





Distribución espacial del manatí en la planicie costera del sur del Golfo de México

Spatial distribution of manatees in southern Gulf of Mexico coastal plain

León David Olivera-Gómez^{1*} ,
Darwin Jiménez-Domínguez¹ ,
Benjamín Morales-Vela² ,
José Luis García-Herrera³ 

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica de Ciencias Biológicas. Km 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. CP. 86039. Villahermosa, Tabasco, México.

²El Colegio de la Frontera Sur, unidad Chetumal. Av. Centenario km 5.5, Colonia obrero campesina. CP. 77014. Chetumal, Quintana Roo, México.

³Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural de Chiapas, coordinación del área de protección Humedales de Catazajá, Catazajá, Chiapas, México.

*Autor de correspondencia:
leon_olivera@yahoo.com.mx

Nota científica

Recibida: 05 de octubre 2021

Aceptada: 03 de junio 2022

Como citar: Olivera-Gómez LD, Jiménez-Domínguez D, Morales-Vela B, García-Herrera JL (2022) Distribución espacial del manatí en la planicie costera del sur del Golfo de México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 9(2): e3144. DOI: 10.19136/era.a9n2.3144

RESUMEN. El manatí es un mamífero acuático herbívoro en peligro de extinción en México, que habita la vertiente Atlántica de México. La parte baja de las cuencas Grijalva y Usumacinta se ha propuesto como un núcleo importante de distribución y abundancia en México. Con el objetivo de reunir información sobre la presencia de la especie en un mapa basado en la conectividad de corrientes y cuerpos de agua, que sirva de base para un esquema de monitoreo y manejo, se realizó un análisis de información histórica, 1980 a 2000, y reciente, 2000 a 2019, agrupando desde observaciones oportunistas hasta datos resultado de prospecciones puntuales y seguimientos con telemetría. Se observan zonas donde la cobertura de estudios ha sido insuficiente y existe escasez de reportes, y también áreas donde múltiples indicios las evidencian como importantes. Se muestra la cobertura de áreas protegidas como instrumento para los planes de conservación de la especie.

Palabras clave: *Trichechus*, Antillano, conservación, manejo, fluvial.

ABSTRACT. The manatee is an herbivorous aquatic mammal, considered endangered in Mexico, that inhabits the Atlantic plain coasts of Mexico. The lower basins of the Grijalva and Usumacinta rivers has long been proposed as an important nucleus of distribution and abundance in Mexico. To resume information of manatees on a map, based on the connectivity of water courses, lagoons and flood plains over these two basins, in this study we analyzed historical, 1980 to 2000, and recent, 2000 to 2019, information, grouping from opportunistic observations to data resulting from point surveys and tracking projects. There are zones where the coverage of studies has been insufficient or with a lack of reports and other areas where the amount and quality of multiple information highlight its current importance. The coverage of protected areas is shown as an instrument for the conservation plans of the species.

Key words: *Trichechus*, Antillean, conservation, management, fluvial.

INTRODUCCIÓN

El Manatí del Caribe (*Trichechus manatus*) es el mamífero marino en mayor peligro de la vertiente Atlántica de México (SEMARNAT 2010). Los adultos pesan unos 500 kg de peso. Pueden habitar aguas dulceacuícolas y marinas, pero cuando salen al mar necesitan volver esporádicamente a sistemas de agua dulce (Olivera-Gómez y Mellink 2005). Son herbívoros adaptados para consumir plantas con alto contenido de fibra como los pastos de orilla, así como una gran variedad de plantas emergentes y flotantes (Ponce-García et al. 2017, Allen et al. 2018), lo que les permitió incursionar en ecosistemas continentales, principalmente en aguas lénticas como las que caracterizan a las planicies costeras (Reep y Bonde 2011). Son poco tolerantes a las bajas temperaturas (Marsh et al. 2011). Todas estas condiciones favorecen su distribución en costas, lagunas costeras y humedales del sureste de México (Colmenero y Hoz 1986). Las regiones con poblaciones importantes de manatíes en México son: la costa de Quintana Roo, donde habitan la zona costera, y el sur del Golfo de México, principalmente en sistemas fluvio-lagunares, en la parte baja de las cuencas de los principales ríos (Morales-Vela et al. 2000, Puc-Carrasco et al. 2016, Olivera-Gómez y Jiménez-Domínguez 2019).

La cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta se ha documentado como una región de alta importancia para el manatí (Colmenero y Hoz 1986, Olivera-Gómez y Domínguez-Jiménez 2019). Esta cuenca acarrea poco más del 30% del agua pluvial de México (SEMARNAT 2015), su parte más baja es una vasta planicie de inundación, por lo que todo este escurrimiento, combinado con el tipo de suelos, forma extensas áreas inundadas con humedales perenes y estacionales, lo que constituye un hábitat de excelente calidad para los manatíes (Jiménez-Domínguez y Olivera-Gómez 2014). La problemática en esta región va desde la cacería ocasional, los problemas con actividades pesqueras, hasta la perturbación y contaminación en su hábitat por actividades agropecuarias, industriales, urbanas y por el cambio climático (Morales-Vela et al. 2018, Olivera-Gómez y Jiménez Domínguez 2019). Por otra parte,

las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son uno de los instrumentos de gestión de los recursos que pueden ayudar a la conservación de los humedales (Robles-Herrejón et al. 2020) y por lo mismo del manatí (SEMARNAP 2000) y la Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla (RBPC), por ejemplo, se sitúa en el corazón de la parte baja de la cuenca Grijalva-Usumacinta. Esta reserva cuenta con 737 especies vegetales (Guadarrama-Olivera y Ortiz-Gil 2000), destacándose una alta diversidad de plantas acuáticas e hidrofílicas (Novelo-Retana 2006). En la reserva se enlistan 52 especies de peces, 95 de anfibios y reptiles, 255 de aves, 104 de mamíferos, 35 de moluscos y 13 de crustáceos (Romero et al. 2000, Trinidad-Ocaña et al. 2018). La gran extensión de la reserva en el sistema de humedales de la planicie de inundación de la cuenca baja Grijalva Usumacinta la hacen un elemento muy útil para establecer estrategias de conservación de especies de humedales como el manatí.

