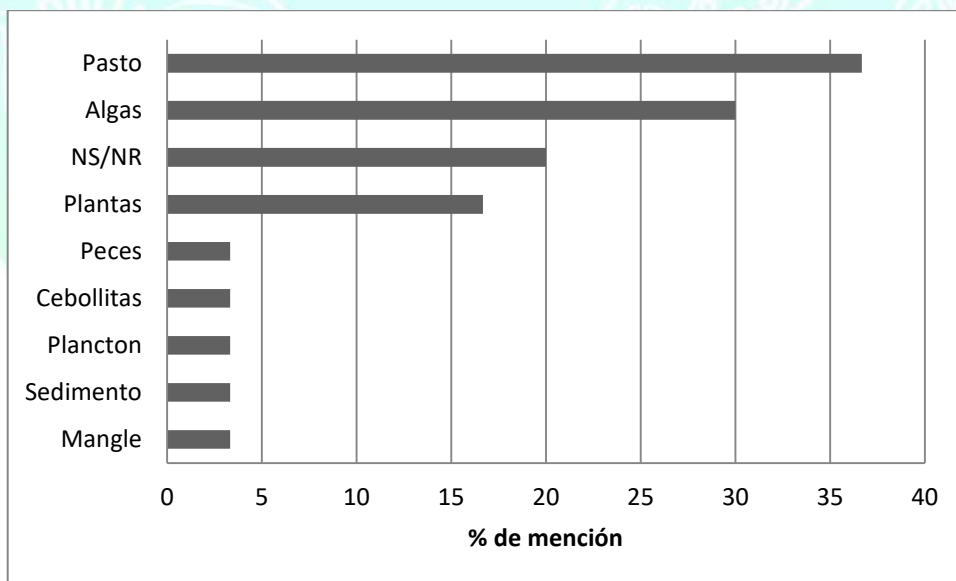


Figura 14. Ítems de la dieta del manatí *Trichechus manatus* en el CSK, mencionados por los entrevistados.

En el caso de los delfines, se mencionaron 18 ítems diferentes de la dieta, donde resalta la langosta, el caracol y peces en general.

