

Revista Ciencias del Mar UAS



Octubre - Diciembre 2024

Núm. 1 Vol.2

U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



E-ISSN (en trámite)



Revisión Científica

Estero del Yugo: Análisis de la diversidad biológica, amenazas antropogénicas y estrategias de mitigación

Estero del Yugo: Analysis of biological diversity, anthropogenic threats, and mitigation strategies



CREATIVE COMMONS



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original.



1. Angela Marlene Ureña Milán

Carrera Biología acuícola,
Facultad de Ciencias del Mar,
Universidad Autónoma de Sinaloa.

Autor de correspondencia:

angela.milan004@gmail.com



2. Itzel Marina Cabanillas Guevara

Carrera Biología acuícola,
Facultad de Ciencias del Mar,
Universidad Autónoma de Sinaloa.



Estero del Yugo: Análisis de la diversidad biológica, amenazas antropogénicas y estrategias de mitigación

Estero del Yugo: Analysis of biological diversity, anthropogenic threats, and mitigation strategies

► RESUMEN

El estero del Yugo es un humedal costero situado en Mazatlán, Sinaloa, México. A pesar de estar rodeado por una zona urbanizada, este ecosistema sigue siendo un refugio vital para la biodiversidad, con una notable importancia ecológica. Forma parte del sitio RAMSAR 1349, un reconocimiento internacional que subraya su importancia como hábitat para numerosas especies de flora y fauna. El estero del Yugo se integra también dentro del área de protección de flora y fauna meseta de Cacaxtla, una zona de conservación que resalta su valor ecológico y su función clave en la región. A lo largo de los años ha sido objeto de estudios científicos por parte del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), otras instituciones y usuarios. No obstante, el estero del Yugo enfrenta desafíos ambientales significativos, derivados de la presión antropogénica, como la expansión urbana no planificada, la contaminación por desechos industriales y domésticos, así como también la insuficiente concienciación y recursos destinados a su conservación. Estos factores han comprometido la integridad ecológica del estero alterando sus dinámicas naturales. La degradación progresiva del hábitat podría llevar a la pérdida de biodiversidad y a la disminución de los servicios ambientales que el estero proporciona.

Palabras clave: Humedal costero, estero, amenazas, mitigación, revisión.



► ABSTRACT

Estero del Yugo is a coastal wetland located in Mazatlán, Sinaloa, Mexico. Despite being surrounded by an urbanized area, this ecosystem remains a vital refuge for biodiversity, with significant ecological importance. It is part of RAMSAR site 1349, an international designation highlighting its role as a habitat for numerous species of flora and fauna. Estero del Yugo is also integrated within the Meseta de Cacaxtla flora and fauna protection area, a conservation zone that underscores its ecological value and key function in the region. Over the years, it has been the subject of scientific research by the Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo and other institutions and stakeholders. However, estero del Yugo faces significant environmental challenges due to anthropogenic pressures, such as unplanned urban expansion, contamination from industrial and domestic waste, as well as the insufficient awareness and resources for its conservation. These factors have compromised the ecological integrity of the estuary disrupting natural dynamics. The progressive degradation of the habitat could lead to loss of biodiversity and the decline of the environmental services provided by the estuary.

Key words: Coastal Wetland, estuary, threats, mitigation, review.

► INTRODUCCIÓN

Un estuario es comúnmente definido como un cuerpo acuático costero parcialmente cerrado donde el agua dulce y el agua salada se encuentran y se mezclan (Neves et al., 2008). Estos son considerados zonas de transición entre ecosistemas terrestres y acuáticos, y proveen a la comunidad de múltiples servicios ecosistémicos. Una de las características más importantes de estos ecosistemas es su alta productividad primaria que comúnmente se genera a partir de un elevado aporte de nutrientes que favorece la producción y actividad tanto en sedimento como en la columna de agua (Ibarra-Obando, 1990). Por sus diferentes cualidades geomorfológicas y su hidrodinámica propicia el desarrollo de vegetación halófila, como el mangle. México es



un país conocido por su extensión de litoral de más de 11,000 km, en este territorio se encuentran aproximadamente 125 lagunas costeras, además de una variedad de bahías, estuarios y ensenadas. Los manglares de México representan el 6% del total mundial y colocan a nuestro país en el cuarto lugar de los países que poseen este ecosistema, tan solo por debajo de Indonesia, Australia y Brasil (Simard et al., 2019).

