

Caracterización del hábitat, presencia, percepción local del manatí del Gran Caribe en la laguna Guerrero, Quintana Roo, México.

Natalia Espinosa-González<sup>1</sup>, Delma Nataly Castelblanco-Martínez<sup>2</sup>, Mildred Fabiola Corona-Figueroa<sup>3</sup>, Natalia Garcés-Cuartas<sup>4</sup>, David Bustillos<sup>5</sup>

### *Resumen*

El objetivo de este estudio fue analizar la presencia del manatí en Laguna Guerrero, evaluar la idoneidad del hábitat como área de liberación de manatíes rehabilitados, y describir la percepción de la comunidad humana en relación con la especie. Se llevaron a cabo 14 recorridos acuáticos entre agosto y diciembre de 2022 para coleccionar variables fisicoquímicas mensuales en 15 diferentes puntos. Se empleó el sonar de barrido lateral mediante transectos en forma de zigzag a lo largo de la laguna con el fin de caracterizar los fondos del cuerpo de agua y detectar la presencia de individuos de la especie, y, se realizaron avistamientos oportunistas de manatíes y a partir de observaciones en puntos fijos. Se registraron 16 avistamientos desde un punto fijo completándose un total de 33 avistamientos realizados desde el punto fijo (CARMA) a lo largo del año 2022, indicando que la presencia de manatíes es variable a lo largo del año. Se lograron avistar tanto manatíes en grupos, parejas, madres con cría y solitarios. El mayor número de avistamientos ocurrió en época de lluvias (junio a octubre) (N=22, % =67). Las entrevistas evidencian una conciencia en los locales frente al cuidado y protección del manatí, principalmente gracias a la presencia de Daniel, un manatí rehabilitado en el CARMA desde hace 19 años. Así mismo, se encontró que Laguna Guerrero tiene una profundidad de poco menos de siete metros, cuenta con oferta de vegetación sumergida abundante y afloramientos de agua dulce. Sin embargo, a pesar de que Laguna Guerrero reúne las condiciones adecuadas para la supervivencia de un manatí, es fundamental mayor sensibilización en la comunidad para el correcto comportamiento frente a los manatíes, particularmente los que han pasado por procesos de rehabilitación.

### *Introducción*

El deterioro y la pérdida del hábitat del manatí del Gran Caribe (*Trichechus manatus manatus*), derivados de las actividades humanas, han provocado una fuerte disminución en sus poblaciones y su distribución según estudios realizados en los últimos 50 años.

(Colmenero & Hoz, 1986; Morales-Vela et al., 2000; SEMARNAT, 2010). El Santuario del Manatí, reserva estatal que contiene a la Bahía de Chetumal en el estado de Quintana Roo, cuenta con una gran parte de la población del manatí del Caribe mexicano (SEMARNAT, 2010). Al noroeste del Santuario del Manatí, yace una laguna de nombre Laguna Guerrero, cuerpo de agua que en conjunto con unos canales conforman el sistema lagunar Guerrero y que, a su vez, conecta con la Bahía de Chetumal. Además del alto flujo de manatíes en esta zona, su importancia incrementa debido a la presencia reportada de

madres con cría (Morales-Vela et al. 1996, Axis-Arroyo et al. 1998), considerando la baja tasa de reproductividad de la especie. A pesar de ello, es muy poco lo que se conoce sobre las características ecológicas y las dinámicas de uso del lugar, información esencial en la distribución de la especie, al igual que en la elaboración de planes de manejo eficientes para proteger y conservar la misma. Debido a lo anterior, el presente proyecto busca realizar una caracterización de la laguna Laguna Guerrero mediante la elaboración de un perfil batimétrico y análisis de parámetros fisicoquímicos, evaluar la presencia del manatí en esta zona a partir de entrevistas a los poblados de Laguna Guerrero y Úrsulo Galván (ubicados adyacentes a la laguna) y llevar un registro de avistamientos desde puntos fijos durante los meses de muestreo.