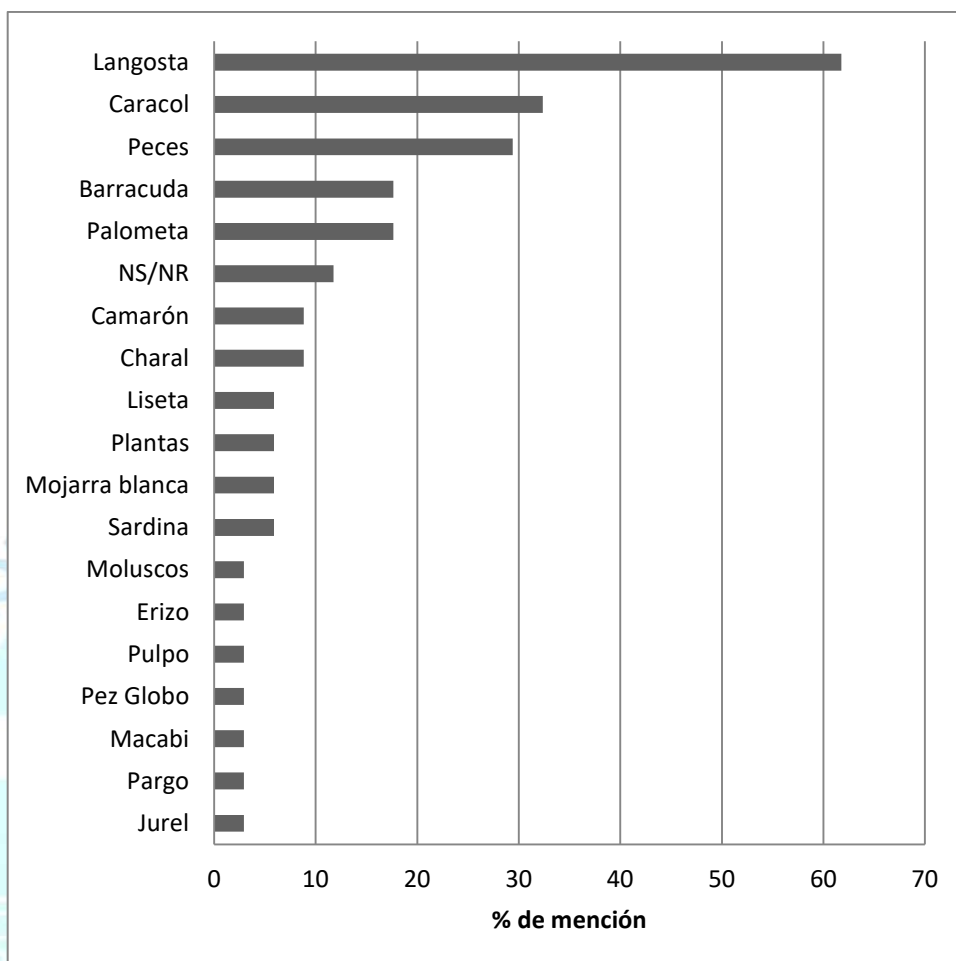


Figura 15. Ítems de la dieta del delfín *Tursiops truncatus* en el CSK, mencionados por los entrevistados.

El 53% de los entrevistados considera que el principal riesgo para manatí en el área son las embarcaciones, debido al riesgo de colisión y consecuentemente lesiones o muerte del individuo (Figura 16). A partir de las entrevistas, concluimos que ha habido al menos un caso (hembra adulta) atropellada y muerta por embarcación en Bahía de Espíritu Santo, en la zona de Golfito. En cuanto a Bahía de Ascensión, cinco de los entrevistados relataron haber presenciado un manatí adulto muerto por colisión con embarcación. Debido a que la información proveniente de estas cinco personas no es completa en cuanto a lugar y año, no podemos triangular para decidir si se trata del mismo o de varios eventos. De cualquier forma, sabemos que en los últimos 5 años hay al menos dos casos de manatí adulto colisionado por embarcación a alta velocidad en el CSK, en donde los animales presentaban rasgos evidentes de cortes de propele. En México, las colisiones con embarcación son muy escasas, siendo estos los primeros reportes para el Caribe en los últimos 20 años, por lo que es importante atender esta situación a fin de que no escale a futuro.

Las colisiones con embarcaciones fue también la principal preocupación en el caso de delfines. Varios entrevistados mencionaron que en una oportunidad un delfín cría cayó en la lancha de turistas y aunque aparentemente no resultó lesionado, deja ver la cercanía con la

que las lanchas interactúan con los delfines. Un entrevistado comentó haber observado en Abril/2018 un delfín adulto con un corte severo en su lomo, siendo posiblemente una herida por propela, o por hostigamiento. Sin embargo ante la falta de material probatorio, esto es apenas la percepción del entrevistado.

Los entrevistados mencionaron la contaminación como un factor importante de riesgo para ambas especies, incluyendo las aguas residuales, y la presencia de plásticos en los cuerpos de agua. El turismo de avistamiento no fue considerado un riesgo mayor, aunque muchos de los consultados hicieron la salvedad de que éste debe regularse para evitar que se convierta en un riesgo de colisión o de disturbio para los mamíferos marinos. Los entrevistados en general, consideran que el manatí se puede ver afectado por las observaciones con turistas, mientras que los delfines no.