Ubicado en la región del noroeste de México, se localiza el estado de Sinaloa, el cual tiene una superficie territorial de 58,488 km², en situación geográfica 22°28'19" y 27°03'41" latitud norte y 105°23'20" y 109°29'24" longitud oeste. El litoral del estado cuenta con un territorio de 656 km (Martínez-López, 2003), el cual está formado por numerosas bahías, ensenadas, islas, lagunas costeras y marismas, siendo todas de gran importancia para la economía del estado.

En esta región costera, específicamente en la bahía de Mazatlán, se encuentra la microcuenca estero del Yugo. Como descripción general, el estero del Yugo es un humedal fragmentado, tomando en cuenta el estado de conservación de otras áreas naturales protegidas

Características biológicas

La microcuenca estero del Yugo cuenta con las características necesarias para albergar gran variedad de especies florísticas y faunísticas. Como dato principal, el estero del Yugo se encuentra en la frontera de una delimitación con la playa tortuguera "El Verde Camacho" la cual fue denominada sitio Ramsar 1349 (Ramsar, 2004). Al mismo tiempo, forma un corredor ecológico hacia el norte, con el área de protección de flora y fauna meseta de Cacaxtla (CONANP, 2016).

El Estero del Yugo está en su mayoría compuesto por selva baja caducifolia con una extensión de 140.6 ha, la cual se encuentra distribuida de manera inconsistente a lo largo del territorio aledaño al canal y en las partes más altas del estero con ejemplares que pueden alcanzar hasta los 15 m de altura. La vegetación más representativa es el palo prieto (*Pirahnea mexicana*), el papelillo (*Bursera arborea*), casiguano (*Cenostigma eriostachys*), la rosa amarilla (*Cochlospermum vitifolium*), mauto (*Lysiloma divaricatum*) y el nanche de la costa



(*Ziziphus amole*) (Peraza, 2021), las cuales son especies asociadas, implicando que comparten un mismo espacio o territorio y se puede deducir un beneficio de dicha asociación. Otras especies de importancia ecológica más cercanas a la zona urbanizada son guásimo (*Guazuma ulmifolia*), huizaches (*Vachellia*) y neem (*Azadirachta indica*), ya denominadas especies subcaducifolias (Ruiz-Guerrero, 2023).

Cubriendo aproximadamente 7.4 ha en los acantilados rocosos, se encuentra vegetación de tipo matorral tropical costero o selva baja espinosa. La mayoría de elementos son caducifolios, espinosos y suculentos, comúnmente miembros de la familia Cactácea. Dentro de esta familia, encontramos ejemplares del género *Opuntia*, principalmente el nopal de culebra (*Opuntia decumbens*) (iNaturalist, 2024) y del género *Stenocereus*, como la pitaya sina (*Stenocereus alamosensis*) y el pitayo (*Stenocereus kerberi*). En el estrato más alto se encuentran el palo colorado (*Coulteria platyloba*), *Plumeria rubra* y cardon hecho (*Pachycereus pecten-aboriginum*). Algunas especies también pertenecientes a la vegetación halófila son *Batis maritima* L. y verdolaga china (*Sesuvium portulacastrum*) (Ruiz-Guerrero, 2023).

Por su parte, el tular delimita una superficie de 0.67 ha. Localizada en el sector norte de la laguna norte, la cual permanece inundada durante la mayor parte del año. Se identificaron especies herbáceas como el tule (*Typha domingensis*), el papiro (*Cyperus ligularis*), además de otras especies trepadoras tales como la coronita (*Antigonon leptopus*) y el tumbavaqueros (*Funastrum cynanchoides*) (Peraza, 2021).

El mangle forma una franja estrecha de aproximadamente 20 m cubriendo una superficie de

3.81 ha al borde del perímetro de los cuerpos lagunares presentes en el estero del Yugo. Según datos recaudados de la tesis de Peraza (2021) y del listado florístico de Ruíz-Guerrero (2023), en el estero se identifican dos especies de mangle: el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuales se encuentran en el contorno de las lagunas y en el bordo de tierra que las divide, encontrándolas de manera uniforme. Cabe resaltar que este número se ha mantenido estable desde el primer estudio del que se tiene registro de



Stokes y Van der Heiden en 1998 (Peraza, 2021). Sin embargo, CONABIO en 2022 reporta presencia de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en la zona norte de la laguna norte del estero del Yugo; no obstante, no se han registrado más observaciones de mangle rojo en la zona, ya que se muestra como un territorio de difícil acceso.

La cantidad de especies florísticas registradas en la zona, representa un número tan significativo que según conclusiones de Ruiz-Guerrero: “La flora vascular de la microcuenca estero del Yugo representa 10% de la flora de Sinaloa.” Remarcando que la conservación de la zona debería tomarse con más seriedad por la comunidad científica, las autoridades y, así mismo, por los locales con el fin de que la biodiversidad se mantenga, previniendo no solo la pérdida de flora, sino también la de la fauna, evitando la degradación de este ecosistema tan complejo.