En este trabajo se realizó una revisión de los registros de la distribución de la especie en Tabasco y Chiapas, con énfasis en la cuenca Grijalva-Usumacinta y se analizó el alcance espacial de la RBPC y otras ANP regionales como apoyo a la conservación regional del manatí, con el objetivo de establecer un esquema de distribución espacial regional que sirva de base a la planeación tanto de futuras investigaciones como para el manejo efectivo del territorio y la conservación de la especie y su hábitat.

MATERIALES Y MÉTODOS

Distribución regional

Se revisaron 15 artículos científicos y capítulos de libros publicados entre 1964 y 2021, así como tesis y reportes técnicos de proyectos en la zona desde 1964 hasta 2019, en los que se mencionan sitios ocupados por el manatí en Tabasco, Chiapas y Campeche. También se analizaron los registros directos e indirectos (entrevistas y reportes) obtenidos en la región por el proyecto manatí de la UJAT entre 2006 y 2019. Además de ubicaciones generales de algunos individuos seguidos por telemetría, así como

la información de la ubicación de varamientos de animales vivos y decesos ocurridos en Tabasco entre 1984 y 2019. Los datos de varamientos provienen de una base de registros, recopilada por el proyecto manatí de la UJAT a partir de documentos de instancias de gobierno, proyectos en la zona y reportes hemerográficos.

Los datos se recopilaron en bases de Excel y se exportaron como archivos de texto geo referenciado, (sistema de coordenadas: WGS84, UTM 16N), en un sistema de información geográfica en QGIS, versión 3.12.3-București (QGIS 2021). La escala espacial fue diferente entre los tipos de información, pero el análisis se realizó a nivel de sistemas espaciales (tramos de ríos, sistemas lagunares, sistemas de cursos de agua, humedales).

Los sistemas espaciales se identificaron sobre cartografía del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en escala 1:50000 y 1:250000 y con ayuda de las imágenes satelitales de Google Earth, tomando en cuenta la presencia de cursos de agua y cuerpos de agua conectados entre sí y con ríos secundarios y principales. De esta manera, se integró un polígono general de distribución. Los límites sur de esta distribución espacial se integraron por el cambio de topofomas de planicie a lomeríos y sierra, usando la información de INEGI. Este cambio sobre los principales ríos se traduce en diferencias en el lecho de los ríos con la aparición de rápidos y fondo de cantos rodados. Sobre el río Grijalva, los límites también están establecidos por la presencia de presas. Con base en la clasificación de las regiones hidrológicas del INEGI y Comisión Nacional del Agua sobre la cuenca Grijalva-Usumacinta, se subdividió el polígono de distribución a través de las subcuencas. El último nivel de decisión espacial obedeció a la información disponible de la especie sobre los segmentos de subcuencas.

Se contó el número de registros de varamientos y de ocurrencia de la especie con el sistema de información geográfica y se clasificaron por separado en cinco categorías con el algoritmo de rupturas naturales de Jenks (De Smith *et al.* 2018) en QGIS. En cada segmento de las subcuencas se tomó como categoría ponderada la de mayor rango entre los

varamientos y los registros de ocurrencia. Para las categorías ponderadas, a la categoría I se le denominó de importancia muy baja, a la II de importancia baja, a la III de importancia media, y a la IV de importancia alta. En el caso de segmentos de importancia alta, pero de los cuales se tienen datos de mortalidades masivas (Morales-Vela *et al.* 2018) o de alta densidad registrada en estudios formales (Puc-Carrasco *et al.* 2016, 2017) se denominaron de importancia muy alta. Datos cuantitativos y sistemáticos sólo se tiene en algunos sitios en el área de estudio, de manera que el análisis es básicamente cualitativo y constituye un punto de partida.

Sobre la distribución se trazaron los polígonos de áreas protegidas estatales y federales, para detectar la cobertura espacial de estas reservas. En el caso de la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla también se localizó la zonificación interna (zonas núcleo, zonas de amortiguamiento y de uso general).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución espacial del manatí sobre la parte sur de la planicie costera del Golfo de México se muestra en la Figura 1, y se dividió en tres secciones: a) Tabasco Oeste (aprox. 825 km²); b) Tabasco y Chiapas Este (Cuenca Grijalva-Usumacinta, 5 787 km²) y c) la porción correspondiente a Campeche (1 165 km²). Sobre esta distribución se desplegaron los datos disponibles, tanto del período anterior al 2000 (histórico), como de 2001 a 2019. El enfoque de este trabajo es en la parte baja de la región hidrológica Grijalva-Usumacinta (RH30), que es también la zona con mayor número y tipo de registros actuales y que en extensión es aproximadamente tres veces la de los otros dos segmentos de distribución. Analizando las subcuencas del Grijalva y Usumacinta se observa que la distribución se concentra en algunas de ellas, entre las que destacan en la sección del Grijalva: Río Chilapa (RH30Dt), Río Chilapilla (RH30Du), Río Grijalva-Villahermosa (RH30Da) y Río Tabasquillo (RH30Dv). Para la sección del Usumacinta destacan: Río Usumacinta (RH30Aa), Río Palizada (RH30Ac), Río San Pedro y San Pablo (RH30Ad), Río Chacamax (RH30Ae) y Río San Pedro Mártir (RH30Ab).