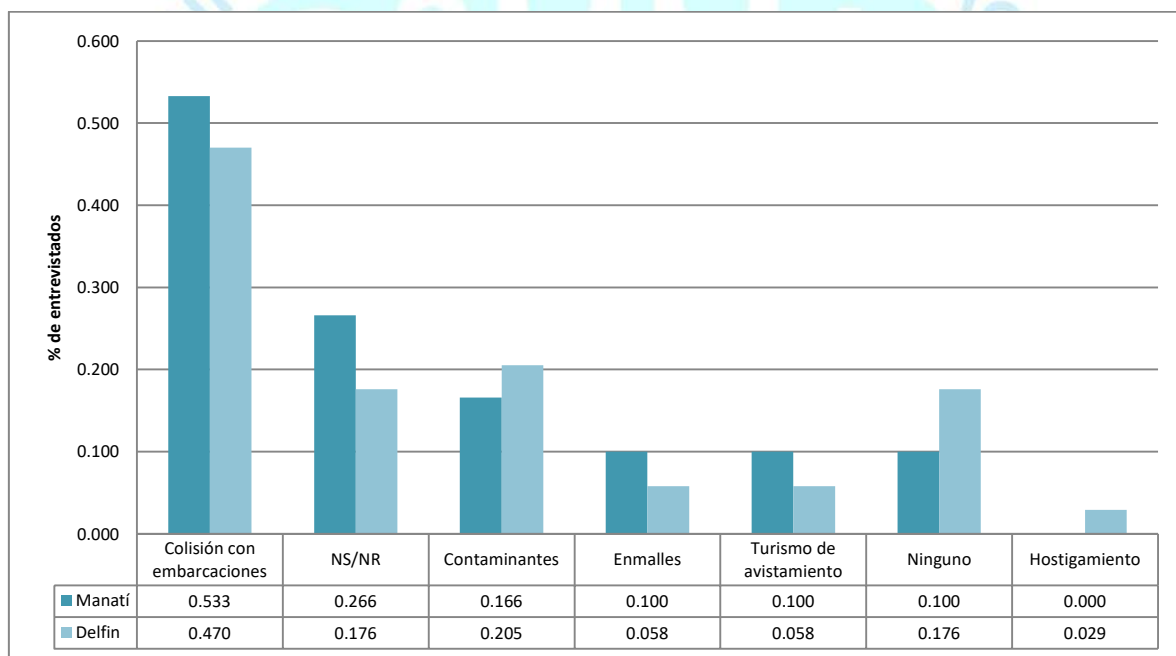


Figura 15. Percepción de los entrevistados sobre los principales riesgos que afectan a las especies de mamíferos marinos que habitan el CSK.

En términos generales, los entrevistados se mostraron optimistas ante la situación de conservación de estas especies en el CSK (Figura 16). El 56% de los entrevistados para delfín, manifestaron que perciben un aumento en la presencia de la especie durante los últimos 10 años. Similar situación se presenta para manatíes, pues 43,3% entrevistados indican que la población ha ido en aumento. Tan solo 16% considera que el manatí ha ido desapareciendo.

