

Los humedales del sureste de Tamaulipas: Un prioritario sistema lacunario ignorado y amenazado

Jorge Luis Martínez-Ávila¹ *  & Juan Antonio García Sala¹ 

Resumen

Una perspectiva de la situación actual y el deterioro del complejo sistema lacunario de la Zona Conurbada de Tampico, Madero y Altamira, es proporcionada, así como las causas y efectos que esto ha tenido en la flora y fauna local, haciendo énfasis en las aves acuáticas y el mangle. La degradación y fragmentación se encuentran entre las principales causas por efecto de la expansión demográfica y el acelerado aumento poblacional, lo cual suscitó la división e invasión de las lagunas locales, varias de estas incluso pudiendo considerarse como “islas de hábitat”. Esto puede ser especialmente perjudicial para las cuatro especies de mangle que se distribuyen en la región, debido a su marginamiento en los cuerpos de agua aislados. Otra de las causas es la contaminación, explotación y relleno de los humedales por las empresas de la zona, lo cual ha llevado a que varias lagunas presenten altos niveles de metales pesados. Esto resulta especialmente perjudicial para las aves acuáticas, las cuales dependen de estos sitios para llevar a cabo su ciclo biológico, por lo cual estas pueden ser forzadas a desplazarse a otros sitios o se puede ver afectada su salud. Todo lo anterior resalta la urgencia de declarar más Áreas Naturales Protegidas en la zona, así como aumentar las regulaciones impuestas a las empresas y de contratar gente capacitada para llevar a cabo planes de manejo adecuados a la situación actual.

Palabras clave: aves acuáticas, cuerpos de agua, degradación, sequía, mangle, zona conurbada.

Abstract

A perspective of the current situation and the deterioration of the complex lacunary system of the Tampico, Madero and Altamira Conurbed Zone, is provided, as well as the causes and effects this has had on local flora and fauna, with emphasis on aquatic birds and mangrove. Degradation and fragmentation are among the main causes of population expansion and rapid population growth, which led to the division and invasion of local gaps, several of them even being considered as “habitat islands”. This can be particularly damaging to the four mangrove species distributed in the region, due to their marginalization in isolated water bodies. Another cause is the contamination, exploitation and filling of wetlands by companies in the area, which has led to several gaps in high levels of heavy metals. This is particularly harmful for aquatic birds, which depend on these sites to carry out their biological cycle, which is why they can be forced to move to other sites or their health can be affected. All of the above highlights the urgency of declaring more protected natural areas in the area, as well as increasing regulations imposed on companies and recruiting trained people to carry out management plans suitable to the current situation.

Key words: aquatic birds, degradation, drought, conurbed area, water bodies.

Recibido: 30 de mayo de 2024.

Aceptado: 25 de julio de 2024.

¹ Laboratorio de ornitología, Departamento de Zoología de Vertebrados, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, 66455, México.

* Autor de correspondencia: jorgemtzav31@gmail.com (JLMA)

Introducción

En Tamaulipas, existe una gran concentración de población en el sur del estado, específicamente en la Zona Metropolitana de Tampico. Esta es un área biestatal del sureste Tamaulipas y el noreste de Veracruz, que abarca los municipios de: Tampico, Ciudad Madero, Altamira, Pueblo Viejo, Tampico Alto y Panuco. Las tres primeras ciudades mencionadas pertenecen a Tamaulipas y en conjunto conforman lo que se considera como la Zona Conurbada de Tampico, Madero y Altamira (ZCTMA en adelante), cada una de estas posee una población de: 297,562, 205,933 y 269,790 habitantes respectivamente. También cabe destacar que Altamira a pesar de contar con una población inferior a Tampico, abarca la mayor parte de la Zona Conurbada, pues su extensión territorial es de 1661.9 km², mientras que las de Tampico y Madero son de solamente de 114.5 km² y 48.4 km² respectivamente, lo cual hace a Altamira exponencialmente más grande que estas dos juntas, sin embargo, la mayor parte de esta es de asentamientos rurales (Batres González *et al.* 2010, INEGI 2020, Treviño Sandoval 2016).

