

## Distribución espacial del zooplancton en el gradiente de salinidad entre el puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán, Tabasco

## Spatial distribution of zooplankton in the salinity gradient between the Dos Bocas port and the Mecoacan lagoon, Tabasco

Elton Adair García-Córdova, María Teresa Herrera-Dorantes, Marco Antonio May-Kú y Pedro-Luis Ardisson\*<sup>ORCID</sup>

Recibido: 29 de junio de 2023.

Aceptado: 27 de noviembre de 2023.

Publicado: abril de 2024.

### RESUMEN

**Antecedentes:** La importancia del puerto Dos Bocas, Tabasco, para la actividad petrolera del sur del Golfo de México, contrasta con la escasa información sobre la comunidad zooplanctónica de su entorno. **Objetivos:** Generar información de línea base sobre la distribución espacial de la riqueza, abundancia y relación holoplancton/meroplancton (H/M) de los grupos del zooplancton (GZ) en el gradiente de salinidad. **Métodos:** En octubre de 2016 se realizó un muestreo en 17 estaciones en la zona costera adyacente al puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán. La colecta biológica se realizó con una red cónica de 300  $\mu\text{m}$ , registrando la salinidad y la temperatura del agua. **Resultados:** La riqueza, la abundancia y la relación H/M decrecieron con la salinidad. La zona costera se caracterizó como un ambiente euhalino, en la que se registraron 26 GZ, con abundancia media de 3,880 ind 100  $\text{m}^{-3}$  y relación H/M = 11.3, siendo los copépodos el grupo dominante, lo que es indicativo de la productividad secundaria asociada al ambiente costero. En la laguna Mecoacán predominó un ambiente meso-polihalino, en el que se registraron 17 GZ, con abundancia media de 409 ind 100  $\text{m}^{-3}$  y relación H/M = 1.8, siendo los huevos de peces el grupo dominante, lo que es indicativo de la importancia de la laguna Mecoacán para especies con importancia comercial o ecológica, antes de su fase adulta. **Conclusiones:** Los cambios en la riqueza y abundancia de los taxa del zooplancton a través del gradiente de salinidad aporta información de línea base sobre el uso diferencial de la laguna Mecoacán y la costa adyacente por GZ con ciclos de vida distintos, representando la primera contribución al conocimiento del zooplancton en el área de estudio.

**Palabras clave:** Abundancia, Golfo de México, Gradiente de salinidad, Holoplancton, Meroplancton

Departamento de Recursos del Mar, Cinvestav. Carretera antigua a Progreso km 6. Apdo. Postal 73 - Cordemex, Mérida, Yucatán, 97310. México

**\*Corresponding author:**

Pedro-Luis Ardisson: e-mail: pedro.ardisson@cinvestav.mx

**To quote as:**

García-Córdova, E. A., M. T. Herrera-Dorantes, M. A. May-Kú & Pedro-Luis Ardisson. 2024. Distribución espacial del zooplancton en el gradiente de salinidad entre el puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán, Tabasco. *Hidrobiológica* 34 (1): 61-69.

DOI:10.24275/QSPU3533

### ABSTRACT

**Background:** The importance of the port of Dos Bocas, Tabasco, for the oil industry in the southern Gulf of Mexico, contrasts with the scarce information on the zooplankton community in its surroundings. **Objectives:** Generate baseline information on the spatial distribution of richness, abundance and holoplancton/meroplankton (H/M) ratio of zooplankton groups (ZG) along the salinity gradient. **Methods:** In October 2016, one sampling was conducted at 17 sites in the coastal area adjacent to the Dos Bocas port and the Mecoacan Lagoon. The biological samples were obtained using a plankton net with a 300  $\mu\text{m}$  filtering mesh, recording water salinity and temperature. **Results:** The richness, abundance, and H/M ratio decreased with salinity. The coastal zone was characterized as a euhaline environment, where 26 ZG were recorded, with a mean abundance of 3,880 ind 100  $\text{m}^{-3}$  and H/M ratio = 11.3, with copepods being the dominant group, which is indicative of the secondary productivity associated with the coastal environment. In the Mecoacan Lagoon, a meso-polyhaline environment predominated, where 17 ZG were recorded, with a mean abundance of 409 ind 100  $\text{m}^{-3}$  and H/M ratio = 1.8, with fish eggs being the dominant group, which is indicative of the importance of the Mecoacan Lagoon for species with commercial or ecological importance, before their adult stage. **Conclusions:** The changes in the richness and abundance of zooplankton taxa along the salinity gradient provide baseline information on the differential use of the Mecoacan Lagoon and the adjacent coast by ZG with distinct life cycles, representing the first contribution to the knowledge of zooplankton in the study area.