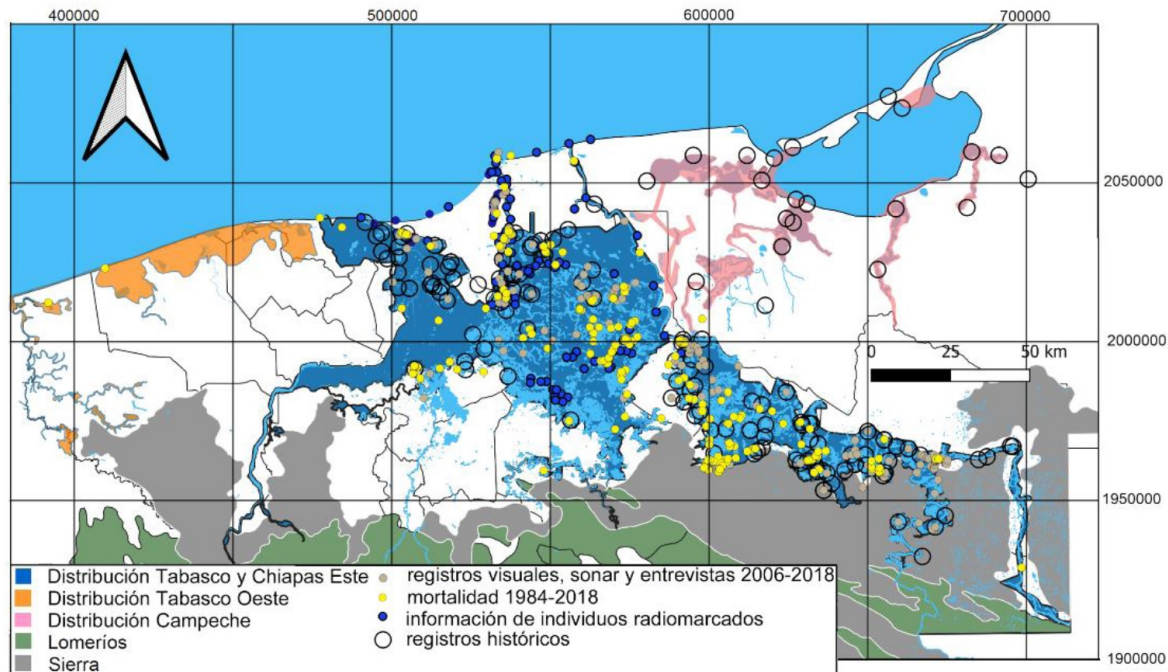


Figura 1. Distribución espacial y sitios con registros históricos y recientes de manatíes en la porción oeste de Tabasco, en el este de Tabasco y norte de Chiapas y en Campeche. En gris y verde se señalan las regiones de lomeríos y sierra.

El 16% de los segmentos de las subcuencas tuvo importancia alta con respecto a los varamientos (44 a 80 varamientos en 35 años). El 5% tuvo importancia media (23 a 43 varamientos), 16% tuvo importancia baja (6 a 22 varamientos) y el restante 63% tuvo de 0 a 5 varamientos registrados, resultando con una importancia muy baja. Con respecto a los registros de ocurrencia, el 20% de los segmentos tuvo importancia alta (22 a 31 registros), el 16% fue de importancia media (8 a 22 registros). El 32% de los segmentos tuvo importancia baja con 2 a 7 registros y el restante 32% fue de importancia muy baja con 0 a 1 registros de ocurrencia.

Ponderando la importancia de varamientos y registros de ocurrencia, se obtuvieron seis segmentos con importancia alta, dos con importancia media y el resto presentó importancia de baja a muy baja (Figura 2). A tres de los segmentos de alta importancia se les clasificó de importancia muy alta, en el caso de Chilapa Centro por la mortalidad masiva presentada en 2018 (Morales-Vela *et al.* 2018), el segmento de Catazajá-Los Pájaros porque es el que presenta el mayor número de registros de mortali-

dad y San Pedro-Reforma debido a las altas densidades registradas en un estudio en 2015-2016 (Puc-Carrasco *et al.* 2016).

En la Figura 2, se observa que las áreas federales más grandes, la Reserva de la Biósfera Pantanos de Centla y la Zona de Protección de Flora y Fauna de Laguna de Términos, coinciden con parte de las áreas importantes de distribución. Hacia el sur, la reserva de la Biósfera Cañón del Usumacinta comienza justo en el extremo sur de la distribución del manatí sobre la cuenca del Usumacinta. De las ANP estatales, por su extensión y cobertura de la distribución del manatí destacan los Humedales de Catazajá y Chacamax en Chiapas y la Reserva Ecológica Cascadas de Reforma en Tabasco. Otras ANP clave, pero de menor extensión son las Reservas Ecológicas Laguna de las Ilusiones y de Yumká, ambas en Tabasco, aunque la primera se encuentra aislada del resto de los sistemas hidrológicos.

