

## EVALUACIÓN SOCIO-ECOLÓGICA EN EL SISTEMA LAGUNAR COSTERO DE MANDINGA (OTOÑO DE 2024), VERACRUZ, MÉXICO

Socio-ecological assessment in the coastal lagoon system of Mandinga (fall 2024), Veracruz, México

Vanessa Montserrat Ortiz Pérez<sup>1\*</sup>, Javier Aldeco Ramírez<sup>2</sup> y Laura Lisbeth Buendía Buendía<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pasante de la carrera de Biología en la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X), CBS, DEHA, Delegación Coyoacán. 04960, México. <sup>2</sup>Profesor Investigador, Laboratorio de Procesos Costeros UAM-X. <sup>3</sup>Estudiante de Posgrado en Ecología Aplicada UAM-X. \*2203070886@alumnos.xoc.uam.mx

### RESUMEN

Los ecosistemas lagunares costeros son altamente dinámicos y sensibles que brindan servicios ambientales esenciales para la diversidad y el bienestar humano. El sistema lagunar costero de Mandinga, se ha visto afectado por la degradación ambiental. Se aplicaron encuestas y realizaron muestreos de variables físicas y químicas de la laguna en noviembre del 2024. Se utilizó un enfoque socio-ecológico para conocer la percepción que tiene la comunidad sobre el ecosistema y su bienestar. El marco Fuerzas-Presiones-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR), permitió identificar indicadores clave sobre los problemas ambientales. El análisis físico ambiental escala de color Forel-Ule mostró una eutrofización presente en la laguna. Poco se habla de la problemática social derivada de la contaminación ambiental, aunque los habitantes reconocieron el deterioro del ecosistema. Este estudio subrayó la necesidad de integrar las percepciones de la comunidad y aceptar su conocimiento local y valores culturales como elementos esenciales para garantizar su bienestar y la conservación de este ecosistema.

**Palabras clave:** bienestar, eutrofización, FPEIR, laguna costera, identidad.

**Keywords:** welfare, eutrophication, FPEIR, coastal lagoon, identity.

### INTRODUCCIÓN

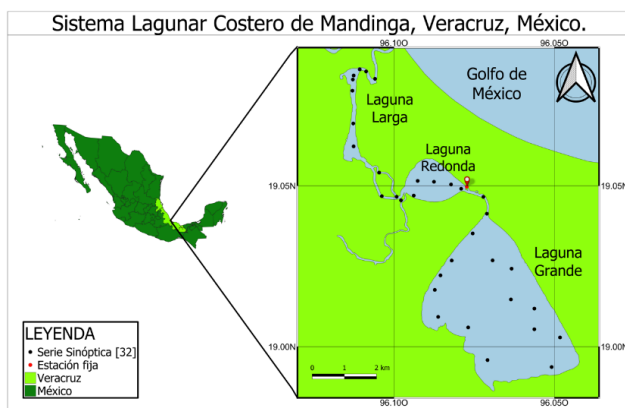
El entorno biofísico del Sistema Lagunar Costero de Mandinga (SLCM) ha dado a los moradores un sentido de apego/identidad, un aspecto importante en la percepción y conservación del ecosistema. Además, desempeña un papel estratégico en la economía local (pesca y turismo) (Castillo Álvarez, 2022; Rojas Casarrubias y col., 2023). Las sociedades para cambiar en dirección a un estado de bienestar requieren se incluyan los aspectos culturales y sociales, y no necesariamente los aspectos tecnológicos ni económicos; algo que Costanza (2014) llama sociotectura (de sociedad, tecnología y cultura). La utilidad de aplicar el marco Fuerzas-Presiones-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR) para un estudio integral proporciona información valiosa sobre los problemas ambientales en humedales costeros, y ha demostrado facilitar la evaluación del desarrollo costero y la sostenibilidad en estas regiones. Este marco se utiliza ampliamente para gestionar ecosistemas vulnerables, ya que ofrece un enfoque estructurado para realizar evaluaciones integradoras y multidimensionales que aborden problemas ambientales (El Behja y col., 2024). En Mandinga estas fuerzas y presiones (demografía y el desarrollo

urbano) han alterado aspectos fundamentales del ecosistema (impactos), como cambios en el uso del suelo, pérdida de manglares, contaminación, pobreza y migración, causada principalmente por aguas residuales de desarrollos comerciales, residenciales y restaurantes sin drenaje adecuado para los desechos; que como consecuencia alteran la calidad del agua, lo que ha impactado negativamente en la actividad pesquera, tradiciones locales, biodiversidad y economía (Toriz, 2023).