**Keywords:** Abundance, Gulf of Mexico, Holoplancton, Meroplankton, Salinity gradient

## INTRODUCCIÓN

Un componente fundamental en la red trófica de los ecosistemas costeros es el zooplancton, el cual constituye el eslabón entre el fitoplancton y los consumidores secundarios (Escribano & Castro, 2004). El análisis de los cambios en los atributos de la comunidad zooplanctónica a través del gradiente de salinidad ha permitido definir ambientes en los que habitan taxa del zooplancton con distintos rasgos funcionales y estrategias de ciclos de vida e.g., holoplancton y meroplancton (Roura *et al.*, 2013; Sanvicente-Añorve *et al.*, 2022). El holoplancton incluye organismos que desarrollan todo su ciclo de vida como parte del plancton, entre los cuales se destacan los copépodos que llegan a conformar entre el 70 y el 90% de la composición total del zooplancton, indicando con su dominancia ambientes con alta productividad secundaria (Escribano & Castro, 2004). Otros grupos forman parte del zooplancton solo durante ciertas etapas de su ciclo de vida (meroplancton), como lo es durante la fase larvaria de crustáceos y peces, indicando con su dominancia áreas de crianza para especies de importancia comercial o ecológica antes de alcanzar la fase adulta (Gasca & Castellanos, 1993; Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016).

Espinoza-Tenorio *et al.* (2015) indican que la mayoría de los estudios realizados en Tabasco se concentran en la laguna Mecoacán, abordando principalmente aspectos poblacionales de especies sujetas a explotación comercial. Al respecto, en la laguna Mecoacán, la diversidad de especies reportadas incluye crustáceos (19 especies), moluscos (29 especies) y peces (27-49 especies) de importancia tanto comercial como ecológica (Domínguez *et al.*, 2003; De Jesús-Carrillo *et al.*, 2020; Hernández-Ojendi *et al.*, 2020; Torres *et al.*, 2020). Estos autores han observado que la heterogeneidad espacial y temporal de la laguna Mecoacán está principalmente relacionada con la salinidad, siendo la variable más importante en determinar la distribución de las especies en el gradiente lagunar.

Un aspecto distintivo de la laguna Mecoacán es su cercanía con la terminal marítima del puerto Dos Bocas de PEMEX que opera desde 1979. La intensa actividad y movimiento de hidrocarburos en esta área, que se incrementará con la entrada en operación de la refinería Olmeca en 2024, ha representado una presión crónica para este ecosistema, en el que se ha registrado la presencia de hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) y metales pesados en la columna de agua (Díaz-González *et al.*, 1994; Del Ángel *et al.*, 2009).

A pesar de los numerosos trabajos realizados en la laguna Mecoacán (Espinoza-Tenorio *et al.*, 2015), la información disponible sobre la comunidad zooplanctónica que habita tanto en su interior como en la zona costera adyacente, es prácticamente nula. Al respecto, en el sur del Golfo de México, los estudios sobre el zooplancton marino se han realizado principalmente en Quintana Roo y Yucatán (Suárez-Morales *et al.*, 2013). En Tabasco, los estudios sobre zooplancton se limitan a los realizados por Carrillo-Laguna *et al.* (1995) que reportaron para la zona nerítica y oceánica características de la comunidad zooplanctónica, indicando la presencia de 33 grupos del zooplancton (GZ) en verano y 46 GZ en primavera. Zavala-García *et al.* (2016) indicaron que la desembocadura del sistema Grijalva-Usumacinta (a profundidades <33.5 m) es altamente productiva, con una estrecha relación entre la biomasa del zooplancton y el volumen de descarga de las aguas continentales. Cruz-Rosado *et al.* (2020) reportaron en la zona costera (<10 m de profundidad) influenciada por el río González, 16 GZ siendo los copépodos el grupo dominante. En particular, para la laguna Mecoacán, el único