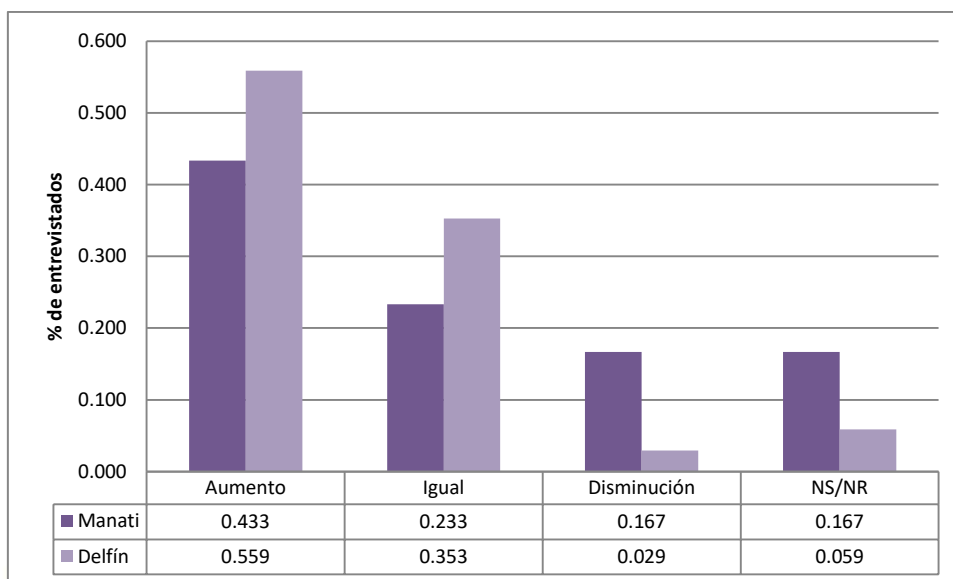


Figura 15. Percepción de los entrevistados sobre las tendencias poblacionales de las especies de mamíferos marinos que habitan el CSK.

2.3. Actividades de educación ambiental y ciencia comunitaria

La Tabla 10 resume las reuniones y talleres desarrollados en el CSK. En total se desarrollaron cuatro reuniones preliminares, cuatro talleres de educación y sensibilización ambiental dirigidos a las cooperativas pesqueras (CP) y turísticas (CT), y cuatro talleres para niños de primaria y secundaria. Adicionalmente, se brindó una plática informativa durante un recorrido turístico a seis turistas españoles sobre la importancia y biología de los mamíferos marinos de Punta Allen en Sian Ka'an. Se alcanzó un total de 264 personas durante las actividades de educación ambiental (185 adultos y 79 niños) (Tabla 11)

Tabla 10. Actividades de sensibilización ambiental para el cuidado de los mamíferos marinos y capacitación en turismo responsable desarrolladas en el mes de Septiembre 2018 en Punta Allen.

Número de actividad	Tipo	Fecha	Localidad	Dirigido a	Facilitador	Número de personas alcanzadas
1	Reunión preliminar	22/08	Punta Herrero	CP Azcorra	DNCM	12
2	Reunión preliminar	15/08	María Elena	CP Cozumel	KF, SG	20
3	Reunión preliminar	18/09	Punta Allen	CP Vigía Grande	DNCM	28
4	Reunión preliminar	19/09	Punta Allen	CT Nativos	KF, SG, TS	12

5	Taller de capacitación	26/09	Punta Allen	CT Punta Allen	LLS	12
6	Taller de capacitación	26/09	Punta Allen	CP Vigía Grande	LLS	34
7	Taller de capacitación	27/09	Punta Allen	CT Gaitana CT Boyas	LLS	17
8	Taller de capacitación	28/09	Punta Allen	CP Vigía Chico CT Nativos	LLS	40
9	Taller a niños		Punta Allen	Grados 1 y 2 de la escuela primaria “Ignacio Ramírez”	LLS	23 niños y 1 profesor
10	Taller a niños		Punta Allen	Grados 3 y 4 de la escuela primaria “Ignacio Ramírez”	LLS	18 niños y 1 profesor
11	Taller a niños		Punta Allen	Grados 5 y 6 de la escuela primaria “Ignacio Ramírez”	LLS	13 niños y 1 profesor
12	Taller a niños		Punta Allen	Jardín de niños “Los Arrecifes”	LLS	25 niños y 1 profesor
13	Plática a turistas		Punta Allen	Participantes extranjeros en tour de avistamiento de delfines	LLS	6

DNCM= Nataly Castelblanco, KF= Karen Flores, SG= Sara Gris, TS= Tania Susano, LLS= Lizbeth Lara.