La gran acumulación de registros en la cuenca Baja de los ríos Grijalva Usumacinta, refuerza la idea de que la planicie costera del sur del Golfo de México es un área clave en la distribución del manatí en

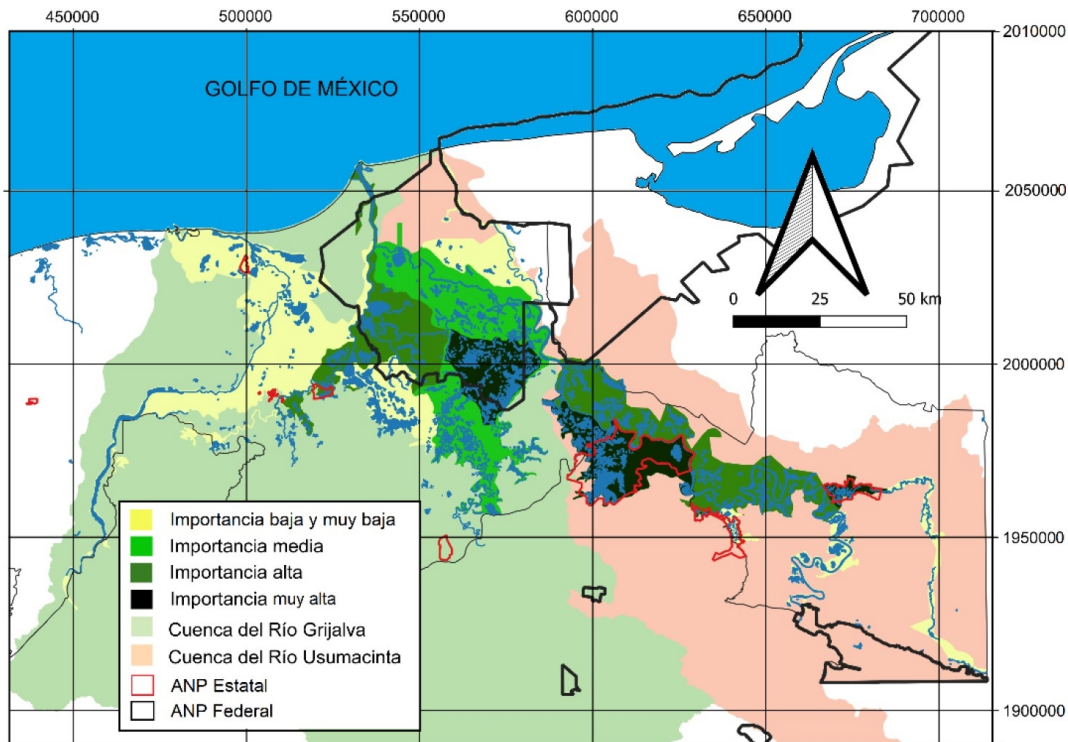


Figura 2. Zonificación de la distribución espacial del manatí en la cuenca Grijalva-Usumacinta. Se muestran las ANP federales y estatales.

México (Colmenero y Hoz 1986, Olivera-Gómez y Jiménez-Domínguez 2019, SEMARNAT 2020). Sobre la distribución Oeste, en localidades de la cuenca del río Tonalá y lagunas costeras del occidente del estado de Tabasco, ha habido poco esfuerzo de búsqueda o monitoreo de la especie y se cuenta solo con registros ocasionales de mortalidad y avistamientos esporádicos. Se ha documentado el uso de la franja costera con el seguimiento de animales con transmisores satelitales, pero hasta el momento solo se pensaría en este ambiente como un corredor entre sistemas fluviales. La dinámica estacional de la planicie de inundación, especialmente la interanual, comprimen o expanden esta distribución (Zenteno-Ruiz y Olivera-Gómez 2012, Puc-Carrasco *et al.* 2017), por ejemplo, en años lluviosos, ejemplares de la especie pueden dispersarse hacia cuerpos de agua que no siempre tienen conexión con los cursos de agua principales, de manera que pudiera encontrarse registros en áreas marginales a la distribución trazada, lo que también constituyen retos de manejo cuando los

niveles del agua regresan a su condición de años secos (Olivera-Gómez 2008). Cada vez son más frecuentes los reportes de avistamientos y alertas sobre manatíes vivos y muertos por parte de los pobladores locales, lo que permite acumular mayor número de datos en áreas marginales y afinar el mapa de distribución.

Se identifican tres áreas de mayor importancia observada hasta la fecha. La primera de ella es el sistema que se forma previo a la desembocadura del río San Pedro Mártir en el Usumacinta, allí se registran densidades altas que varían en función de los pulsos de inundación horizontal (Puc-Carrasco *et al.* 2017). Esta área se encuentra inmersa dentro del Área Protegida Estatal de Tabasco Reserva Ecológica Cascadas de Reforma, que en principio está orientada a este sitio arqueológico pero que presenta potencial como herramienta para instrumentar medidas de manejo del manatí. La segunda zona se localiza en la subcuenca del río Chilapa, dentro de la gran cuenca del río Grijalva, abarcando ríos secundarios