antecedente es el de Sarma *et al.* (2000) sobre diversidad de rotíferos y cladóceros, resaltando nuevos registros para cinco especies de rotíferos (*Platyias leloupi*, *Ploesoma hudsoni*, *Synchaeta bicornis*, *Synchaeta hyperborea* y *Trichocerca marina*) y un cladóceros (*Moina minuta*). Lo anterior resalta la necesidad de estudios sobre la comunidad zooplanctónica en la región. En este sentido, el objetivo del presente estudio es generar información de línea base sobre la distribución espacial de la riqueza, abundancia y relación holoplancton/meroplancton de los grupos del zooplancton en el gradiente de salinidad entre la zona costera adyacente al puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La laguna Mecoacán se localiza en el municipio de Paraíso, Tabasco, entre las coordenadas 18°16' y 18°26'N y 93°04' y 93°14'O, tiene un área aproximada de 62 km<sup>2</sup>, longitud de 12 km, anchura máxima de 6 km y profundidad de 0.9 a 1.2 m. Se comunica con el Golfo de México a través de una boca natural de aproximadamente 300 m de anchura denominada Barra Dos Bocas. El aporte de agua dulce a la laguna se produce a través de los ríos Seco, Cuxcuchapa y Escarbado (Galaviz-Solis *et al.*, 1987). La laguna Mecoacán presenta un gradiente decreciente de salinidad, con condiciones polihalinas en las cercanías de la desembocadura con el mar, meso-polihalinas en la parte media y oligo-mesohalinas en la parte más interna influenciada por la descarga de los ríos (Domínguez *et al.*, 2003).

En la costa adyacente al puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán se distribuyeron 17 estaciones de muestreo (Fig. 1). En cada estación se realizó una colecta diaria de zooplancton (08:00-17:00 h) mediante arrastres superficiales (<1 m de profundidad) con duración de 5 min mediante una red cónica de 30 cm de diámetro y luz de malla de 300 µm. En la boca de la red se colocó un flujómetro General Oceanics® para calcular el volumen de agua filtrada durante cada arrastre. Se requirió de dos días de trabajo (11 y 12 de octubre de 2016) para completar la colecta de muestras en todas las estaciones. El material colectado fue colocado en frascos de plástico de 500 ml y preservado con alcohol al 90%. Se registró la salinidad (ups) y la temperatura (°C) superficial del agua con un multímetro de campo YSI Modelo 85.

En el laboratorio, las muestras se aforaron a un volumen de 100 ml, del cual se extrajeron alícuotas de 20 ml con una pipeta para el conteo e identificación de organismos mediante una rueda para conteo de zooplancton (Bioweb). La identificación de los GZ se realizó utilizando las guías de identificación de Boltovskoy (1999) y Conway (2012) y se clasificaron en holoplancton (H) y meroplancton (M). Los valores de abundancia numérica se estandarizaron a ind 100 m<sup>-3</sup>. Se utilizó la relación H/M para caracterizar la proporción de la abundancia del holoplancton/meroplancton a través del gradiente de salinidad (Roura *et al.*, 2013). Se utilizó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney (M-W) para determinar la existencia de diferencias estadísticas en la mediana de la salinidad y la temperatura y la riqueza, abundancia y relación H/M de GZ, entre la zona costera y la laguna Mecoacán.

## RESULTADOS

Los resultados indicaron que la salinidad presentó un gradiente decreciente de la zona costera hacia el interior de la laguna Mecoacán, lo que permitió agrupar las estaciones en dos ambientes según la clasificación para aguas salobres estuarinas (sistema Venice: Whitfield *et*