Tabla 11. Público capacitado o sensibilizado durante las actividades de educación ambiental en Punta Allen

Sector	Número total de personas alcanzadas
Pesquero	114
Turístico	61
Primaria	54
Prescolar	25
Docentes	4
Visitantes	6
TOTAL	264

Reuniones introductorias

En agosto y septiembre se llevaron a cabo reuniones de presentación en Punta Herrero y Punta Allen respectivamente, dirigidas a las CP Azcorra, CP Cozumel, CP Vigía Grande,

CP Vigía Chico, CT Nativos, CT Boyas y CT Punta Allen (Figura 16). Además se visitó a los docentes de la escuela primaria. Los objetivos de estas reuniones informales fueron: 1) presentar al equipo de trabajo y de manera general el proyecto y 2) concertar fechas y lugares para la realización de los talleres definitivos.



Figura 16. Reunión introductoria con la CP Vigía Grande

Talleres de sensibilización ambiental para el cuidado de los mamíferos marinos y capacitación en turismo responsable.

A los talleres fueron convidadas las cooperativas pesqueras (CP) Vigía Grande y Vigía Chico y las cooperativas turísticas (CT) Punta Allen, Gaitana, Boyas, Nativos y Orquídeas. Todos aceptaron la invitación y manifestaron su interés, a excepción de la CT Orquídeas.

Durante los talleres se brindó información sobre el proyecto ‘Conocimiento y conservación de los mamíferos marinos del complejo Sian Ka’an’; explicando su justificación, objetivo y métodos, así como las instituciones y personas involucradas (Figura 17). Cuando fue posible, las biólogas encargadas de la colecta de información decampo se presentaron y explicaron su función dentro del equipo. Posteriormente se capacitó sobre aspectos básicos de la biología, reproducción, comportamiento y ecología de sirenios y

cetáceos. Finalmente se habló sobre la importancia de los mamíferos marinos así como aspectos críticos para su conservación.



Figura 17. Talleres de sensibilización ambiental para el cuidado de los mamíferos marinos y capacitación en turismo responsable, dirigidos a las cooperativas pesqueras (CP) y turísticas (CT). A. CT Punta Allen, B. CP Vigía Grande, C. CT Gaitana y CT Boyas; D. CP Vigía Chico y CT Nativos.

Estos talleres permitieron intercambiar experiencias y percepciones sobre la abundancia y ecología de estas especies a nivel local. Por ejemplo, mencionaron ver más delfines que manatíes durante los recorridos que realizan. Así mismo se mostraron preocupados en la conservación particularmente del manatí. Indicaron que la actividad turística posiblemente ha menguado la presencia de manatíes en áreas donde antes eran muy comunes (ojos de agua), por lo que se decidió dejar de ofrecer el tour para avistamiento de manatí, y solo hacen observaciones oportunistas del mismo. Los asistentes señalaron que después de la medida, han vuelto a ver a los manatíes acercarse.

En términos generales, los asistentes se mostraron interesados en la información brindada y pidieron más talleres en donde se habló a más profundidad sobre los delfines, manatíes y tortugas marinas; así como ver la posibilidad de que se les deje información

escrita para que la puedan estudiar para posteriormente brindar dicha información durante sus tours.

Talleres para niños

Se realizaron cuatro talleres a escolares, tres a estudiantes de la Escuela Primaria Ignacio Ramírez y uno para niños de preescolar del Jardín Arrecifes.

Durante los talleres con los niños de primaria se brindó información básica sobre las principales características de los delfines y manatíes como: color, funcionamiento de las vibrisas, tamaño de los ojos, funcionamiento y forma de la cola, detección de las tres o cuatro uñas en las aletas pectorales (en el caso de los manatíes) y las principales diferencias entre un manatí y un delfín. También se abordaron temas como descripción y ubicación de su hábitat, alimentación, gestación, longevidad, especies de manatí en México y en el mundo. Finalmente, se explicó a los niños la importancia que tiene el cuidar el hábitat de los delfines y los manatíes y los principales riesgos que corren. Para reforzar la información se llevó a cabo la actividad ‘Haz un antifaz de manatí’, durante la cual los niños reconocieron el color, forma y tamaño de los ojos, y funcionamiento y ubicación de las vibrisas del manatí. También se llevaron a cabo actividades de sopa de letras, crucigramas y laberintos (Figura 18).