La ubicación geográfica de la ZCTMA la convierte en un sitio fascinante para el estudio de la biodiversidad, ya que al colindar con el Golfo de México se les considera como ciudades costeras, las cuales son áreas en las que se encuentra la tierra con el mar. Esto hace a la ZCTMA un sitio llamativo para el estudio de las aves, en especial las aves acuáticas. Para empezar, se sabe de la relevancia de Tamaulipas tanto para la residencia, como para los movimientos migratorios de estas aves, ahora las ciudades costeras del Golfo de México desempeñan un rol especialmente importante para la conservación de las aves acuáticas debido a que cumplen con

las características para que estas pueden desempeñar sus actividades y subsistir. Los humedales costeros tienen una gran importancia para estas especies debido a que son zonas importantes para la alimentación de estos organismos, así como para el anidamiento de estos mismos. Por si esto fuera poco, BirdLife International designó la mayor parte de estos tres municipios dentro de la AICA Humedales del Sur de Tamaulipas y el Norte de Veracruz (Fig. 1) (Salinas Castillo *et al.* 2002, Treviño Sandoval 2016).

Además de las aves, la ZCTMA es un sitio muy relevante para el estudio y conservación de la vegetación, especialmente de los manglares. El Golfo de México es un sitio de especial interés para este tipo de vegetación, ya que se encuentra altamente amenazada debido a las actividades humanas. Pero el sureste de Tamaulipas no solo es relevante para la distribución de los manglares únicamente por esto, sino también porque estos habitan especialmente en lagunas costeras y la ZCTMA posee un gran y complejo sistema lacunario que conecta con el Río Panuco, poseyendo un gran número de cuerpos de agua dulce o salobre como los Son: La Vega Escondida, El Champayán, Las Marismas, La Laguna del Carpintero, etc. De hecho, CONABIO marca tres puntos dentro de esta zona conurbada como sitios relevantes para la conservación del mangle a nivel nacional, estas son: Lomas de Real, Miramar y Pueblo Viejo-El Chairel (Figura 1) (Foroughbakhch Pournavab *et al.* 2004, Yáñez-Arancibia *et al.* 2014, CONABIO 2020, Bartorila & Rosas Lusett 2021).

A pesar de todo el potencial de la ZCTMA para el estudio y conservación de la biodiversidad, se puede afirmar que el cuidado de los humedales y cuerpos de agua de la zona (tanto continentales como el mar en sí) ha sido cuanto menos