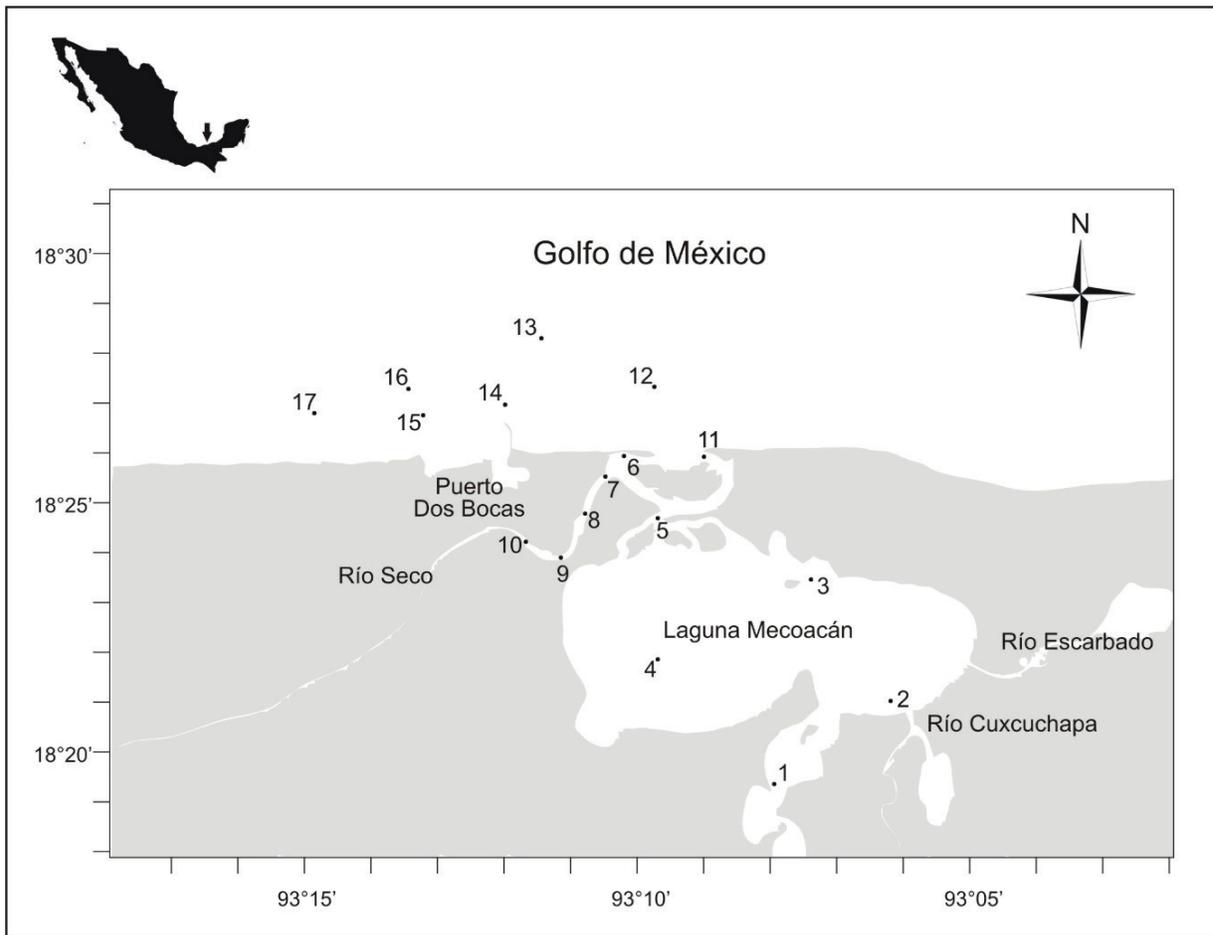


Figura 1. Área de estudio y ubicación de las estaciones de muestreo en la zona costera adyacente al puerto Dos Bocas y la laguna Mecoacán, Tabasco.

*al.*, 2012) y lo reportado por Domínguez *et al.* (2003) para la laguna Mecoacán: ambiente euhalino (zona costera: estaciones 11 a 17) y ambiente meso-polihalino (laguna Mecoacán: estaciones 1 a 10). En el ambiente euhalino se registró una salinidad media  $\pm$  E.E. de  $31.6 \pm 0.1$  ups (mínimo = 31.2 ups, máximo = 32 ups) y temperatura media de  $29.9 \pm 0.2^\circ\text{C}$  (mínimo =  $29.2^\circ\text{C}$ , máximo =  $30.4^\circ\text{C}$ ). En el ambiente meso-polihalino se registró una salinidad media de  $16.2 \pm 1.2$  ups (mínimo = 9.1 ups, máximo = 19.5 ups) y temperatura media de  $29.7 \pm 0.2^\circ\text{C}$  (mínimo =  $28.5^\circ\text{C}$ , máximo =  $30.4^\circ\text{C}$ ). La salinidad presentó diferencias significativas entre ambientes ( $M-W = 70$ ,  $P < 0.0001$ ) con el valor más alto en el ambiente euhalino, mientras que la temperatura fue estadísticamente similar entre ambientes ( $M-W = 43$ ,  $P = 0.463$ ).

La abundancia total fue de  $31,248.9$  ind  $100\text{ m}^{-3}$  (media =  $1,838 \pm 664$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ ), representado por 28 GZ (12 del holoplancton y 16 del meroplancton) distribuidos en 9 phyla, 1 subphylum, 9 clases, 1 subclase, 4 órdenes, 1 suborden, 1 infraorden y 2 familias (Tabla 1). En el ambiente euhalino la riqueza fue de 26 GZ (media =  $11.7 \pm 1.2$  GZ), de los cuales 12 fueron del holoplancton y 14 del meroplancton, estando ausentes las larvas megalopa y la Clase Insecta. La abundancia de individuos en el ambiente euhalino ( $= 27,160.9$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ , media =  $3,880.1 \pm 1,276.6$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ ) representó el 86.9% de la captura total,

de la cual el 90.9% correspondió al holoplancton y 9.1% al meroplancton. De acuerdo con el orden de abundancia, los copépodos fueron el grupo dominante del holoplancton en el ambiente euhalino, representado el 80.5%, seguido por los cladóceros con el 8.4% (Tabla 1).