Figura 18. Talleres de sensibilización ambiental para el conocimiento y cuidado de los mamíferos marinos, dirigidos a niños de la Escuela Primaria Ignacio Ramírez

A los niños de precolar se les explicaron las características básicas de los manatíes y delfines, y las diferencias entre los mismos. Esta información al igual que en los casos anteriores fue reforzada con actividades lúdicas como ‘Pinta tu manatí’ (Figura 19).



Figura 19. Talleres de sensibilización ambiental para el conocimiento y cuidado de los mamíferos marinos, dirigidos a niños del Jardín Infantil Arrecifes

DISCUSIÓN

El monitoreo del manatí en el Caribe, y en particular para Sian Ka'an ha sido intermitente a lo largo de los años, pero ha permitido mediante sobrevuelos y marcaje

satelital, demostrar que esta zona es de relevancia para la conservación de esta especie en extinción. El delfín nariz de botella ha recibido menos atención, siendo que el único estudio sobre delfines para esta área protegida data de los años 90. Ambas especies son importantes a nivel ecológico para el Caribe Mexicano, indicando que sus poblaciones podrían ser más abundantes en relación a otras áreas del Caribe. El CSK ofrece a ambas especies una inmensa cantidad de hábitats y recursos que garantizan la salud y continuidad de las mismas. Pero además, estos mamíferos marinos tienen un valor económico para el CSK al ser especies emblemáticas y carismáticas que han sido usados por el sector turístico para atraer a los visitantes.

El CSK es único en su género turístico al ofrecer al visitante nacional y extranjero la posibilidad garantizada de observar de cerca al delfín nariz de botella en su propio hábitat. Aún más interesante, el turismo de observación de manatíes se ofrece por primera vez y de manera exitosa en esta área protegida. Los manatíes son animales de naturaleza tímida y sus poblaciones se encuentran distribuidas en bajas densidades, por lo que la posibilidad de avistar uno de estos organismos es de un alto valor para los visitantes. Hoy en día es el único programa de observación de manatí silvestre que se ofrece en México. Las aguas cristalinas, la relativamente alta abundancia de ambas especies, y el conocimiento empírico de los operadores turísticos sobre el comportamiento y distribución de estos organismos, son elementos que han jugado un papel clave en el éxito de estos programas de avistamiento.

Sin embargo, notamos con preocupación que las actividades turísticas no se apegan a los lineamientos internacionales para observación de fauna marina, lo cual tendría consecuencias negativas a mediano plazo como el riesgo de colisión y afectación de algún organismo, el cambio de uso de hábitat, y efectos nocivos sobre la conducta alimentaria, reproductiva y social de los organismos. En el largo plazo, esto puede trascender en la disminución de animales visitando la región y a nivel turístico, en mala propaganda de los programas. Por lo anterior, a manera de anexo proponemos lineamientos para el avistamiento de estas especies con la recomendación de que sean socializados y discutidos con los operadores turísticos.