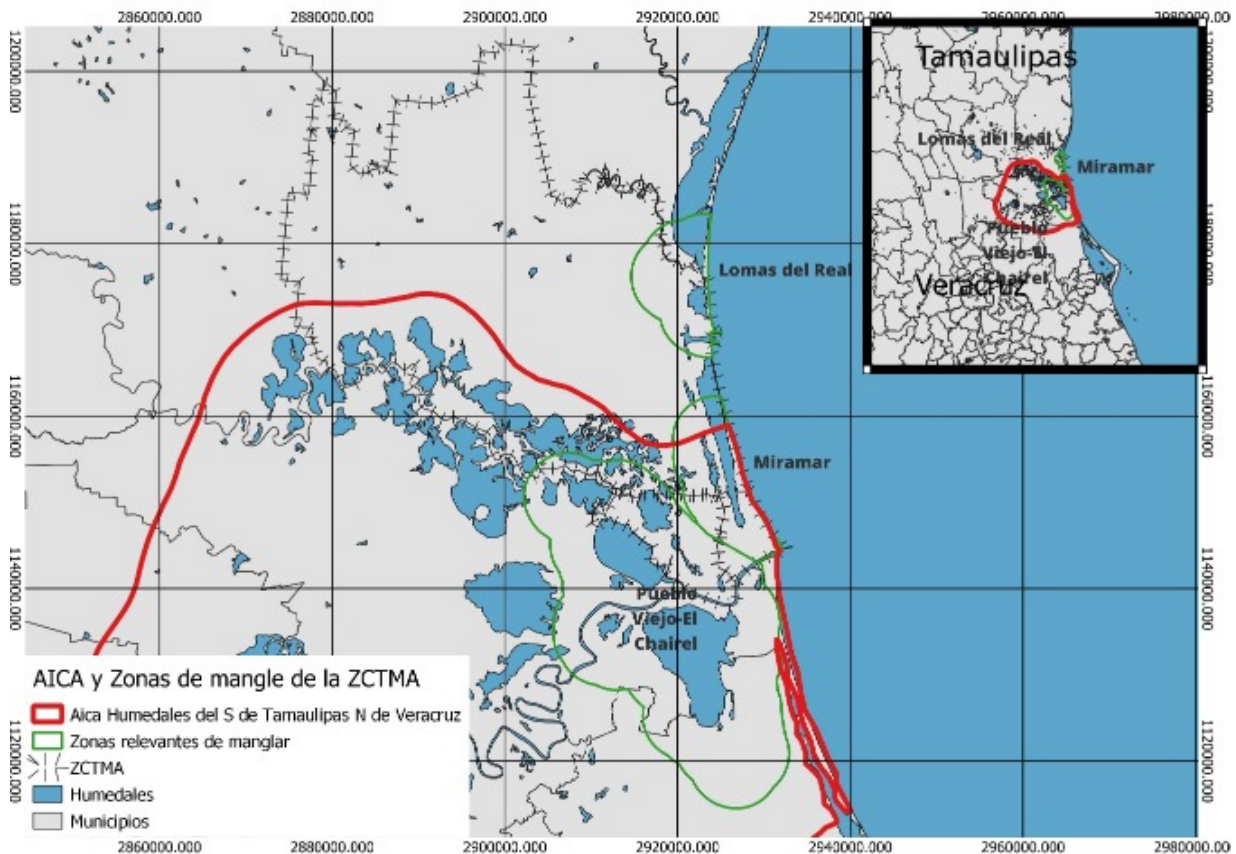


Figura 1. AICAS y zonas relevantes de mangle en la Zona Conurbada de Tampico, Madero y Altamira (Elaboración: ???).

deficiente. La urbanización, deforestación de vegetación nativa, contaminación de los cuerpos de agua y sobreexplotación en general de los recursos naturales sin planes de manejo adecuados han alterado indiscutiblemente los ecosistemas de la zona y modificado drásticamente el paisaje. En el siguiente trabajo se hablará acerca de las alteraciones a los ecosistemas, así como las causas de las mismas, también se va a emitir una opinión lo más objetiva posible de la conservación actual en la zona y posibles soluciones a los problemas ambientales que más apremian para conservar la biota el sureste del estado.

Principales causas:

Crecimiento demográfico

Resulta más que complejo resaltar las

principales causas del descuido y sobreexplotación de los recursos naturales, especialmente de lo que serían los humedales y cuerpos de agua de la zona. Esto debido a que no es una problemática simple a la cual se le puede atribuir un solo causante y alguna solución simple, sino que es un problema con múltiples causantes que se ha incrementado y cambiado a lo largo de décadas, pero a continuación se mencionaran las principales razones por las cuales estos se han degradado progresivamente.

Una de las principales causas es el crecimiento demográfico que se ha dado en las últimas décadas (de 1930 en adelante), lo cual provocó una gran expansión territorial debido a la mayor demanda de recursos por el aumento de la población. Tampico es un claro ejemplo de esto, pues su población aumentó en un

263%, pasando de 70,000 a más de 180,000 habitantes en tan solo 40 años (entre 1930 y 1970). Además, Altamira ha sido el municipio más afectado por esto, presentando una tasa de crecimiento anual de 3.65%, superando a las de Tampico y Ciudad Madero de 2.45% y 3.22% respectivamente. Estos drásticos aumentos poblacionales de dichos años se pueden atribuir principalmente a la tendencia de tener más hijos en aquellas épocas y a la coincidencia con la disminución de la tasa de mortalidad (Batres *et al.* 2010). Si bien las políticas de control de natalidad han rendido frutos, reduciéndose notoriamente el crecimiento demográfico del 2005 al 2020, e incluso con la reducción de la población de Tampico en dicho lapso de 15 años, siendo únicamente Altamira el municipio que todavía presenta drásticos aumentos en su número de habitantes (Tabla I), la urbanización y aumento de demanda de recursos provocados por incrementos exponenciales tan significativos de la población es algo inminente e inevitable (Batres González *et al.* 2010, INEGI 2020).

Todos estos datos acerca del crecimiento demográfico y urbanización son muy claros en cuanto a la deforestación y pérdida de suelos, pero esto nos lleva a la pregunta ¿Cómo es que la mancha urbana ha afectado a los cuerpos de agua de la ZCTMA? La expansión de población ha fragmentado enormemente a los cuerpos de agua e incluso ha provocado que grandes sistemas hídricos queden divididos como pequeñas lagunas urbanas.