En el ambiente meso-polihalino la riqueza fue de 17 GZ (media =  $6.1 \pm 0.7$  GZ), de los cuales 13 fueron del meroplancton y cuatro del holoplancton, estando ausentes ocho grupos del holoplancton (Appendicularia, Chaetognatha, larvas de Sergestidae, Foraminifera, Ostracoda, Pteropoda, Siphonophorae y Thaliacea) y tres del meroplancton (Brzoza, larvas nauplio y Echinodermata). La abundancia en el ambiente meso-polihalino ( $= 4,088.1$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ , media =  $408.8 \pm 144.2$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ ) representó el 13.1% de la captura total, de la cual el 61.1% correspondió al meroplancton y 38.9% al holoplancton. De acuerdo con el orden de abundancia, los huevos de peces constituyeron el grupo dominante en el ambiente meso-polihalino, representando el 49%, seguido por las larvas zoea con el 6.8% (Tabla 1).

La riqueza de GZ y la abundancia decrecieron con la salinidad (Fig. 2). En el ambiente euhalino la riqueza mínima (7 GZ) se observó en la estación E12 y la máxima (18 GZ) en la E11, con la abundancia mínima ( $375.6$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ ) en la E16 y la máxima ( $10,087.2$  ind  $100\text{ m}^{-3}$ ) en la E13. En el ambiente meso-polihalino, la riqueza mínima (3 GZ) se

observó en la E4 y la máxima (9 GZ) en la E5, con la abundancia mínima (8.1 ind 100 m<sup>-3</sup>) en la E1 y la máxima (1367.7 ind 100 m<sup>-3</sup>) en la E8. Se detectaron diferencias significativas en la riqueza (M-W = 66, P = 0.003) y la abundancia (M-W = 64, P = 0.005) entre ambientes, con los valores más altos en el ambiente euhalino.

La variación espacial en la abundancia relativa fue principalmente por efecto de los grupos dominantes del holoplancton y meroplancton, con la relación H/M tendiendo a disminuir hacia el interior de la laguna (Fig. 3). En el ambiente euhalino se colectaron 12 GZ holoplanctónicos (90.9% de la abundancia) y 14 GZ meroplanctónicos (9.1% de la abundancia), con los copépodos como grupo dominante y presentando una distribución homogénea en la abundancia relativa, contribuyendo del 65.5% en la E17 al 88.8% en la E13. La relación H/M registró una media de 11.3 ± 3.2, con un valor mínimo de 2.9 en la E17 y máximo de 26.1 en la E14 (Fig. 3).

En el ambiente meso-polihalino se colectaron 4 GZ holoplanctónicos (38.9% de la abundancia) y 13 GZ meroplanctónicos (61.1% de la abundancia). La distribución de la abundancia relativa de los GZ fue heterogénea. Los copépodos fueron dominantes en las estaciones localizadas al norte de la laguna en las cercanías del canal de comunicación con el mar (E6 a E8), donde contribuyeron con el 75 al 83% de la colecta. Los huevos de peces fueron dominantes en las estaciones localizadas hacia el río Seco (E9 y E10) y en el centro y sur de la laguna (E2 a E5), donde contribuyeron del 41.2% (E2) al 98.3% (E4) de la colecta. En las estaciones 1 y 2, que registraron las salinidades y abundancias mínimas de toda el área de estudio (aunque los huevos de peces también representaron una proporción relativamente alta de la colecta, del 25 al 41%), se observó una distribución más equitativa de la abundancia relativa. En el ambiente meso-polihalino la relación H/M registró una media de 1.8 ± 0.9, con un valor mínimo de 0.01 en la E3 y máximo de 8.5 en la E8. La relación H/M presentó diferencias significativas entre ambientes (M-W = 63, P = 0.007), con el valor más alto en el ambiente euhalino.