### *Materiales y métodos*

*Área de estudio:* La Laguna Guerrero es un cuerpo de agua no muy profundo, de 8 km de extensión aproximadamente que, seguido de unos canales, desemboca en la bahía de Chetumal por su parte noroeste. Se sitúa dentro de la zona perteneciente al área natural protegida estatal el Santuario del Manatí, en las coordenadas 18°41' y 18°45' norte y 88°09' y 88°16' oeste. Hace parte del sistema dinámico de la bahía de Chetumal donde estudios registran la presencia de aguas más cálidas (29,5 °C), con máximos en la laguna Guerrero (Rosado-May & Kissman, 2003; Espinoza et al., 2009).

Adyacentes a la laguna yacen dos asentamientos humanos en terrenos de propiedad ejidal: Laguna Guerrero y Úrsulo Galván.

En LG se encuentra el Centro de Atención y Rehabilitación de Mamíferos Acuáticos (CARMA), lugar donde hasta el momento se han llevado dos casos de rehabilitación de manatíes (Padilla-Saldívar et al., 2006; Castelblanco-Martínez et al., 2023). La región presenta tres épocas climáticas a lo largo del año, época seca (febrero – mayo), época de lluvias (junio – octubre) y época de nortes (noviembre – enero) (Carrillo et al., 2009).

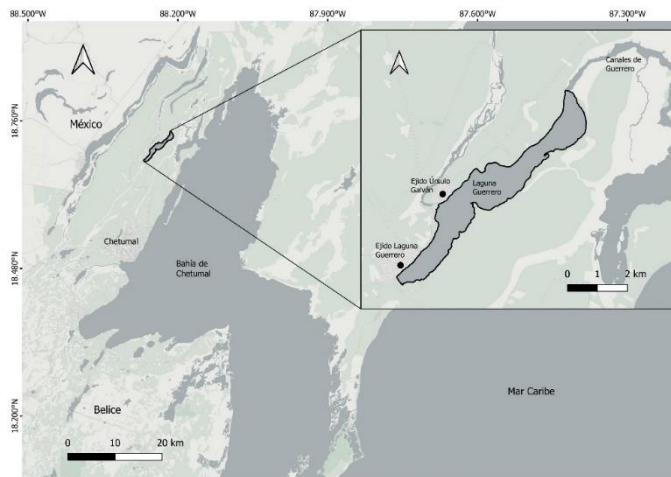


Figura 1. Ubicación del área de estudio (Laguna Guerrero).

*Conocimiento y percepción local del manatí:* Entre los meses de agosto a octubre de 2022, se realizaron varias entrevistas a pobladores de los ejidos de Laguna Guerrero y Úrsulo Galván. Para la selección de la muestra poblacional, se utilizó el método “bola de nieve”, también conocido como cadena de referencia (Martínez-Salgado, 2012). Se siguió un protocolo ya establecido por la Fundación Internacional Para La Naturaleza Y La Sustentabilidad, donde se establecieron tres unidades temáticas básicas: Información

personal del entrevistado, Conocimiento biológico de la especie y Datos referentes al avistamiento de la especie.

*Observación en puntos fijos:* a partir de las entrevistas, se realizaron observaciones desde dos puntos fijos georreferenciados. El primero ubicado en el muelle de las instalaciones del CARMA. En este se llevaron a cabo observaciones de 40 min durante los meses de agosto a diciembre del 2022, cuatro días a la semana, en tres diferentes momentos del día: mañana (8 – 10am), medio día (12 – 2pm) y tarde (4 – 6pm), de acuerdo con la información obtenida en las entrevistas y como se establece en estudios previos de ecología y conservación (Castelblanco-Martínez et al., 2005). El segundo se determinó en uno de los puntos seleccionados para la colecta de parámetros fisicoquímicos, ubicado frente al Rio Raudales. Las observaciones del segundo punto fijo consistieron en esperas silenciosas de aproximadamente 30 min durante el total de salidas (5) realizadas para la toma de parámetros fisicoquímicos. Adicionalmente, se aprovecharon los transectos lineales del registro batimétrico con el SBL para realizar observaciones mediante el uso de binoculares.