El ejemplo más claro es la Laguna del Carpintero, la cual ha perdido gran parte de su extensión y se encuentra rodeada en su totalidad por la civilización (Batres *et al.* 2010). La afectación de estos lugares ha sido tanta que, según la teoría de la biogeografía de las islas, estas pueden ser consideradas como “Islas de hábitat”. Esto debido a que estos cuerpos de agua son terrenos aislados con vestigios de vegetación riparia, rodeados por un ambiente hostil, en el cual las especies que habitan en estos simplemente no podrían subsistir. A sí mismo, debido al decreciente tamaño de los humedales se crea un efecto de borde, es decir, una zonificación de un área con baja calidad de hábitat debido a que colinda con la civilización y que ira aumentando conforme aumente la presión de variables que afecten la zona, así como un área con un hábitat de buena calidad en constante decrecimiento conforme aumente la presión. Esto provoca que decaiga la calidad de hábitat que puede ofrecer el cuerpo de agua en sí, afectando la calidad de vida y tasa de supervivencia de la fauna y flora que habita en dichas “Islas de hábitat” (MacArthur & Wilson 1967, Santos & Tellería 2006).

Afectaciones al manglar

Si bien esto ya es de por sí perjudicial para la fauna, las especies de aves aún pueden atravesar la ciudad y buscar otras zonas, así como peces y demás especies acuáticas como los cocodrilos, quienes pueden atravesar los canales que conectan a los

Tabla I. Evolución de la dinámica poblacional en la ZCTMA de 1930 al 2020.

Municipio	1930	2005	2020
Tampico	70,183	303,924	297,562
Madero	25,704	193,045	205,933
Altamira	6,993	162,628	269,790

Nota: Información extraída de Batres González *et al.* 2010, INEGI 2020.

diferentes cuerpos de agua. No obstante, la vegetación riparia es definitivamente la que se puede ver más afectada, pues esta se ve completamente marginada en los cuerpos de agua que se encuentran aislados unos de otros. Esto puede ser especialmente perjudicial para el manglar, pues hay cuatro especies que habitan en la ZCTMA y de hecho todas se distribuyen en la Laguna del Carpintero (Rosas Lusett *et al.* 2016).

Esto es tan grave debido a que aunque se mantenga un número relativamente estable de individuos en cada humedal, a falta de intercambio genético con otras poblaciones se puede formar un efecto de cuello de botella, en el cual al haber tan baja diversidad genética dentro de la población, pueden suscitarse grandes niveles de endogamia que provocarían que las poblaciones de estas especies terminen siendo insostenibles, además cabe destacar la complejidad de revertir estos efectos de cuello de botella una vez ocurridos (Domínguez 2018).

Por tanto, resulta de suma importancia el cuidado de estas áreas, así como la reforestación y ampliación de zonas con manglar, ya que todas las especies de este tipo vegetación, se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo estas: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle prieto (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) Los manglares son de especial importancia debido a los numerosos servicios ecosistémicos que brindan. Ya que estas fungen de refugio para múltiples especies de organismos, sirven como biorremediadores que limpian las aguas de contaminantes y disminuyen la salinidad del agua, contienen la erosión costera y para la relevancia de la población en general, contienen el ascenso del nivel del mar,

protegiendo de esta manera la infraestructura y vivienda de la ciudad (Espinoza *et al.* 2019, Foroughbakhch Pournavab *et al.* 2004).

Afectaciones por parte de la industria y vínculo con las aves acuáticas

Resulta imposible no abordar el efecto de la industria, ya que estos son probablemente los principales causantes de la “degradación” de la calidad del hábitat. Esto debido a que numerosos cuerpos de agua de la zona han sido utilizados para la descarga de metales pesados y demás contaminantes por múltiples empresas y el sector privado en general, que desechan en estos sus aguas residuales. Cuerpos de agua como el Río panuco son de los más contaminados en el país debido a estas actividades sin regulación adecuada. Además de la extracción de agua que estas realizan para llevar a cabo sus actividades industriales. Por si esto fuera poco, numerosas marismas de Altamira han sido rellenadas para hacer uso de nuevos espacios de lotificación comercial y de viviendas, por lo cual dichos cuerpos de agua se han perdido en su totalidad. Por desgracia, el relleno de marismas y cuerpos de agua en general lleva años siendo una práctica común en México (Batres González *et al.* 2010, Hernández *et al.* 2009, Treviño Sandoval 2016).