La fauna del área comprende mamíferos de diversos tamaños desde el venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*), la ardilla gris del Pacífico (*Sciurus colliaei*), mapache común (*Procyon lotor*), armadillo de nueve bandas (*Dasyus novemcinctus*) y la liebre antílope (*Lepus alleni*); crustáceos como cangrejo de manglar tigre (*Goniopsis pulchra*), cangrejo cajo (*Cardisoma crassum*) y cangrejo violinista (*Uca tangeri*); reptiles como, cocodrilo de río (*Crocodylus acutys*), iguana mexicana de cola espinosa (*Ctenosaura pectinata*), tortuga pecho quebrado mexicana (*Sceloporus clarkii*), iguana verde (*Iguana iguana*), culebra perico del Pacífico (*Leptophis diplotropis*), huico llanero (*Aspidoscelis costatus*), abaniquillo pañuelo del Pacífico (*Anolis nebulosus*), culebra chirriadora neotropical (*Masticophis mentovarius*), serpiente lira sinaloense (*Trimorphodon paucimaculatus*), serpiente de cascabel (*Crotalus* sp.) (iNaturalist, 2024). Además es hogar de un extenso número ejemplares pertenecientes a la avifauna, tan solo en el territorio del estero se encontraron 58 especies de aves y un 62% de ellas son catalogadas como migratorias. El 90% de los ejemplares de la avifauna se encontraron al norte del estero, siendo las más abundantes la *Fulica americana*, el cormorán (*Phalacrocorax brasilianus*) y el zambullidor chico (*Tachybaptus dominicus*) mientras que las especies más frecuentes fueron la garza blanca (*Ardea alba*), la garcita verde (*Butorides*



virescens) y la garceta nívea (*Egretta thula*) (Montijo, 2009). Considerando lo anterior, es evidente el motivo por el cual el estero del Yugo sigue siendo parte de las delimitaciones de un sitio Ramsar, a pesar de su inserción en la zona urbana de Mazatlán. El sitio Ramsar 1349 tiene como área de amortiguamiento al estero del Yugo, este mismo cumple con 2 de los 3 criterios Ramsar que engloban todo el sitio; el criterio 2, que se fundamenta como un área de sustento para especies en categoría de riesgo como las ya anteriormente mencionadas (venados, aves, cocodrilos e iguanas) y el criterio 4, establece que corresponde a un área de sustento para especies migratorias donde cumplen una fase crítica de su ciclo biológico.

Problemáticas sociales y ambientales

La contaminación, la eutrofización, la industrialización, los desarrollos urbanos, la reclamación de tierras, la producción agrícola, la sobrepesca, entre otros factores, impactan de manera continua la sustentabilidad de los ambientes costeros, entre ellos a las lagunas costeras y las zonas estuarinas (Vázquez-Botello, 2021); y el estero del Yugo no es la excepción.

En este contexto particular, el estero del Yugo enfrenta una considerable presión debido al desarrollo urbano, dado que su designación general incluye usos turísticos, residenciales, habitacionales, comerciales y de servicios. El estero enfrenta problemáticas socioambientales, propias de las ANP (Áreas Naturales Protegidas) de México como la contaminación del agua y el suelo por agentes contaminantes de origen antropogénico; además de otras fuentes identificadas en el área, como son la cacería y la tala ilegal de la flora, afectando a actividades culturales como el senderismo y las visitas guiadas.

De las problemáticas mejor documentadas, el mal manejo del drenaje siempre es participe a lo largo de los años. A principios del 2021, el estero del Yugo y un tramo de playa Cerritos estuvieron recibiendo descargas de drenaje debido a que el colector de aguas negras de la zona colapsó; los peces que se abrieron el paso al cuerpo de agua con la elevación de la marea, quedaron atrapados en este con niveles altos de materia orgánica, propiciando un ambiente hipóxico, el cual suscitó la alta mortandad de peces (Zapien, 2023). Una declaración de la bióloga y



ambientalista Sofía Trejo alerta que, de continuar la contaminación en el estero del Yugo, las playas de Mazatlán no serán aptas para bañistas, causado por la sedimentación de las descargas de aguas negras que al llegar la temporada de precipitaciones, estos se homogenizan causando condiciones adversas para los organismos que allí habitan teniendo repercusiones en la calidad del agua para los bañistas (Olazábal, 2022).