Mandinga ha experimentado transformaciones significativas derivadas de la urbanización descontrolada y degradación ambiental. El color del agua es una es un indicador óptico de su calidad, y aquí presentamos los resultados y la utilidad de la escala de color Forel-Ule como indicador de diferentes estados tróficos del sistema lagunar (Garaba *y col.*, 2015). Por lo anterior existe la necesidad de aplicar un enfoque socio-ecológico, que permita indagar sobre la relación que tienen los habitantes con la naturaleza, modificaciones en su bienestar, construcción de valores y significados con respecto a ella. Conocer las percepciones que tienen sobre el deterioro, elementos que son fuente de identidad territorial y su progreso de modificación en esta misma.

## MATERIALES Y MÉTODOS

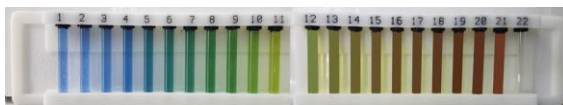
**Área de estudio.** El SLCM se encuentra ubicado en México a 19°19' Norte y 89°19' Oeste. Está compuesto por tres principales lagunas interconectadas (las Lagunas Larga, Redonda y Grande) comunicadas al Golfo de México por un estero, clasificado por su fisiografía como un sistema semicerrado (Figura 1). El SLCM debe su nombre al poblado de Mandinga, conformado por pescadores y servidores turísticos (gastronomía y paseos en lancha al bosque de mangle).



**Figura 1.** Ubicación del sistema lagunar costero de Mandinga, Veracruz, México. Los puntos sobre el mapa señalan las estaciones de muestreo sobre el color y calidad del agua. Elaborado en QGIS versión 3.34.8.

## MATERIALES Y MÉTODOS

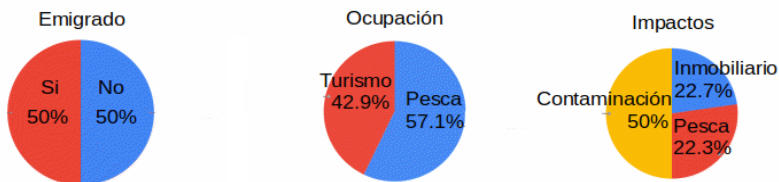
En noviembre del 2024 se aplicaron 34 entrevistas a personas de la comunidad local para conocer las percepciones ambientales, identidad y bienestar. Se realizó un muestreo sinóptico del color y calidad del agua conformado por 32 estaciones a lo largo del sistema lagunar. El análisis físico-ambiental del color del agua se basó en lo descrito por Garaba y col. (2015) con la escala de color Forel-Ule, para determinar si la laguna presentaba un estado de eutrofización (Figura 2). La toma de parámetros químicos como el oxígeno disuelto, nitratos, nitritos y fosfatos se determinaron con métodos convencionales.



**Figura 2.** Escala de Forel-Ule para determinar el estado trófico del agua (oligotrófico de 1-5, mesotrófico de 6-16 e hipertrofico de 17-22) de acuerdo a Garaba y col. (2015). Foto tomada de Cecaroni y col., 2020.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del muestreo sinóptico ( $n=32$ ) se observó un promedio de concentración para el oxígeno disuelto de 2,24 mg/L. El promedio para nitratos fue de 1,49  $\mu\text{M}$ , nitritos de 0,90  $\mu\text{M}$ , fosfato inorgánico con 0.38  $\mu\text{M}$  y para la escala de color Forel-Ule de 17,28 unidades. De las entrevistas ( $n=34$ ) se observó que el 50% tiene un pariente cercano que emigró; la ocupación principal es la pesca con 57,1%, y las nuevas actividades relacionadas al turismo (42.9%). Mencionaron que los principales impactos hacia la laguna y su bienestar son la contaminación del agua: 50%, el desarrollo inmobiliario: 22,7% y la disminución de la pesca: 22,3% (Figura 3).



**Figura 3.** Respuestas de las 34 encuestas a las preguntas si las personas han emigrado de Mandinga (gráfica de pastel izquierdo), principal ocupación (central) y principales impactos (derecho).

El valor del oxígeno disuelto, 2,24 mg/L, indica que está cerca de la hipoxia, proceso desencadenado por la eutrofización. Los valores de nitratos, nitritos y ion fosfato que se presentaron sobrepasan la Norma Oficial Mexicana de calidad del agua. No es raro que esto ocurra por los

excesos de materia orgánica aportados por las nuevas colonias y restaurantes en la riviéra del SLCM (Aldeco-Ramírez y Buendía-Buendía, 2024), sin embargo, es riesgoso debido a la limitada comunicación con el mar. Los promedios de la medición del color del agua presentaron valores encima de 17 unidades. La conformación del color ha pasado de verde a café debido fundamentalmente a la calidad de los materiales suspendidos (Aigars *y col.*, 2024). Los moradores mencionaron que el agua era más limpia hace algunos años. Y como se muestra en la Figura 2, el color observado producto de la cantidad de material suspendido lleva al SLCM a un estado eutrófico, lo que significa un exceso de material orgánico suspendido (Garaba *y col.*, 2015). El mayor riesgo de un proceso de eutrofización es la anoxia (Aldeco-Ramírez y Buendía-Buendía, 2024).