como Bitzales, Naranjos y Maluco. En esta segunda zona se ha registrado una alta ocupación y densidad de manatíes, asociada a los extensos cuerpos lagunares y de inundación (Puc-Carrasco *et al.* 2016, Morales-Vela *et al.* 2018). En esta zona los pulsos de inundación son de menor escala y menos predecibles, porque están asociados en primera instancia a la precipitación local sobre la zona serrana cercana y en segunda instancia al caudal del río Grijalva, que es sujeto de manejo a través de las presas ubicadas en la parte media y alta de la cuenca. Mientras que la tercera área es un complejo de lagunas y humedales asociados a una derivación del río Usumacinta, el río Chico o Los pájaros, entre los municipios de Jonuta, Tabasco y Catazajá en Chiapas. En 1995 un evento especial de rescate de manatíes en época de extrema seca evidenció su importancia (Morales-Vela y Olivera-Gómez 1996), los frecuentes varamientos de animales vivos y mortalidad de manatíes y el involucramiento de la población local (Rodas-Trejo *et al.* 2008, Romero-Berny 2016) motivaron que la sección Chiapaneca correspondiente a esta área se decretara como parte del Sistema de Áreas Protegidas del Gobierno de Chiapas. En esta ANP se ha mantenido un esfuerzo sostenido de monitoreo y atención de contingencias hasta la actualidad. Actualmente hay una iniciativa del Gobierno de Tabasco para decretar la parte correspondiente de este estado como área protegida estatal.

La reserva de la Biósfera Pantanos de Centla juega un papel importante en la conservación del manatí. Por una parte, se sitúa completamente dentro de un núcleo de distribución, con mayor importancia hacia su parte sureste, pero con importancia demostrada de la especie en el resto de los sectores (Figura 3). Los cambios en la reserva a lo largo de las últimas décadas y acompañando el cambio climático global, constituyen riesgos para la conservación y retos de manejo. Los escenarios climáticos hacia futuro prevén un aumento de temperatura en la reserva, una disminución en la precipitación y un aumento en el nivel del mar e intrusión de la cuña salina (Manzanilla-Quiñones *et al.* 2021). Entre 1990 y 2000 la mayor parte de la cobertura de selva se transformó a pastizales y otros usos (Guerra-Martínez y Ochoa-

Gaona 2006, 2008). La sección de la reserva más importante para el manatí, en el sector sureste, se localiza en zonas identificadas en el plan de manejo de esta reserva como Zona de amortiguamiento con uso Vida Silvestre. Esta zona fue el núcleo donde comenzó y se expandió la mortalidad masiva inusual de manatíes en 2018 (Morales-Vela *et al.* 2018). La pesca, ganadería y explotación de hidrocarburos son las actividades principales en esta zona, pero recibe escurrimientos de la parte alta de la subcuenca del río Chilapa y de las subcuencas de los ríos Tulijá y Puxcatán, de manera más directa, donde hay asentamientos más grandes y donde se han expandido los monocultivos agrícolas como la Palma de aceite. Al respecto, Manzanilla-Quiñones *et al.* (2021) resaltan que la temperatura anual promedio en estaciones meteorológicas cercanas a la reserva, en especial en el sur de esta, ha presentado un aumento gradual con tendencia a continuar en escenarios a 25 y 50 años con un impacto sensible para los humedales. En la precipitación también se anticipan disminuciones, aunque menos impactantes hacia el sur de la reserva. Después de la zona sureste de la reserva, sigue en importancia la zona núcleo 2 de la reserva, en 2018 la mortalidad se expandió gradualmente por esta área (Morales-Vela *et al.* 2018). En vista de los escenarios de impacto del cambio climático hacia el sureste de la reserva, esperaríamos un aumento relativo de la importancia en la ocupación del manatí en esta zona núcleo 2 y se debe considerar en planes a mediano y largo plazo en la reserva.

Quizá la zona de menor importancia aparente para el manatí es la zona núcleo 1 de la reserva, ya que tiene pocos cursos de agua utilizables por el manatí. Hay que resaltar los límites noroeste y sureste de la reserva porque hay un continuo de distribución que se prolonga más allá de estos límites, hacia la boca de los ríos Grijalva-Usumacinta y hacia los ríos Maluco y Chilapa (Figura 4). El trabajo con las comunidades y su integración en la planeación y desarrollo de estrategias de conservación y manejo territorial es de mucha importancia para la RB Pantanos de Centla como fue de manifiesto en el manejo de la mortalidad inusual de manatíes de 2018 (Morales-Vela *et al.* 2018). En tres