## DISCUSIÓN

El presente estudio, a pesar de tener la limitante temporal de haberse basado en datos de un solo muestreo, representa la primera caracterización de los taxa del zooplancton de la zona costera adyacente al puerto Dos Bocas y la laguna Meacoacán. La riqueza, la abundancia y la relación H/M observadas tendieron a decrecer de la zona costera (ambiente euhalino) hacia el interior de la laguna Meacoacán (ambiente meso-polihalino). Sobre el plano espacial, no se observaron diferencias significativas en la temperatura, sugiriendo que su escasa variación entre estaciones no ejerce una gran influencia en la distribución de los GZ. Por el contrario, la influencia del gradiente de salinidad en determinar la distribución espacial de los GZ fue mayor, como también ha sido observado para otros grupos faunísticos que habitan la laguna como crustáceos (Dominguez *et al.*, 2003; Torres *et al.*, 2020), moluscos (De Jesús-Carrillo *et al.*, 2020) y peces (Hernández-Ojendi *et al.*, 2020).

Al comparar nuestros resultados con los de otros estudios realizados en el Golfo de México y Mar Caribe, observamos que la riqueza del presente trabajo (28 GZ) es similar a la registrada en estaciones ubicadas frente a las desembocaduras de los ríos Grijalva-Usumacinta y San Pedro-San Pablo, del sistema lagunar Carmen-Machona (23-29 GZ: Carrillo-Laguna *et al.*, 1995) y de la bahía de Chetumal (23 GZ: Gasca & Castellanos, 1993), mayor que en la zona costera influenciada por el río González (16 GZ: Cruz-Rosado *et al.*, 2020), y menor a la reportada en ecosistemas costeros de Quintana Roo, adyacentes a los arrecifes de coral que se caracterizan por una riqueza planctónica alta (37-41 GZ: Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; Álvarez-Cadena *et al.*, 2009).

Aunque la riqueza de GZ fue mayor que la registrada en la zona costera influenciada por el río González (Cruz-Rosado *et al.*, 2020), nuestra abundancia media en la zona costera (3,880 ind 100 m<sup>-3</sup>) fue 15 a 33 veces menor que la media anual reportada en ese estudio. De manera similar, nuestra abundancia media fue de 5 a 52 veces menor con respecto a los ambientes costeros con diversidad alta de Quintana Roo

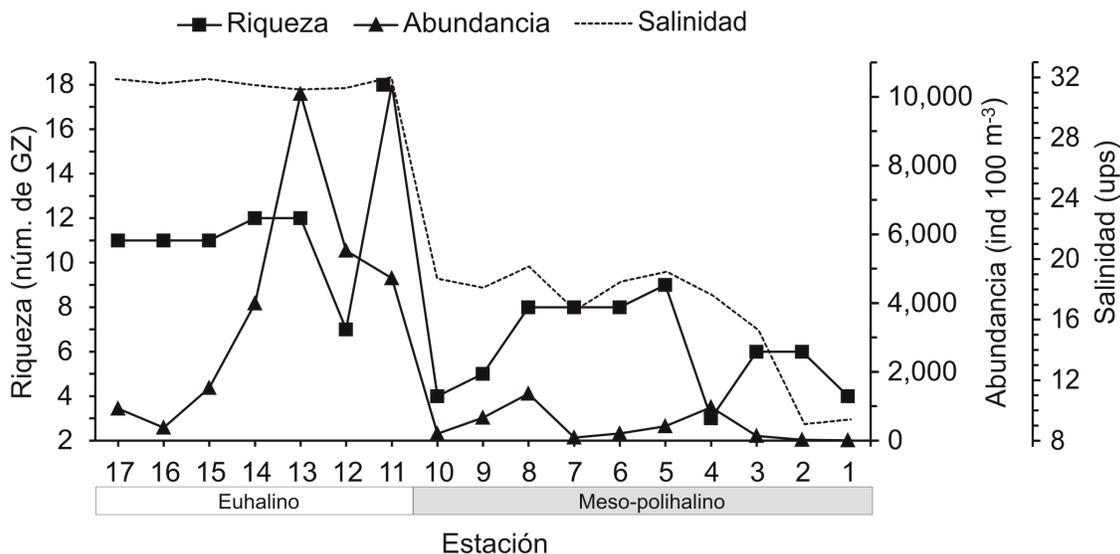


Figura 2. Distribución espacial de la riqueza y abundancia de los grupos del zooplancton (GZ) a través del gradiente de salinidad.