Un gran porcentaje de los habitantes de la comunidad de Mandinga depende de la laguna como principal fuente de subsistencia. La mayoría de las personas encuestadas demuestra un conocimiento sobre las problemáticas que afectan a la región. La conciencia social sobre los cambios en el ambiente ha crecido, y existe una necesidad de involucrar a los ciudadanos en la recopilación de información científica para dar seguimiento y crítica a los cambios ambientales. En nuestra interacción con la comunidad de Mandinga se observó un desplazamiento significativo de los habitantes originarios y una transformación en sus principales actividades económicas, particularmente la pesca. La falta de Respuestas en el análisis FPEIR pueden señalar irresponsabilidad de los gobiernos (estatal, federal, municipal) o de los moradores, sin embargo, la realidad es que en el sector social no hay dinero para implementar soluciones. Probablemente el sector académico deba responsabilizarse de conseguir acuerdos con los capitales para lograr detener el deterioro del SLCM.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

El marco FPEIR fue de utilidad. Como Fuerzas se identificaron el desarrollo regional (inmobiliario y urbano) y la limitada comunicación del SLCM con el mar adyacente. Las Presiones son la tala de mangle, la pesca excesiva, el crecimiento poblacional y las actividades turísticas. El Estado del SLCM es tendiente a la eutrofización del agua, y el señalado por los moradores es contaminación y disminución del bosque de mangle. Los Impactos descritos por los encuestados son disminución de la pesca y migración. Como respuesta los lugareños han participado, dentro de sus posibilidades, en actividades de recolección de desechos sólidos y pesca responsable. La comunidad siente nostalgia por la riqueza natural perdida y que su apego/identidad está siendo afectada por la urbanización, migración y deterioro ambiental, debilitando su conexión emocional. Una de las razones de la problemática ambiental en Mandinga es que las intervenciones o respuestas aplicadas carecen de la articulación con el entorno biofísico y los diferentes sectores sociales.

## AGRADECIMIENTOS

A los moradores de Mandinga, compañeros de la generación 24-O de la carrera de Biología y a la UAM-X por su apoyo y facilidades en la realización de este trabajo.

## LITERATURA CITADA

- Aigars, J., N. Suhareva, D. Cepite-Frisfelde, I. Kokorite, A. Lital, M. Skudra y M. Viska. 2024. From green to brown: two decads of darkening coastal waters in the gulf of Riga, the Baltic Sea. *Frontiers in Marine Science* 11:1369537.
- Aldeco-Ramírez, J. y L.L. Buendía-Buendía. 2021. Modificación extrema de variables ambientales del sistema lagunar costero de Mandinga, Veracruz, México, en el invierno del 2016. En: *VIII Congreso sobre Manejo de Ecosistemas y Biodiversidad* (Ley-Rivas, J.F. y N. García-Rodríguez (eds.). EB-059. La Habana, Cuba, 5-9 julio 2021, pp. 229-238.
- Castillo, A. (Ed.). 2022. *Apropiación social del conocimiento socioecológico*. 1.<sup>a</sup> ed. Guadalajara, Editorial Universidad de Guadalajara - Publicado en asociación con: Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA). Disponible en: 10.32870/9786075716442.
- Ceccaroni L., J. Piera, M.R. Wernand, O. Zielinski, J. A. Busch, H. J. Van Der Woerd y col. 2020. Citclops: A next-generation sensor system for the monitoring of natural waters and a citizens' observatory for the assessment of ecosystems' status. *PLOS ONE* 15(3): e0230084.
- Costanza R. 2014. A theory of socio-ecological system change. *Journal of Bioeconomics* 16(1):39-44.
- El Behja, H., A. El M'rini, D. Nachete, M. Bouchkara, K. El Khalidi, B. Zourarah, M.G. Uddin y M. Abioui. 2024. Evaluating coastal lagoon sustainability through the driver-pressure-state-impact-response approach: a study of Khenifiss Lagoon, southern Morocco. *Frontiers in Earth Science* 12:1-18.
- Garaba, S.P., A. Friedrichs, D. Voß y O. Zielinski. 2015. Classifying natural waters with the Forel-Ule Colour Index System: Results, applications, correlations and crowdsourcing. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12:16096-16109.
- Rojas Casarrubias, C., C. Rodríguez Alviso, J. L. Aparicio López, M. Castro Bello, S. Villerías Salinas y R. Bedolla Solano. 2023. Problemas socioambientales desde la percepción de la comunidad: Pico del Monte-laguna de Chautengo, Guerrero. *Sociedad y Ambiente* 26:1-33.
- Toriz, V. M. 2023. *Laguna de Mandinga: En riesgo este paraíso natural de Alvarado, Veracruz*. Periódico Imagen de Veracruz, 19 de julio. <https://imagedeveracruz.mx/veracruz/laguna-de-mandinga-en-riesgo-este-paraíso-natural-de-alvarado-veracruz/50409487>.