Esta contaminación de aguas residuales ha causado una degradación considerable de la calidad del hábitat de las múltiples especies animales y vegetales que se encuentran en el estero; además de una modificación en el patrón hidrológico y una disminución significativa de la calidad del agua afectando principalmente a la fauna acuática.

Podemos inferir que la mayoría de los problemas presentes en el estero se deben a un factor común, el cual es la urbanización. Según imágenes satelitales, el estero del Yugo presenta un área de gran impacto antropogénico, representándose esencialmente en la expansión urbana, esto causando una pérdida en la fauna terrestre que pertenece al humedal y afectando la conectividad biológica por el cambio de uso de suelo debido a la urbanización.

Otros factores que afectan la fauna terrestre nativa del estero son la cacería ilegal y las especies invasoras. Si bien, no existe información documentada sobre la cacería ilícita del venado de cola blanca y de aves migratorias en el estero del Yugo, de acuerdo con lo comentado por Xochitl Angulo, encargada de los recorridos guiados; la cacería es un tema que actualmente ha afectado la población de las especies locales que habitan en el territorio, así mismo haciendo mención de la jauría de perros en condición feral que afecta el curso biológico y la ecología de la zona, a su vez dificultando las visitas guiadas e impidiendo la divulgación de la importancia de esta microcuenca.

Adicionalmente, se sugiere que la falta de recursos ha afectado directamente a la infraestructura del lugar, esta problemática se agravó a causa de que el estero del Yugo ya no es reconocido como un proyecto institucional por parte del CIAD y esto ha limitado la obtención de fondos institucionales y externos (Peraza, 2021). Por lo tanto, el senderismo, el ciclismo, las visitas guiadas y la investigación científica, se han visto perjudicadas por la falta de recursos, la inseguridad de la zona y la infraestructura deplorable con la que cuenta el estero del Yugo.



Solución a problemáticas

Tras los daños causados a este cuerpo de agua, algunas dependencias gubernamentales y actores sociales han implementado planes de mitigación y estrategias de manejo como un intento de erradicar los daños causados, un ejemplo sólido de estas acciones podría ser el plan de mitigación ambiental en el estero del Yugo, activado por la JUMAPAM tras el percance ocurrido el 9 de enero del 2023, donde hubo un derrame de aguas residuales al estero, el cual consistió en la biorremediación por medio de 40 kilos de liberador de oxígeno y 40 litros de biodigestor BDM-50, con el fin de restaurar el daño causado.

La instalación de la biobarda funge como otra medida de mitigación contra desechos sólidos que ingresan cuando sube la marea, propuesta ejecutada por el colectivo MazConCiencia; esta consiste en boyas y redes de pesca reutilizadas para formar una especie de cerco a lo ancho del canal impidiendo el paso basura, ayudando a la preservación del estero, todo llevado a cabo en coordinación con el CIAD, unidad Mazatlán (Playas, 2023).

Así mismo existe la redacción de un proyecto para el rescate de esta área natural, en el que se mencionan las siguientes metas: brindar a la comunidad información con el objetivo de permitir un balance entre la economía, el desarrollo y la conservación, compartir las actividades y recomendaciones necesarias para visitar el lugar, fomentar que los turistas y personas interesadas reconozcan la riqueza biológica del estero del Yugo, conseguir que los senderos sean accesibles para las diversas necesidades de la población con el fin de crear un espacio inclusivo. A su vez en el proyecto se menciona la restauración del mirador de aves, el cual se encuentra en malas condiciones volviéndolo inaccesible a los visitantes. La capacidad para ejecutar estas metas se limita por la falta de presupuesto federal, estatal y municipal (Loaiza et al., 2021).

Conclusión

Las actividades humanas, la expansión urbana, la falta de presupuesto y la infraestructura deficiente han alterado significativamente las características biológicas del área, comprometiendo el equilibrio del ecosistema. La situación se agrava debido a la falta de interés y recursos



destinados a su conservación. Además, la carencia de conocimiento y la desinformación entre la población local exacerba el deterioro del estero, muchas veces sin que los habitantes sean conscientes del daño que ocasionan.

A pesar de los esfuerzos de divulgación científica, así como de las iniciativas sociales y proyectos gubernamentales orientados a la creación de planes de manejo y proyectos de mitigación, estas medidas han resultado insuficientes y, en muchos casos, se ven interrumpidas por la falta de recursos económicos.

En este contexto, se recomienda llevar a cabo investigaciones para determinar el nivel de degradación del estero, actualizar el inventario florístico y monitorear el área con el fin de evitar la invasión de especies exóticas y otros agentes que puedan comprometer la integridad del ecosistema. Paralelamente, se invita a la comunidad a reconocer su papel en la conservación del estero del Yugo.