Estas afectaciones están cuantificadas en algunas partes de la ZCTMA, encontrando que las lagunas de Pueblo Viejo (Veracruz), las de San Andrés y las Marismas de Altamira (Tamaulipas) exceden los niveles de cobre recomendados para sostener la vida (18.7 µg/g), siendo de hecho la Laguna las Marismas la que presenta los niveles más altos de este metal, lo cual no es de sorprender debido a su cercanía con el sector industrial. Así

mismo, las lagunas de Pueblo Viejo y las Marismas exceden los niveles de níquel recomendados para sostener la vida (20.9 $\mu\text{g/g}$) (García Navarro 2006).

Esta degradación de la calidad del agua es especialmente perjudicial para organismos que dependen directamente de esta, como las aves acuáticas, pues estas necesitan tanto a los humedales continentales como del mar en sí para desempeñar sus actividades normales como forrajeo, transitar durante sus rutas migratorias, o su uso como sitios de anidación. Los cambios de estos, en distintas escalas pueden afectar directamente los patrones de distribución de la ornitofauna, más aún considerando que la ZCTMA se encuentra en el Golfo de México, un lugar de gran relevancia para los movimientos migratorios de estas. De hecho, se ha documentado el uso de cuerpos de agua artificiales hechos por la industria y el sector agrícola en ausencia de los naturales que regularmente utilizarían. Además, altas acumulaciones de metales pesados pueden ser especialmente perjudiciales para la salud de las aves, pues de hecho justamente el cobre, el cual ha sido especialmente abundante en los estudios hechos por García (2006), puede causar diversas enfermedades en las aves, como: anemia, trastornos en el desarrollo, reproducción, respiratorios e incluso cáncer, por solo mencionar algunos (Salinas Castillo *et al.* 2002, Gallardo del Ángel *et al.* 2004; González *et al.* 2018).

A pesar de la falta de estudios avifaunísticos que caractericen adecuadamente la diversidad, estacionalidad y demás hábitos de la avifauna local, así como las múltiples amenazas provocadas por la expansión urbana y la industria local, hasta la fecha hay más de 490 especies de aves registradas en el sureste de Tamaulipas, por si esto no fuera suficientemente relevante,

15 de estas son consideradas endémicas y casi 50 especies están dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010 (Cabrera-Cruz *et al.* 2015). Todo ello resulta relevante, pues a pesar del deterioro de la ZCTMA, sigue siendo un sitio de suma importancia para este grupo taxonómico, resultando inminente la necesidad de implementar nuevas prácticas y restricciones para que el desarrollo de los tres municipios de la zona conurbada afecte lo menos posible a la ornitofauna, así como al resto de taxa.

Sequías en el sureste de Tamaulipas

El tema de las sequías y la falta de agua en México lleva algunos años siendo noticia, el vacío de las presas y los cortes de agua afectan a cada vez más estados. A pesar de esto, municipios costeros con sistemas lacunarios como es la ZCTMA hasta hace poco no habían visto su calidad de vida afectada por estos acontecimientos; sin embargo, el año 2024 se está convirtiendo en un punto y aparte para los humedales del sur de Tamaulipas.

El presente año (2024) ha sido duro para los habitantes y los humedales de la ZCTMA, pues el inicio de la temporada de calor ha provocado drásticas disminuciones en los cuerpos de agua de la zona. De hecho, en la laguna del Chairel se ha registrado una reducción de -30 cm de su escala hidrométrica, por si esto fuera poco, el último reporte del Río Tamesí indicaba que su nivel se encontraba a solo poco más de un metro. Estos datos resultan más que alarmantes, pues las autoridades ya se encuentran en búsqueda de alternativas para abastecer de agua a los municipios. Sin embargo, a pesar de la complicada situación se han reportado varias empresas que siguen extrayendo y explotando los recursos hídricos (Campos 2024, Gómez 2024).

Si bien no hay estudios del grado de afectación de la sequía a la biodiversidad en el sureste de Tamaulipas. Por las características de esta área, gran parte de la fauna y flora local están especializados a hábitats riparios, la ausencia o disminución de este importante recurso puede conllevar a un exceso de competencia tanto inter como intraespecífica, la migración de poblaciones de búsqueda de otras fuentes de agua, el establecimiento nuevos organismos, el fallecimiento de individuos, afectaciones en la reproducción o inclusive extinciones locales de algunas especies. Por lo mismo, sería más que relevante llevar a cabo estudios de los impactos de la sequía en los ecosistemas de la ZCTMA.