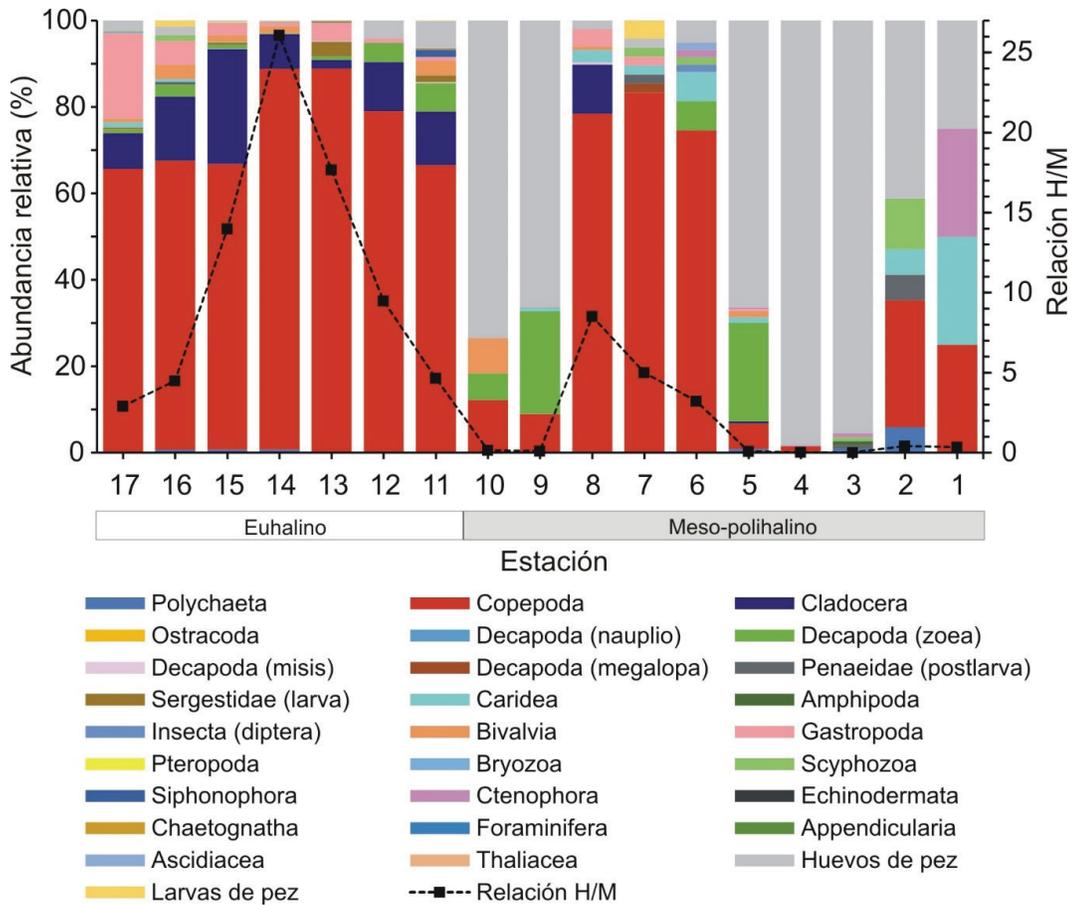


Figura 3. Distribución espacial de la abundancia relativa y relación holoplancton/meroplancton (H/M) a través del gradiente de salinidad.

(Álvarez-Cadena *et al.*, 2007; Álvarez-Cadena *et al.*, 2009). La abundancia máxima registrada en la E13 de la zona costera (10,087.2 ind 100 m<sup>-3</sup>) también es considerablemente menor a la reportada en estaciones ubicadas frente a las desembocaduras de los ríos Grijalva-Usumacinta y San Pedro-San Pablo y del sistema lagunar Carmen-Machona (35,600-265,000 ind 100 m<sup>-3</sup>: Carrillo-Laguna *et al.*, 1995).

Las abundancias bajas de zooplancton observadas en el presente estudio son difíciles de atribuir a la variación temporal ya que nuestro muestreo se realizó a mediados de octubre cuando la descarga de los ríos tiende a aumentar por lo que se esperaría un incremento en la abundancia y biomasa del zooplancton en la zona costera (Zavala-García *et al.*, 2016; Cruz-Rosado *et al.*, 2020). Es probable que las bajas abundancias observadas pudieran estar relacionadas con el horario diurno (08:00-17:00 h) de la colecta superficial, ya que la presencia del zooplancton en la superficie del agua es generalmente mínima durante el día y máxima durante la noche (Cohen & Forward, 2009). También es necesario considerar el efecto negativo de la contaminación crónica que ha soportado esta región durante más de 40 años, derivado de la actividad petrolera del puerto Dos Bocas, que probablemente ha causado una disminución del zooplancton y que, debido a la ausencia de estudios a largo plazo, no ha podido ser demostrada. Por ejemplo, las concentraciones de HAPs registradas en 1993 en la columna de agua de la