► BIBLIOGRAFÍA

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). Programa de Manejo Área de Protección de Flora y Fauna Meseta de Cacaxtla. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/5_libro_pm.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2022). Mapa de distribución de *Rhizophora mangle*, en la Región Pacífico Norte, para el periodo 2015-2020. http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/biodiv/monmang/bimagarat/rm_pn1520gw

De la Lanza Espino, G. (1994). Química de las Lagunas Costeras y el Litoral Mexicano. En G. De la Lanza Espino. y C. Cáceres Martínez (Ed.), *Lagunas costeras y el litoral mexicano* (pp.127-198). La Paz, B.C.S: Universidad Autónoma de Baja California Sur.

Diario Oficial de la Federación (DOF). (2000). Área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=2064040&fecha=27/11/2000#gsc.tab=0



- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2003).** Área natural protegida, con el carácter de área de protección de flora y fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691560&fecha=01/08/2003#gsc.tab=0
- Elenes, S. (2009).** Evaluación Estacional de la Calidad del Agua en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sin (tesis para optar grado). Instituto Tecnológico de Mazatlán, 20-27.
- Ibarra-Obando, S.E. (1990).** Lagunas Costeras de Baja California. Ciencia y Desarrollo, XVI, 92, 39-49.
- iNaturalist. (2024).** Estero del Yugo, SI, MX. https://www.inaturalist.org/observations?place_id=130918
- Loaiza, A., & Sánchez, M. (2021).** Proyecto de Rescate del Área Natural de Conservación Ecológica Estero del Yugo. Universidad Autónoma de Sinaloa, 4-7.
- Martínez-López, A. (2003).** Fauna silvestre. En J.L. Cifuentes Lemus, & J. Gaxiola-López (Ed.), Atlas de los ecosistemas de Sinaloa (pp. 357-367). Culiacán: El Colegio de Sinaloa.
- Montijo, A. (2009).** Variación espacio-temporal y selección de hábitat de la avifauna acuática en el Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa (tesis para optar grado). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, 43-86.
- Neves, R., Barreta, J.L., & Mateus, M. (2008).** Basic concepts of estuarine ecology. En R. Neves, J.W. Barreta, & M. Mateus (Ed.), Perspectives on integrated coastal zone management in South America (pp.3-4). Lisboa: IST Press. doi: <https://doi.org/10.13140/2.1.4497.0562>
- Olazábal, A. (2022).** De continuar la contaminación en el estero del Yugo, playas de Mazatlán no serán aptas para bañistas: Sofía Trejo. *Noroeste*. <https://www.noroeste.com.mx/mazatlan/de-continuar-la-contaminacion-en-el-estero-del-yugo-playas-de-mazatlan-no-seran-aptas-para-banistas-sofia-trejo-XC2455671>
- Peraza, C. (2021).** Evaluación Socioecológica y Planificación para la Conservación del Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México (tesis para optar grado). Coordinación en Acuicultura y Manejo Ambiental, 88-118.
- Playas, R. S. (2023).** Ponen biobarda en estero del Yugo para evitar la entrada de basura. *Son Playas*. <https://sonplayas.com/playas/ponen-biobarda-en-estero-del-yugo-para-evitar-la-entrada-de-basura/>.



- RAMSAR. (2004).** World Wetlands Day 2004 Reports: Mexico. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wd2004_rpt_mexico1bis.pdf
- Ruiz-Guerrero, M. (2023).** Listado Florístico y Comunidades Vegetales de la Microcuenca Estero del Yugo, Mazatlán, Sinaloa, México. *Acta Botánica Mexicana*, 130, 12-19. doi: <https://doi.org/10.21829/abm130.2023.2136>.
- Simard, M., Fatoyinbo, T., Smetanka, C., Rivera-Monroy, V., Castañeda-Moya, E., Thomas, N., & Van der Stocken, T. (2019).** Global Mangrove Distribution, Aboveground Biomass, and Canopy Height. ORNL DAAC, Oak Ridge, Tennessee, USA. . <https://doi.org/10.3334/ornldaac/1665>.
- Vázquez-Botello, A. (2011).** Vulnerabilidad de las Zonas Costeras del Pacífico Mexicano (Sinaloa-Nayarit) ante el cambio climático. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología.
- Zapién, R. (2023).** Estero del Yugo y playa reciben descargas de drenaje. *Son Playas*. <https://sonplayas.com/playas/estero-del-yugo-y-playa-reciben-descargas-de-drenaje/>.