Falta de ANPs y escasa legislación ambiental

Otra de las principales razones por la sobrexplotación, degradación y fragmentación de los cuerpos de agua en el sureste del estado, es la falta de Áreas Naturales Protegidas (ANPs). Como es bien sabido, la mayoría de las ANPs se concentran en el sur México y de hecho, la ZCTMA no cuenta con ninguna ANP a nivel federal, pues a la fecha solo se cuenta con una ANP a nivel municipal que es “La Vega Escondida” (Mayagotia-González et al. 2013, CONANP 2023). Sin embargo, a pesar de que este cuerpo de agua se encuentra supuestamente protegido, se han llevado muchas malas prácticas en este, como lo ha sido la introducción de peces exóticos, siendo las tilapias un claro ejemplo de esto (Briones 2020). Esto resalta la necesidad de declarar ANPs u otras alternativas para la conservación en su defecto en la zona, pero no solo eso, sino de la elaboración de planes de manejo adecuados por gente especializada en el tema

En general, la ZCTMA presenta una

gran área de oportunidad en cuanto a legislación ambiental y planes de manejo. Un ejemplo claro de esto es el desarrollo del parque ecológico en la Laguna del Carpintero, el cual ha causado un gran nivel de inconformidad dentro de la comunidad científica local debido a varias discrepancias que presenta. Para empezar, varias hectáreas de manglar han sido deforestadas, lo que ha causado la inconformidad de la sociedad, pues al verse privada de los servicios ecosistémicos de estos, argumentan que se ha atentado contra su derecho de vivir en un “ambiente sano”; así mismo, también señalan que se pasaron por alto varias leyes y normas que protegen a estos organismos, entre las que destacan la NOM-059-SEMARNAT-2010, la NOM-022-SEMARNAT-2003, el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, por mencionar algunas. Además, se han suscitado varias quejas en lo que respecta al plan de manejo, para empezar en el proyecto no se destaca que se va a trabajar en un hábitat de manglar y además, en este proponen la siembra de vegetación exótica, lo cual rompe la propuesta inicial de la laguna como un “Parque ecológico”. Así mismo, en el listado de fauna, solo hacen mención a siete especies, cuando consultando plataformas como Naturalista, se pueden encontrar más de 100 especies de animales con grado de investigación que se distribuyen en la laguna (Córdova et al. 2014, Gómez Gómez 2022, Naturalista 2023).

Lastimosamente, situaciones similares a la de la Laguna del Carpintero son bastante comunes en nuestro país, donde varias leyes y normas ambientales no son tomadas en cuenta y especies bajo alguna categoría de riesgo resultan afectadas. De hecho, un caso muy parecido al de este trabajo es el del “Malecón Cancún (Proyecto Tajamar)”, el cual es catalogado

por muchos como un ecocidio en contra de los manglares de la zona, cabe destacar que en este sitio se distribuyen las mismas cuatro especies que en la ZCTMA. Durante este proyecto, varias hectáreas de este valioso tipo de vegetación fueron taladas para el uso turístico de la zona a pesar de los intentos de amparos y grupos activistas; además, a pesar de la antigüedad que tiene este caso, a la fecha no hay una resolución (Manuel Aragón 2017).

Los casos de la ZCTMA, así como el mencionado en el párrafo anterior son solamente un par de ejemplos de una situación que acontece en todo el país. Si bien el desarrollo y uso de los recursos naturales es algo necesario e inevitable, resulta importante mitigar los impactos ambientales para alcanzar un “desarrollo sustentable”. Una importante herramienta para esto son las Evaluaciones de Impactos Ambiental (EIA), las cuales llevadas a cabo correctamente son una excelente herramienta preventiva, pues su objetivo no es obstaculizar los proyectos, sino el presentar alternativas que reduzcan el impacto de estos (Manuel Aragón 2017). México todavía presenta una gran área de oportunidad en cuanto a EIA y demás herramientas para el cuidado ambiental respecta; sin embargo, su mejor implementación puede mejorar enormemente la manera en la que aprovechamos nuestros recursos.