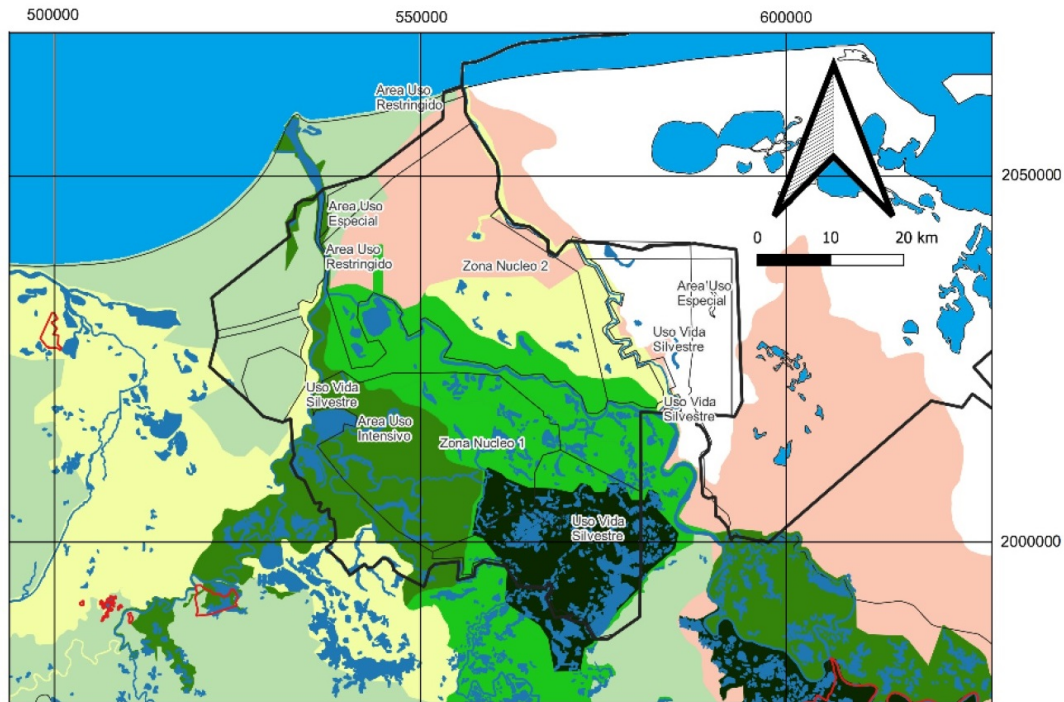


Figura 3. Detalle de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, se muestra la subregión del río Chilapa, donde se registran las abundancias más altas de manatíes, al sur de la reserva.

áreas naturales protegidas evaluadas recientemente en Quintana Roo, Robles-Herrejón y colaboradores (2020) encontraron problemas con tres ejes importantes: a) comunicación entre autoridades y otros tomadores de decisiones; b) falta de negociaciones y acuerdos con los pobladores locales y c) pobre implementación y reforzamiento de acciones de conservación dirigidas al manatí.

La reserva Federal de Protección de Flora y Fauna Laguna de Términos en Campeche presenta un potencial importante para las estrategias de conservación (Ladrón de Guevara *et al.* 2019), ya que se continúa al noreste de Pantanos de Centla cobijando la distribución del manatí sobre los sistemas fluviales que se derivan del Usumacinta, como el río Palizada. Otras ANP de carácter Estatal, aunque de menor tamaño e importancia también aportan a los esfuerzos de conservación de la especie, como la Laguna de las Ilusiones (Pablo-Rodríguez y Olivera-Gómez 2012), el Centro de Interpretación de la Naturaleza “Yumka” y el parque Estatal laguna de Mecoacán en la franja costera de Tabasco.

Analizando la distribución y la ubicación de áreas protegidas estatales y federales, resalta la necesidad de implementar medidas sobre algunos sectores no cubiertos (Figura 4, áreas A, B y C), para asegurar el continuo de distribución, la conectividad y la adaptación al cambio climático y a los impactos sobre la especie. Si bien, con el nivel de muestreo que ha habido hasta el momento, no es posible encontrar una diferenciación cuantificable entre las cuencas Grijalva y Usumacinta (Nourisson *et al.* 2011, Gómez-Carrasco *et al.* 2018), se puede considerar desde el punto de vista operativo y de manejo, una subunidad poblacional sobre la cuenca del Usumacinta hasta aproximadamente la ciudad de Jonuta y otra subunidad sobre la cuenca del Grijalva, que incluya la parte más baja de la cuenca del Usumacinta. Ambas cuencas cuentan con el apoyo de áreas protegidas, sobre las cuales se puede basar una estrategia regional de conservación de la especie.

La parte baja de la cuenca Grijalva-Usumacinta es un área importante de distribución