### Navegaciones

Se realizaron recorridos a la laguna en una lancha de 25 pies con motor fuera de borda de 60 HP de 4 tiempos, durante los meses de agosto a diciembre de 2022. Los recorridos se llevaron a cabo una vez por semana en horas diurnas. Durante estas navegaciones se llevaron a cabo las siguientes actividades:

*Estaciones de colecta de físico-químicos y vegetación:* La toma de parámetros fisicoquímicos se realizó durante los meses de agosto a diciembre del año 2022, es decir, mediante dos épocas climáticas: lluvias y nortes, completándose un total de cinco muestreos. Se seleccionaron 15 diferentes puntos de manera aleatoria a lo largo de la laguna. Los puntos se georreferenciaron y una vez al mes se tomaron datos de los parámetros: pH, conductividad, temperatura, salinidad, solidos disueltos, profundidad y transparencia con ayuda de una sonda multiparamétrica marca Hanna de modelo HI9828. Cada punto de muestreo se registró mediante un GPS (Garmin Etrex 10).

*Uso del sonar de barrido lateral (SBL):* se realizaron recorridos acuáticos utilizando un SBL (equipo que permite coleccionar información del hábitat del manatí como profundidad, tipo de fondo, presencia de vegetación) de referencia Humminbird Helix 5 CHIRP GPS G2 a una velocidad de entre 5.0 y 7.0 km/h (con un ancho de banda de 35 m) en transectos trazados en zigzag, de tal forma que cada día de muestreo se cubrió un área diferente de la laguna hasta completar la totalidad del área de LG. En algunos puntos



Figura 2. la suma de transectos realizados para el muestreo batimétrico con el SBL em Laguna Guerrero.

del transecto se procedió a sumergir una cámara GOPRO sujeta a un palo de madera que medía 3 metros de largo aproximadamente, permitiendo sumergir la cámara hasta un máximo de 2 metros, e igualmente se llevó a cabo inmersiones con buceo libre para tomar fotos del fondo y así validar los tipos de sustrato.

### *Resultados*

*Observaciones desde puntos fijos:* La mayor parte de los avistamientos correspondió a manatíes en solitario 62,5% (N = 10), encontrándose la mayoría bastante cerca al muelle en conducta de reposo entre intervalos de tiempo de una y tres horas. Las crías de manatí se observaron en un 37,5% (N=6), donde cuatro de los seis avistamientos se encontraba la cría acompañada de más manatíes adultos conformando grupos de entre tres y cuatro integrantes (consistiendo en el total de grupos observados en este estudio). Los grupos de entre tres y cuatro manatíes ocuparon un 25 % (N=4) de los avistamientos.

Se logró observar un total de 31 manatíes, 81% adultos y 19% crías (siempre acompañadas de un manatí adulto), completándose un total de 16 avistamientos. Un 88% (NA=14) se registraron en época de lluvias y el otro 12% (NA=2) en época de nortes desde el punto fijo ubicado en el CARMA. Un 75% (N = 12) corresponden a observaciones directas y un 25% (N = 4) consistió en observaciones oportunistas. Se completó un esfuerzo 136 h durante un total de 68 días. Respecto al segundo punto fijo ubicado frente al río Raudales no se obtuvo ningún resultado de observación. Solo una observación indirecta se llevó a cabo durante las navegaciones donde se halló un registro (rastros) durante los recorridos en lancha (se observó sedimento en suspensión en dirección perpendicular respecto a la de la lancha, ocasionado comúnmente en áreas de sustrato fangoso al momento de impulsarse con la aleta caudal). Se determinó un índice de ocurrencia relativa de 0,12 y un NMAS de cuatro, partiendo del esfuerzo de muestreo de ambos puntos fijos (por cuestiones de tiempo y recursos el mayor esfuerzo de muestreo de observación se llevó a cabo en época de lluvias).