Conclusiones

Debido a sus características físicas y biológicas, la ZCTMA es un lugar de suma importancia para el estudio y conservación de la fauna y flora costera, pues funge de refugio para especies migratorias como lo son las aves acuáticas o prioritarias como lo es el manglar, ambas dependiendo de este tipo de hábitats y a

su vez asegurando la estabilidad de estos. Sin embargo, este tipo de ecosistemas han sido drásticamente afectados por numerosas actividades antropogénicas, como lo han sido: La expansión de la mancha urbana, la deforestación, contaminación por parte del sector industrial y la falta de área designadas para la protección de los cuerpos de agua, la laguna del carpintero es un claro ejemplo de esto, a la cual inclusive se le podría considerar una “Isla de hábitat” por su aislamiento. Además, las fuertes sequías que están azotando a nuestro país son una nueva problemática que puede reducir, o incluso hacer desaparecer a varios humedales la zona. Por esto mismo, resulta prioritario fomentar el estudio de la diversidad local, lo cual es vital para implementar medidas para la protección y manejo de esta, el sureste de Tamaulipas posee un gran potencial aún sin explotar en torno a la investigación, la ciencia y el cuidado de la biodiversidad.

Agradecimientos

A los revisores, por el tiempo e interés brindado para leer y evaluar este trabajo. Así como el enriquecimiento brindado por los mismos para su publicación.

Referencias

- Batres González, J.J., V. Ortells Chabrera & J. Lorenzo Palomera. 2010.** Diseño y ordenamiento de la dinámica urbana, medio ineludible en la preservación sustentable de los recursos hídricos naturales urbanos en México, caso lagunas urbanas del sur de Tamaulipas (Tampico-Madero-Altamira). *Quivera. Revista de Estudios Territoriales* 12(1): 1-13.
- Bartorila, M.A. & M.A. Rosas Lusett. 2021.** Biodiversidad y ordenamiento territorial. Tampico, posible reconversión de la ciudad industrial a la metrópoli de los manglares. *CONTEXTO. Revista De La Facultad De Arquitectura De La Universidad Autónoma de Nuevo León* 15(23): 71-88.

- Briones, T. 2020.** Liberan alevines de tilapia en laguna de La Vega Escondida. *El Sol De Tampico | Noticias Locales, Policiacas, Sobre México, Tamaulipas Y El Mundo*. Consultado el 09 de mayo de 2024, de: <https://www.elsoldetampico.com.mx/local/liberan-alevines-de-tilapia-en-laguna-de-la-vega-escondida-5325820.html>
- Cabrera-Cruz, R.B.E., M.A. González-González, J.E. Rolón-Aguilar & J.C. Gaytán-Oyarzún. 2015.** "Indicadores bióticos de calidad ambiental del sur del estado de Tamaulipas, México. Caso de estudio: Aves. Pp: 130-141. *In: Pulido-Flores, G., Scott Monks & M. López-Herrera (eds.), Estudios en Biodiversidad*. Zea Books, Lincoln, Nebraska.
- Campos, A. 2024.** En plena crisis hídrica, detectan cuatro empresas que extraen agua del río Tamesí. *El Sol de Tampico*. Consultado el 29 de mayo de 2024. Disponible en: <https://www.elsoldetampico.com.mx/local/en-plena-crisis-hidrica-detectan-cuatro-empresas-que-extraen-agua-del-rio-tamesi-11992371.html>
- CONANP. 2023.** Áreas naturales protegidas. gov.mx. Recuperado 09 de septiembre de 2023, de <https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226>.
- CONABIO. 2024.** Portal de Geoinformación 2024. Sistema Nacional de Información Sobre Biodiversidad (SNIB). Consultado el 29 de mayo de 2024: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Córdova Tapia, F., J.A. López Portillo Guzmán, V.M. Vásquez Reyes, R. Pacheco Muñoz, M. Pallares Trujillo, K. Levy Gálvez & L. Zambrano González. 2014.** Análisis de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto "Parque Temático Ecológico Laguna del Carpintero", MIA-28TM2014HD13. Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad. 1-13.
- Domínguez, J.A. 2018.** Análisis de un posible cuello de botella sobre la variabilidad en un núcleo genético de ovinos Pampinta. Tesis de ingeniería. Universidad Nacional de la Pampa, Santa Rosa, Argentina.
- Gómez, C. 2024.** Llega a -30 centímetros, nivel en la laguna del Chairel. *MILENIO*. Consultado el 29 de mayo de 2024. Disponible en: <https://www.milenio.com/estados/nivel-laguna-chairel-llega-30-centimetros-07-mayo-2024>.
- Lozano Espinoza, M.Á., G.C. Rodríguez Crespo, O. Domínguez Junco & J. Gómez Hernández. 2019.** Los servicios ecosistémicos en manglares: beneficios a la resiliencia del ecosistema ante cambios climáticos, a la comunidad y su desarrollo local. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* 2(2): 120-127.
- Foroughbakhch Pournavab, R., A.E. Céspedes Cabriales, M.A. Alvarado Vázquez, M.A. Núñez González & M.H. Badii Zabeih. 2004.** Aspectos ecológicos de los manglares y su potencial como fitorremediadores en el Golfo de México. *Ciencia UANL* 7(2): 203-208.
- Gallardo del Ángel, J.C., E. Velarde González & R. Arreola Alemón. 2004.** Aves del Golfo de México y las áreas prioritarias para su conservación. Pp 301-322 *In: Caso, M., I. Pisanti & E. Ezcurra. (Comps.). Diagnóstico ambiental del Golfo de México*. Instituto Nacional de Ecología, México..
- García Navarro, J. 2006.** Metales pesados en sedimentos en tres lagunas costeras del sur de Tamaulipas y norte de Veracruz. Tesis doctoral. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.
- González, D., D. Álvarez Bernal, M. Mora, H.R. Buelna-Osben & J.R. Ruelas-Insunza. 2018.** Biomonitorio de metales pesados en plumas de aves acuáticas residentes del Lago de Chapala, México. *Revista internacional de contaminación ambiental* 34(2): 215-224.
- Gómez Gómez, H.M. 2022.** Derecho a un Ambiente Sano. El caso del Manglar de la Laguna del Carpintero. *Revista IUS* 16(49): 65-107.
- Hernández, C., A. Ibarra, A & J. Jiménez. 2009.** Gestión litoral y política pública en México: un diagnóstico. Pp: 15-40 *In: Arenas Granados, P., J.A. Chica Ruiz, J. García Onetti & J. García Sanabria (eds.), Manejo Costero Integrado y Política Pública en Iberoamérica: Un diagnóstico. Necesidad de cambio*. Red IBERMAR (CYTED), Cádiz, España.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2020.** Panorama Sociodemográfico de Tamaulipas: censo de población y vivienda 2020. Consultado el 04 de septiembre de 2023. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825198015.pdf
- MacArthur, R.H. & E.O. Wilson. 1967.** The theory of island biogeography. Princeton Univ. Press, Princeton, N. Jersey.
- Manuel Aragón, M. 2017.** Impactos ambientales generados por el caso "Malecón, Cancún (Proyecto Tajamar)", Quintana Roo, México. Reflexiones para el desarrollo sustentable del turismo. *Ciencia y Mar* 21(62): 37-55.