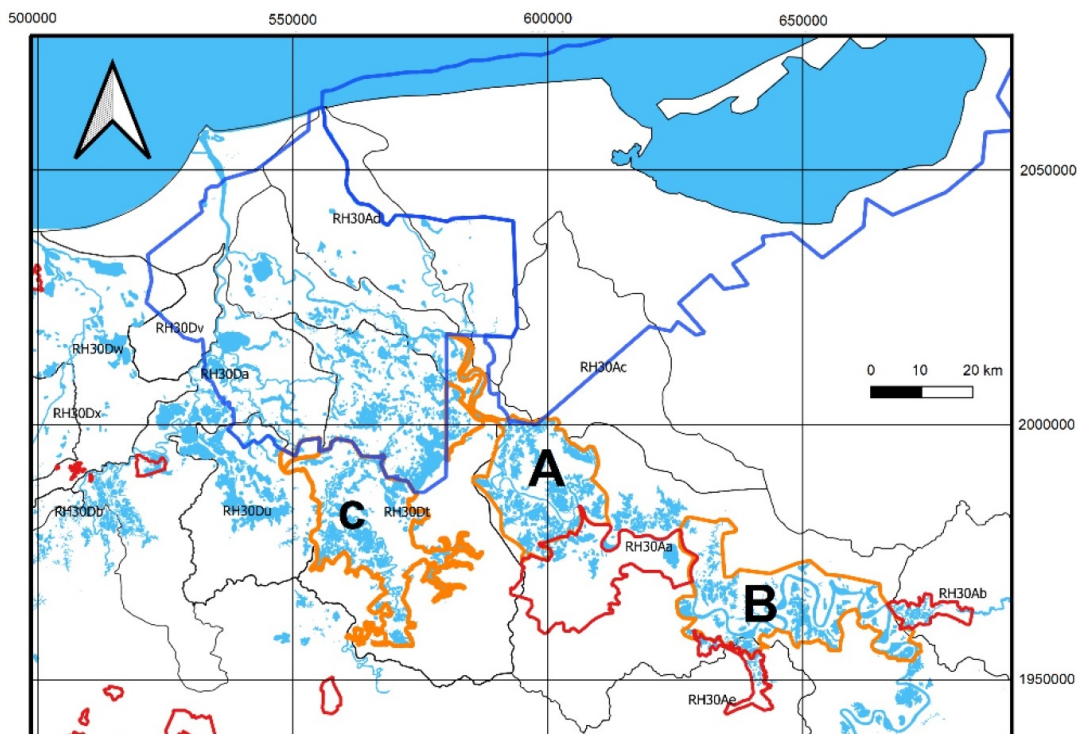


Figura 4. Áreas donde implementar estrategias de conservación para la conectividad de las poblaciones de manatí. A y B) segmentos en la cuenca del Río Usumacinta, C) Zona de escurrimiento de la cuenca del río Chilapa.

del manatí en México, pero la disposición espacial de los individuos no es homogénea, encontrándose segmentos del área con mayor importancia a partir de la información disponible. Esta zonificación servirá de base para planear esfuerzos sistemáticos de investigación y manejo del manatí y su hábitat. El análisis resalta fortalezas, especialmente en la cobertura de ANPs, pero también vacíos de protección y monitoreo de la especie que pueden ser atacados en futuros esfuerzos para enfrentar retos como los efectos del cambio climático, las actividades productivas y los asentamientos humanos.

AGRADECIMIENTOS

A los Gobiernos de los estados de Chiapas y Tabasco por el acceso a datos históricos. A la Comisión Nacional de Áreas Protegidas, así como a la Reserva de la Biósfera de Pantanos de Centla por las facilidades que se han prestado para el trabajo dentro de esta ANP. Reconocemos la labor de gente de las comunidades locales por compartir su conocimiento y habilidades para la colecta de datos directos e indirectos.

LITERATURA CITADA

- Allen AC, Beck CA, Bonde RK, Powell JA, Auil-Gomez A (2018) Diet of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Belize, Central America. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 98: 1831-1840.
- Colmenero LC, Hoz ME (1986) Distribución de los manatíes, situación y su conservación en México. *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología* 56: 955-1020.
- Gómez-Carrasco G, Leshner-Gordillo J, Olivera-Gómez LD, Bonde RK, Arriaga-Weiss S, Hernández-Martínez

- R, Castañón-Nájera G, Jiménez-Domínguez D, Romo-López A, Delgado-Estrella A (2018) Genetic diversity and structure from Antillean Manates (*Trichechus manatus manatus*) in the Southern Gulf of Mexico: comparison between connected and isolated Populations. *Tropical Conservation Science* 11: 1-10. DOI: 10.1177/1940082918795560.
- Guadarrama-Olivera MA, Ortiz-Gil G (2000) Análisis de la flora de la Reserva de la Biosfera de los Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 15: 67-104.
- Guerra-Martínez V, Ochoa Gaona S (2006) Evaluación espacio - temporal de la vegetación y uso del suelo en la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco (1990-2000). *Investigaciones Geográficas* 59: 7-25.
- Guerra-Martínez V, Ochoa-Gaona (2008) Evaluación del programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 24: 135-146.
- Jiménez-Domínguez D, Olivera-Gómez LD (2014) Características del hábitat del Manatí Antillano (*Trichechus manatus manatus*) en sistemas fluviolagunares del sur del Golfo de México. *Therya* 5: 601-614.
- Ladrón de Guevara-Porras P, Guzmán-Blas M, Hernández-Nava J (2019) Actualización de datos sobre la distribución del manatí (*Trichechus manatus manatus*) en los sistemas fluvio-lagunares que conectan con la laguna de Términos, Campeche, a través de la participación comunitaria. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 90: e902433. DOI: 10.22201/ib.20078706e.2019.90.2433.
- Manzanilla-Quiñones U, Pozo-Montuy G, Delgado-Valerio P, Martínez-Sifuentes AR, Aguirre-Calderón OA (2020) Escenarios climáticos (CMIP-5) para la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 8 (Num. Esp. I): e2588. DOI: 10.19136/era.a8n1.2588.
- Marsh H, O'Shea TJ, Reynolds JE III (2011) *Ecology and conservation of the Sirenia: Dugongs and Manatees*. Cambridge University Press. Cambridge, MA, USA. 521p.
- Marsh H, Morales-Vela B (2012) Guidelines for developing protected areas for sirenians. In: Hines EM, Mignucci-Giannoni A, Marmontel M (ed) *Sirenian conservation issues and strategies in developing countries*. University Press of Florida. Miami, Fl. USA. pp: 228-234
- Morales-Vela B, Olivera-Gómez LD (1996) Manatee rescue in Chiapas. *Sirenews, Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 25: 11-12. <https://www.cmaquarium.org/app/uploads/2019/02/Sirenews-25-APR-1996cma.pdf>. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021.
- Morales-Vela B, Olivera-Gómez LD, Jiménez-Domínguez D (2018) Unusual mortality event of manatees in a freshwater basin ecosystem in the Southern Gulf of Mexico. *Sirenews, Newsletter of the IUCN/SSC Sirenia Specialist Group* 68: 10-12. <https://www.cmaquarium.org/app/uploads/2019/02/Sirenews-68-Dec-2018.pdf>. Fecha de consulta: 15 septiembre de 2021.
- Morales-Vela B, Olivera-Gómez LD, Reynolds JE III, Rathbun GB (2000) Distribution and habitat use by manatees (*Trichechus manatus manatus*) in Belize and Chetumal Bay, Mexico. *Biological Conservation* 95: 67-75.
- Nourisson C, Morales-Vela B, Padilla-Saldivar J, Pause Tucker K, Clark A, Olivera-Gómez LD, Bonde RK, McGuire P (2011) Evidence of two genetic clusters of manatees with low genetic diversity in Mexico and implications for their conservation. *Genetica* 139: 833-842
- Novelo-Retana A (2006) *Plantas acuáticas de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla*. Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable A.C. México. 262p.
- Olivera-Gómez LD (2008) Los manatíes y el cambio climático. *Diálogos* 28: 11-16