LITERATURE CITED

- Castelblanco-Martínez, D., C. Nourisson, E. Quintana-Rizzo, J. Padilla-Saldivar & J. Schmitter-Soto. 2012. Potential effects of human pressure and habitat fragmentation on population viability of the Antillean manatee *Trichechus manatus manatus*: a predictive model. *Endangered Species Research*. 18, 2: 129-145.
- Hammond, P. S., G. Bearzi, A. Bjørge, K. A. Forney, L. Karkzmarski, T. Kasuya, W. F. Perrin, M. D. Scott, J. Y. Wang, R. S. Wells & B. Wilson. 2012. *Tursiops truncatus*. In *IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012*).
- Landeo, S. S., N. Castelblanco-Martínez, C. A. Niño-Torres, E. Ramos & Y. Hénaut. 2018. Primera aproximación al turismo de avistamiento de manatíes antillanos en México: Estudio caso en la Reserva de Biósfera Sian Ka'an, Quintana Roo. In *XII Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos - RT 18*: 186). Lima, Perú.
- Landeo-Yauri, S., D. N. Castelblanco-Martínez, C. A. Niño-Torres, E. Ramos, H. Y. & J. D. Cuevas - Domínguez. 2018. Propuesta de protocolo de detección de manatíes antillanos mediante drones livianos en el Caribe mexicano. In *XII Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Especialistas en Mamíferos Acuáticos - RT 18*). Lima, Perú.
- Linchant, J., J. Lisein, J. Semeki, P. Lejeune & C. Vermeulen. 2015. Are unmanned aircraft systems (UAS) the future of wildlife monitoring? A review of accomplishments and challenges. *Mammal Review*. 45, 4: 239-252.
- Luiselli, L., G. C. Akani, N. Eberé, F. M. Angelici, G. Amori & E. Politano. 2012. Macro-habitat preferences by the African manatee and crocodiles – ecological and conservation implications. *Web Ecology*. 12: 39-48.
- Mast, R., D. N. Castelblanco-Martínez & A. Hemphil. 2014. Sea mammals conservation. In *Handbook of the Mammals of the World*: 17-32. Wilson, D. E. , Mittermeier, R. A. (Eds.). Barcelona: Lynx Edicions.
- Morales-Vela, B. & D. Olivera-Gómez. 1994b. Distribución y abundancia del manatí en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an, Q. Roo, México: (1992-1994). *Sian Ka'an Journal, Serie Documentos*. 2: 55-59.
- Morales-Vela, B. & J. A. Padilla-Saldivar. 2004. Demografía, ecología y salud de la población de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en Quintana Roo, y su variación y representación genética en México. 35 pp + anexos). Chetumal, Quintana Roo: El Colegio de la Frontera Sur - Unidad Chetumal.

- Niño-Torres, C. A., M. d. C. García-Rivas, D. N. Castelblanco-Martínez, J. A. Padilla-Saldivar, M. d. P. Blanco-Parra & R. de la Parra-Venegas. 2015. Aquatic mammals from the Mexican Caribbean; a review. *Hidrobiológica*. 25, 1: 127-138.
- Quintana-Rizzo, E., N. Castelblanco-Martínez, H. Edwards, B. Morales-Vela, A. Ubeda & Z. Walker. 2015. First regional aerial survey of Antillean manatees (*Trichechus manatus manatus*) in the Mexico-Belize-Guatemala region of Central America. In *The Seventh International Sirenian Symposium, 20th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals*. San Francisco, CA.
- Ramos, E. A., B. Maloney, D. N. Castelblanco-Martínez, I. Kerr, A. Rogan, K. Audley, M. O. Magnasco & D. Reiss. 2017. Behavioral reactions of marine mammals to drones. In *Biennial of Marine Mammals*.
- Rosel, P. E., K. D. Mullin, L. Garrison, L. Schwacke, J. Adams, B. Balmer, P. Conn, M. J. Conroy, T. Eguchi & A. Gorgone. 2011. Photoidentification capture-mark-recapture techniques for estimating abundance of bay, sound and estuary populations of bottlenose dolphins along the US East Coast and Gulf of Mexico: a workshop report. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC. 621: 30.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales & Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. 2014. *Programa de Manejo Complejo Sian Ka'an, Área de Protección de Flora y Fauna Uaymil y Reserva de la Biósfera Arrecifes de Sian Ka'an*. México, D.F.: SEMARNAT-CONANP.
- Self-Sullivan, C. & A. Mignucci-Giannoni. 2008. *Trichechus manatus ssp. manatus*. In *IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2*. <<http://www.iucnredlist.org>>. Downloaded on 22 May 2012.).
- Zacarías-Araujo, F. J. 1992. *Distribución espacial y temporal de Tursiops truncatus en la zona sur del Caribe Mexicano, durante los años 1987 y 1988*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México.