*Variables físicoquímicas:* En agosto se registraron las temperaturas más altas del agua con un máximo de 33,7 °C; las más bajas se reportaron en diciembre, durante la época de nortes con un mínimo de 27,9 °C. Aplicando la prueba de Friedman y la prueba post hoc de Willcoxon se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable temperatura entre ambas épocas climáticas, lluvias y nortes, específicamente entre los meses octubre y noviembre con un  $p < 0,001$ . Los valores de pH oscilaron entre 6,00 (agosto) y 8-10 (diciembre), registrándose un pH más alcalino en época de lluvias ( $\bar{x} = 6,02$ ; DS = 0,20), y un pH más ácido en nortes ( $\bar{x} = 8,09$ ; DS = 0,06). De igual forma,

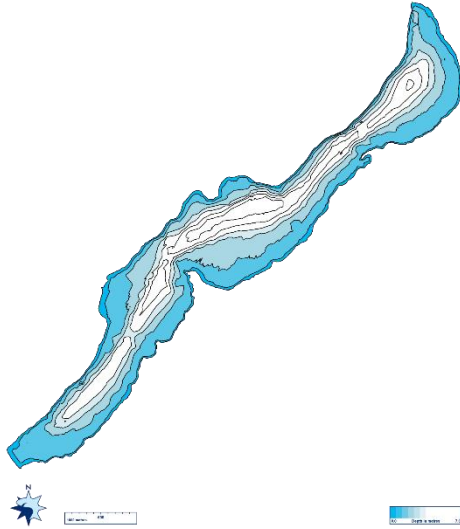


Figura 3. Batimetría (m) de Laguna Guerrero generada por el programa ReefMaster 2 a partir de mediciones realizadas entre agosto y octubre del 2022.

utilizando las pruebas anteriormente mencionadas se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,00$ ) en el pH entre épocas y entre meses, siendo el cambio de septiembre a octubre el más significativo en este parámetro. Los valores de conductividad oscilaron entre los 4730 y 8703  $\mu\text{S}/\text{cm}$  con valores más bajos en octubre y más altos en agosto. La salinidad obtenida varió de 2,3 a 4,5 psu, presentando los valores más bajos en octubre y los más altos en agosto. La profundidad fue similar durante todos los meses de muestreo, al igual que la transparencia.

*Batimetría y características del fondo:* se invirtió un esfuerzo de muestreo con el SBL de ocho horas y 43 minutos. Aproximadamente 1 hora por segmento, se recorrieron un total de 43,8 kilómetros y se mapeó un área de 7283  $\text{km}^2$ . El mapa muestra que la laguna

es en su mayoría somera con una profundidad promedio de 2,37 m, con profundidades máximas de 7 metros, presentando mayores profundidades a lo largo de su zona central.

Se identificaron cuatro tipos de fondo en su orden de mayor a menor cantidad vegetación dispersa (42%), sustrato limoso, blando (27%), vegetación densa (19%), mixto (4%). No fue posible identificar un 8% del área mapeada. En general, la vegetación estuvo presente en un 68% del área muestreada a lo largo de la laguna. Se logró identificar dos especies de macroalgas que se encontraban dominando estos parches de vegetación: *Batophora* sp. y *Chara* sp., dispuestas en parches donde yacía solo una de ellas o ambas especies mezcladas.

*Conocimiento y percepción local del manatí:* Se realizaron un total de 57 entrevistas en los ejidos de Laguna Guerrero (N = 28) y Úrsulo Galván (N = 29), únicamente un 5% considera “común” la presencia de manatíes en la laguna, más del 70% lo considera “raro” o “muy raro” y un 14% que marcó la opción “ausente” puesto que, no consideran que actualmente otros

manatíes aparte de Daniel frecuenten la laguna. El CARMA y Raudales (rio que une la laguna Laguna Guerrero con la laguna Chile verde y limita a su vez los poblados de Laguna