- Olivera-Gómez LD, Domínguez-Jiménez D (2019) Diversidad de Especies: El manatí en los sistemas fluvio-lagunares, En: Cruz-Angón A, Cruz-Medina J, Valero-Padilla J, Rodríguez-Reynaga FP, Melgarejo ED, Mata-Zayas EE, Palma-López DJ (Coords) La Biodiversidad en Tabasco, Estudio de estado. CONABIO, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Colegio de Posgraduados campus Tabasco, México. pp: 350-356.
- Olivera-Gómez LD, Mellink E (2005) Distribution of the Antillean manatees (*Trichechus m. manatus*) as a function of habitat characteristics in Bahía de Chetumal, Mexico. *Biological Conservation* 121: 127-133.
- Pablo-Rodríguez N, Olivera-Gómez LD (2012) Situación de una población aislada de manatíes *Trichechus manatus* (Mammalia: Sirenia: Trichechidae) y conocimiento de la gente, en una laguna urbana, en Tabasco, México. *Universidad y Ciencia* 28: 15-26
- Ponce-García G, Olivera-Gómez LD, Solano E (2017) Analysis of the plant composition of manatee (*Trichechus manatus manatus*) faeces in a lake of southeastern Mexico. *Aquatic Conservation, Marine and Freshwater Ecosystems* 27: 797-803
- Puc-Carrasco G, Olivera-Gómez LD, Arriaga-Hernández S, Jiménez-Domínguez D (2016) Relative abundance of Antillean manatees in the Pantanos de Centla Biosphere Reserve in the coastal plain of Tabasco, Mexico. *Ciencias Marinas* 42: 261-270
- Puc-Carrasco G, Morales-Vela B, Olivera-Gómez LD, González-Solis D (2017) First field-based estimate of Antillean manatee abundance in San Pedro River system suggest large errors in current estimates for Mexico. *Ciencias Marinas* 43: 285-299
- QGIS (2021) Version 3.22.4-Białowieża. <https://qgis.org/es/site/>. Fecha de consulta: 24 de mayo de 2022.
- Reep RL, Bonde RK (2011) *The Florida manatee: Biology and Conservation*. University Press of Florida. USA. 352p.
- Robles-Herrejón JC, Morales-Vela B, Ortega-Argueta A, Pozo C, Olivera-Gómez LD (2020) Management effectiveness in marine protected areas for conservation of Antillean manatees on the eastern coast of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 30: 1182-1193.
- Rodas-Trejo J, Romero-Berny E, Estrada A (2008) Distribution and conservation of the West Indian manatee (*Trichechus manatus manatus*) in the Catazajá wetlands of northeast Chiapas, México. *Tropical Conservation Science* 1: 321-333.
- Romero-Berny EI, Rodas-Trejo J, Méndez-López C (2016) Registro de muertes y varamientos de manatíes del Caribe *Trichechus manatus*, período 2001-2010 en el sistema lagunar de Catazajá, Chiapas. *Lacandonia* 8: 105-111.
- Romero GJ, García MA, Bautista JA, Pérez APH (2000) Caracterización de la Reserva de la Biosfera Pantanos de Centla. *Universidad y Ciencia* 15: 15-20.
- SEMARNAT (2010) NOM-059-SEMARNAT-2010, NORMA Oficial Mexicana 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. Ciudad de México, México. <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021.
- SEMARNAT (2015) Estadísticas del Agua en México, edición 2015. Comisión Nacional del Agua- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, México. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2015.pdf>. Fecha de consulta: 15 de septiembre de 2021.

- SEMARNAT (2020) Programa de Acción para la Conservación de la Especie Manatí de las Antillas (*Trichechus manatus manatus*). SEMARNAT/CONANP. México. 166p.
- De Smith, MJ, Goodchild, MF, Longley P (2018) Univariate classification schemes. En: Geospatial analysis: a comprehensive guide to principles, techniques and software tools. Winchelsea Press. USA. 618p.
- Trinidad-Ocaña C, Juárez J, Sánchez AJ, Barba E (2018) Diversidad de moluscos y crustáceos acuáticos en tres zonas en la cuenca del río Usumacinta, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 89 Suplemento: S65-S78.
- Zenteno-Ruiz C, Olivera-Gómez LD (2013) Tortugas dulceacuícolas y el manatí ante los escenarios del cambio climático en el sur del Golfo de México. Kukulkaab 34: 51-58.