Mayagoitia-González, P. E., A. Fierro-Cabo, R. Valdez, M. Andersen, D. Cowley & R. Steiner. 2013. Uso de hábitat y perspectivas de *Lontra longicaudis* en un área protegida de Tamaulipas, México. *Therya* 4(2): 243-256.

Naturalista. 2023. Observaciones de animales de la laguna del carpintero. Consultado el 18 de septiembre de 2023. Disponible en: https://www.naturalista.mx/observations?captive=false&nelat=22.23888559639913&nelng=-97.85200067072401&place_id=any&quality_grade=research&subview=map&swlat=22.22113066006322&swlng=-97.85922790904601&taxon_id=1&view=species

Rosas-Lusett, M., M.A. Bartorila & S. Ocón-Morales. 2016. Laguna del Carpintero, regulador climático en el área urbana de Tampico. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño* 11(20): 113-124.

Salinas Castillo, W. E., E.J. Treviño Garza, J.G. Jaramillo Tovías & J.A. Campos Flores. 2002. Identificación y clasificación de humedales interiores del estado de Tamaulipas por percepción remota y sistemas de información geográfica. *Investigaciones Geográficas* 49: 74-91.

Santos, T., & J.L. Tellería. 2006. Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas* 15(2): 3-12. Recuperado a partir de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/180>

SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. Diario Oficial de la Federación 30 diciembre, 2010.

Treviño Sandoval, R.E. 2016. Riesgos en la zona conurbada de Tampico. Pp: 49-75 *In:* Tello Iturbide, A., Gómez Isassi, L.A. Mendoza Rivas, M.E. Rosas Rodríguez (eds.), Cambio climático, riesgos y protección civil: En la cuenca baja del río Pánuco, Tamaulipas, México. Universidad Autónoma de Tamaulipas, Tampico, México.

Yáñez-Arancibia, A., J.W Day, R.R. Twilley & R.H. Day. 2014. Manglares: ecosistema centinela frente al cambio climático, Golfo de México. *Madera y bosques* 20(SPE): 39-75.