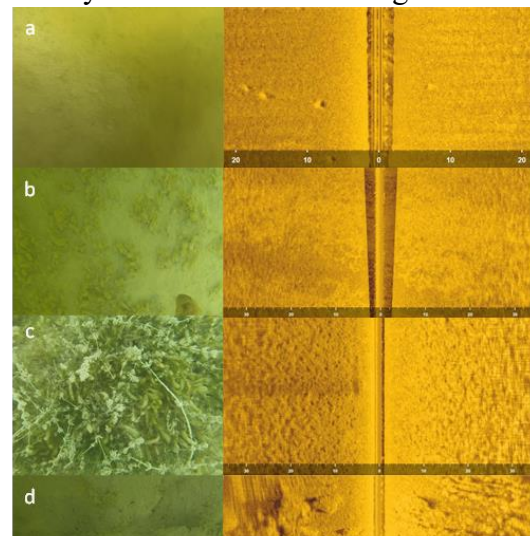


Figura 4. Tipos de fondo determinados de los segmentos muestreados con el SBL en Laguna Guerrero: a) sustrato limoso, blando, b) parches dispersos de vegetación (algas), c) parches densos de vegetación (algas) d) mixto entre rocoso y vegetación dispersa.

Guerrero y Úrsulo Galván) son los lugares dentro del área de estudio donde es más probable hacer observaciones de manatíes en la laguna, ambos siendo predilectos por Daniel, el manatí, por lo que, al momento de responder, varias personas tuvieron como única referencia a Daniel. Otro 19% de los entrevistados considera que no existe como tal un lugar en específico en la laguna para observar manatíes y aseguran poderlos ver desde cualquier orilla o punto de la laguna “si se es paciente”.

Tabla 1. Porcentajes de mención respecto a los sitios ubicados dentro y fuera de la laguna.

Lugar de avistamiento	# menciones	% menciones
<b>Dentro de la laguna</b>		
Desde cualquier orilla	11	19%
CARMA	12	21%
Raudales	13	23%
Poza #1	1	2%
Poza #2	2	4%
Poza #3	4	7%
<b>Fuera del área de estudio</b>		
Los canales de LG	15	26%
La Barra	13	23%
No sé	15	26%

Solamente cuatro entrevistados mencionaron la presencia de “pozas” en la laguna refiriéndose a éstas como hundimientos en el sustrato donde es más probable encontrar concentraciones de manatíes. Adicionalmente, un pescador señaló afloramientos de agua dulce en este tipo de lugares, a modo de justificación frente a la alta frecuencia que presenta la especie en estos.

El 60% de los encuestados ha observado grupos de manatíes en la laguna, siendo los grupos de tres y cuatro individuos los más reportados. El 35% de las personas reportaron haber avistado madres con cría en la laguna, en su mayoría pescadores. Más de la mitad de los entrevistados desconocen la época climática en que predominan los avistamientos de grupos de manatíes y las madres con cría. En el caso de avistamiento de individuos poco menos de la mitad dieron una respuesta, siendo la época de sequía (marzo a mayo) la respuesta que predominó en cada uno de los casos anteriores.

Los pobladores de los ejidos de Laguna Guerrero y Úrsulo Garván han contado con la presencia de Daniel en la laguna durante casi 20 años, un manatí que permanece la mayoría del tiempo en la Laguna Guerrero, acostumbrado al contacto humano y a ser alimentado por este. Así, es como han tenido la oportunidad conocer más sobre la especie y empezado a preocuparse por ella. El 96% piensa que el manatí podría servir como un atractivo turístico, y el 65% considera que en el ejido de Laguna Guerrero ya existe turismo enfocado en el manatí. Las personas que reconocen un valor cultural en el manatí, lo hacen esencialmente por el turismo que atrae el mismo Daniel.

### Discusión

*Avistamientos de manatíes:* Los manatíes visitan Laguna Guerrero en las diferentes épocas del año recorriendo sus aguas casi en su totalidad, siendo posible observarlos desde “cualquier orilla” según lo reportado en las entrevistas. El CARMA y Raudales, lugares dentro del área de estudio, se reportan como sitios donde es más probable hacer observaciones de manatíes en la laguna. Algunos solo tuvieron en cuenta a Daniel como referencia al momento de responder, y es que ambos lugares son predilectos por Daniel, el

manatí, principalmente debido a factores antrópicos (el CARMA, por ser un lugar donde se le brinda alimentación con regularidad, y el Raudales, por el bullicio generado por la aglomeración de personas). Teniendo en cuenta que los manatíes se movilizan más allá de las instalaciones del CARMA llegando hasta el extremo sur de la laguna, es posible considerar una mayor presencia de afloramientos de agua dulce en esa zona. Del mismo modo, la zona de Raudales consiste en un río que conecta desde la laguna Chile Verde con Laguna Guerrero.

Los canales que conectan Laguna Guerrero con la bahía y el área donde empieza la bahía se reportaron como áreas de mayor probabilidad de avistamiento por la mayoría de pescadores y guardianes comunitarios (que a su vez desempeñan labores de guías turísticos en la laguna), tal como se ha reportado en la literatura (Morales-Vela y Medrano-González, 1999; Castelblanco-Martínez, 2010; Olivera-Gómez y Mellink, 2002).

En lo que respecta a los grupos de manatíes, las observaciones desde el punto fijo dieron cuenta de un incremento en las observaciones al finalizar la época de lluvias y a inicios de época de nortes coincidiendo con algunas de las respuestas obtenidas en las entrevistas, donde un 14% de los pobladores (referente a personas que frecuentan a menudo la laguna) señalan la época de nortes como mejor época de avistamiento de grupos de manatíes, afirmando buscar la laguna con intenciones de apareamiento. Lo anterior concuerda con lo publicado por Morales-Vela y Padilla-Saldivar, 2009, donde se menciona que los manatíes llegan a agruparse principalmente con fines reproductivos, dando cuenta de la relevancia de esta laguna para la reproducción de la especie. De igual manera, estudios previos han reportado un aumento considerable en el número de manatíes en la entrada del sistema lagunar guerrero en época de nortes (Axis-Arroyo et al, 1998), probablemente gracias a que los vientos alcanzan las más altas intensidades al igual que aumenta las dinámicas del oleaje en la bahía (Olivera-Gomez, 2002), haciendo de Laguna Guerrero en un lugar de resguardo para manatíes y refugio para sus crías durante las épocas frías; coincidiendo con las observaciones de madres con cría donde un 63% de sus registros se realizaron en época de lluvias.

*Parámetros fisicoquímicos:* Las temperaturas registradas en este estudio (época de lluvias y nortes) dan cuenta de las temperaturas relativamente cálidas que se presentan en la laguna durante estas épocas frías. No obstante, aunque en Quintana Roo la distribución de manatíes no se ve afectada directamente por la temperatura del agua, los cambios abruptos en los vientos si influyen en su desplazamiento (Axis arroyo et al. 1998), tendiendo a buscar lugares como Laguna Guerrero donde se puedan resguardar del viento y del oleaje. Los valores de transparencia, conductividad y los relativamente bajos de profundidad son similares a los registrados en áreas específicas de la región que los manatíes utilizan eventualmente (Corona-Figueroa, 2019).

La presencia de “pozas” en la laguna señalada por algunos pescadores consisten en depresiones o hundimientos que se forman en el fondo de la laguna consideradas como un elemento del hábitat del manatí en zonas costeras y bahías del caribe, tendiendo a ser lugares de descanso para los manatíes aumentando la probabilidad de ocurrencia de la especie (Morales Vela et al. 2000, Bacchus et al. 2009), coincidiendo con lo mencionado por los pobladores. Lo anterior sumado a la presencia de pastos densos en el fondo, sustratos blandos y afloramientos de agua dulce y la baja afluencia de embarcaciones en la zona hacen de Laguna Guerrero un hábitat con condiciones apropiadas de refugio, alimento y descanso para la especie. Condiciones del área que se evidencian en otros estudios (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1997; Morales-Vela et al. 2000; Olivera-Gómez y Mellink 2005; Jiménez-Domínguez y Olivera-Gómez 2014).

*Percepción y etnoconocimiento:* Los entrevistados que parecen estar más familiarizados con la especie fueron los pescadores (la mayoría de ellos desempeñan también labores campesinas), al igual que el grupo de pobladores que conforman la cooperativa: “Guardianes Comunitarios”, pescadores y/o campesinos que desarrollan actividades de vigilancia y monitoreo en la laguna y turismo, permitiéndoles un mejor acercamiento con la especie y sus dinámicas al adentrarse más en su área de distribución. El otro porcentaje de entrevistados que no frecuentan tan seguido la laguna cuentan con un conocimiento ecológico muy limitado del manatí. A pesar de esto, la presencia de Daniel le ha permitido a la comunidad acercarse más a la especie y preocuparse por su cuidado, la mayoría de entrevistados consideran necesaria la protección del manatí y dicen estar informados sobre las precauciones que se deben tener en la laguna para proteger a la especie gracias a las charlas de concientización que se han llevado cabo.

### *Conclusiones*

La distribución del manatí de Gran Caribe en Laguna Guerrero va desde donde inician los canales en el extremo norte hasta el extremo sur. Los lugares en la laguna donde se reporta mayor facilidad de observación de la especie son el CARMA y Raudales, sin embargo, los canales del sistema lagunar Guerrero y el área donde inicia la bahía también se reportaron como lugares claves de avistamiento. Se lograron registrar 33 avistamientos de la especie, incluyendo animales solitarios, parejas, grupos de 3-4 individuos y madres con cría, con un mayor número de avistamientos en época de lluvias. La laguna presenta características fisicoquímicas adecuadas para los manatíes. De igual forma, la comunidad reconoce la importancia de la especie, sus principales amenazas y algunos de los cuidados necesarios para su protección, en especial los pescadores y miembros de la cooperativa de guardianes comunitarios, quienes muestran un mayor conocimiento sobre la especie y su hábitat. Más ampliamente se reconoce en el manatí un alto valor turístico para la economía local, siendo la presencia de Daniel un factor crucial en su importancia.

Es necesario seguir implementando programas de educación ambiental donde se enfatice



la distinción entre los cuidados de un manatí en rehabilitación y los manatíes silvestres, y pueda mejorar la comprensión y la participación de la comunidad en la conservación. Igualmente, los desafíos incluyen el reporte de manatíes muertos y la falta de seguridad y seguimiento adecuado para estos casos. Se recomienda establecer protocolos claros y seguros para el reporte de incidentes.

## Referencias

Arévalo-González, G., Castelblanco-Martínez, D., Sánchez-Palomino, P., López-Arévalo, H., & Marmontel, M. (2014). Complementary methods to estimate population size of Antillean manatees (Sirenia: Trichechidae) at Ciénaga de Paredes, Santander, Colombia. *Journal of Threatened Taxa* 6(6):5830-5837. doi 10.11609/JoTT.o3156.5830-7

Axis-Arroyo, J., Morales-Vela, B., Torruco-Gomez, D., & Vega-Cendejas, M. E. (1998). Factors associated with habitat use by the Caribbean manatee (*Trichechus manatus*), in Quintana Roo, Mexico (Mammalia). *Revista de Biología Tropical* 46:791-803.

Bacchus, M-LC., Dunbar, S. G., & Self-Sullivan, C. (2009). Characterization of resting holes and their use by the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Drowned Cayes, Belize. *Aquatic Mammals*, 35, 62-71.

Carrillo, L., Palacios-Hernández, E., Ramírez, A.M., & Morales-Vela, B. (2009). Características hidrometeorológicas y batimétricas. Pp. 12-20. En: Espinoza-Avalos J, Islebe G, Hernández-Arana H (Eds.). El sistema ecológico de la Bahía de Chetumal / Corozal: costa occidental del Mar Caribe. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo, México.

Castelblanco-Martínez, D. N., Gómez, I., & Bermúdez, A. (2005). Ecología y conservación del manatí antillano *Trichechus manatus manatus* en la zona comprendida entre Puerto Carreño, Colombia y Puerto Ayacucho, Venezuela. *Sirenian International*, 44.

Castelblanco-Martínez, D. N. (2010). Ecología, comportamiento y uso de hábitat de manatíes en la Bahía de Chetumal. Tesis de Doctorado, El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal, Quintana Roo, México.

Castelblanco-Martínez, D. N., Padilla-Saldívar, J. A., Sánchez-Okrucky, R., Corona-Figueroa, M. F., Garcés-Cuartas, N., Lara-Sánchez, L. E., & García-Rosado, S. (2023). The wildlife: New challenges for Pompeyo, the manatee. *Sirennews*(78), 22-26.

Causil-Velasco, Y., Arévalo-Gonzalez, K., Rosso-Londoño, M., & Parra Velandia, F. (2022). Distribución, oferta alimentaria y presiones de uso del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en la cuenca baja del río Suriquí (Antioquia, Colombia) [Trabajo de grado profesional, Universidad de Antioquia]. Turbo, Colombia.

Colmenero, L. C., & Hoz, M. E. (1986). Distribución de los Manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 56(3), 955-102.

Corona-Figueroa, M., Rios, N., Castelblanco-Martinez, D., Vilchez-Mendoza, S., Delgado-Rodriguez, D., & Niño-Torres, C. (2021). Searching for manatees in the dark Waters of a transboundary river between Mexico and Belize: A predictive distribution model. *Aquatic Ecology*, 55, 59-74

Corona-Figueroa, M. F. (2019). Análisis de los factores eco-hidrológicos y su afectación en el hábitat y distribución del manatí (*Sirenia: Trichechus manatus manatus*, L.) en el Río Hondo, Quintana Roo, México CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Gonzalez-Socoloske, D., Olivera-Gómez, L. D., & Ford, R. E. (2009). Detection of free ranging West Indian manatees *Trichechus manatus* using side-scan sonar. *Endangered Species Research*, 8(3), 249-257.

Jiménez-Domínguez, D., & Olivera-Gómez, L. (2014). Características del hábitat del Manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en sistemas fluviolagunares del sur del Golfo de México. *Therya*, 5(2), 601-614. <https://doi.org/10.12933/therya-14-205>

Martínez-Salgado, C. (2012). El muestreo en investigación cualitativa. Principios básicos y algunas controversias. *Ciência & Saúde Coletiva* 17(3):613-619.

Morales-Vela, B., & Olivera-Gómez, L. D. (1997). Distribución del Manatí (*Trichechus manatus*) en la costa norte y centro-norte del estado de Quintana Roo, México. *Anales del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología*, 68, 153-167.

Morales-Vela, J. B., & Medrano-González, L. (1999). Variación genética del manatí (*Trichechus manatus*) en el sureste de México y monitoreo con radio-transmisores en Quintana Roo. Unidad Chetumal. El Colegio de la Frontera Sur. Bases de datos SNIB-CONABIO, proyecto H164.

Morales-Vela, B., Olivera-Gómez, L. D., Reynolds, J. E., & Rathbun, G. B. (2000). Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation*, 95, 67-75.

Padilla-Saldívar, J. A., Morales-Vela, B., & Benitez, M. (2006). Rehabilitation program of the manatee calf "Daniel" in Quintana Roo, México. August 2005 - April 2006. Ecosur.

Morales-Vela, B. & Padilla-Saldivar, J. (2009). Demografía, ecología y salud de la población de manatíes (*Trichechus manatus manatus*) en Quintana Roo, y su variación y representación genética en México. Informe Técnico Final. Proyecto SEMARNAT/CONACYT 2002- C01-1128. El Colegio de la Frontera Sur. Chetumal, Quintana Roo, México. 259 p.

Olivera-Gómez, L. D. (2002). Factores que regulan la distribución y abundancia del manatí antillano (*Trichechus manatus manatus*) en el norte de la bahía de Chetumal, México. Tesis de Doctorado, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California, México.

Olivera, D., & Mellink, E. (2005). Distribution of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) as a function of habitat characteristics, in Bahía de Chetumal, México. *Biological Conservation*, 121, 127-133.

SEMARNAT. (2010). NOM-059, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 78 p.