laguna Mecoacán (4.3-4.7 µg/L: Díaz-González *et al.*, 1994), son hasta 19 veces mayores que el nivel conocido por causar efectos letales y subletales en el plancton (0.5 µg/L: Deepwater Horizon Natural Resource Damage Assessment Trustees, 2016). Es necesario realizar estudios a mayor escala temporal para una mejor comprensión de las fluctuaciones naturales que presenta el zooplancton como consecuencia, por ejemplo, de la variabilidad de mesoescala de la circulación marina, la distribución horizontal en agregaciones inducidas por ondas internas y las variaciones de influencias continentales (Prairie *et al.*, 2012), lo que contribuiría a diferenciar entre efectos ambientales y antrópicos.

En la zona costera la relación H/M fue seis veces mayor que en la laguna Mecoacán debido a que la abundancia del holoplancton aumentó mientras que la abundancia del meroplancton se redujo. Esta distribución espacial es similar a la reportada en otros ambientes costeros en los que el holoplancton, principalmente copépodos, tiende a dominar, siendo de gran importancia en las cadenas tróficas pelágicas (Cruz-Rosado *et al.*, 2020; Mecalco-Hernández & Castillo-Rivera, 2020). La abundancia del meroplancton (e.g., huevos y larvas de peces y decápodos) al interior de los sistemas costeros se ha relacionado con su función como áreas de crianza para especies que ingresan o se reproducen al interior del sistema (Gasca & Castellanos, 1993; Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016).

Tabla 1. Abundancia numérica (ind 100 m<sup>-3</sup>) de los grupos del zooplankton (GZ) colectados por estación y ambiente. %, abundancia relativa.

GZ	Euhalino										Meso-polihalino									
	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	%		
<b>HOLOPLANGTON</b>																				
Phylum Arthropoda																				
Clase: Copepoda	609.9	251.2	1,011.3	3,514.2	8,962.5	4,362.9	3,139.6	80.5	24.5	59.7	1,068.5	74.8	154.1	24.5	14.6	6.5	2.0	35.0		
Suborden: Cladocera	77.0	55.8	406.2	320.7	202.9	629.0	585.8	8.4			155.4		1.9					3.8		
Clase: Ostracoda				3.3				0.01												
Familia: Sergestidae	3.9	8.3			338.7	3.7	67.0	1.6												
Orden: Amphipoda							2.4	0.01			1.3							0.03		
Phylum Mollusca																				
Orden: Pteropoda		2.8						0.01												
Phylum Cnidaria																				
Orden: Siphonophorae					8.6		76.5	0.3												
Phylum Chaetognatha					31.4		9.6	0.2												
Phylum Foraminifera					2.9			0.01												
Phylum Chordata																				
Clase: Appendicularia	2.0			3.3				0.02												
Clase: Ascidiacea							4.8	0.02			3.5							0.09		
Clase: Thaliacea							2.4	0.01												
<b>MEROPLANGTON</b>																				
Phylum Annelida																				
Clase: Polychaeta	2.0	2.5	11.1	29.4	5.7		4.8	0.2		3.9	1.3	1.3	3.8				0.2			
Phylum Arthropoda																				
Orden: Decapoda																				
Nauplio																				
Zoea	7.9	10.2	13.8	6.5	82.9	245.0	313.2	2.5	12.2	157.5	14.0	96.1					6.8			
Misis							9.6	0.04		7.8								0.2		

GZ	Euhalino										Meso-polihalino									
	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	%		
Megalopa										1.9							0.05			
Familia: Penaeidae (postlarva)	2.5			2.9		2.4	0.03			1.9			1.3	1.3			0.1			
Infraorden: Caridea	11.8	2.5	2.8	3.3	11.4		0.1	6.6	38.9	1.9	14.0	5.7		1.3	2.0	1.7				
Clase: Insecta (diptera)											3.5						0.1			
Phylum Mollusca																				
Clase: Bivalvia	7.9	12.7	22.1	62.2		160.2	1.0	16.3		11.7		5.7					0.8			
Clase: Gastropoda	183.5	20.3	44.2	32.7	430.2	51.2	43.0	1.7	54.4	1.9	1.9						1.5			
Phylum Bryozoa	2.0						0.01													
Phylum Cnidaria																				
Clase: Scyphozoa	5.1		3.3		3.7		0.04			1.9	3.5		1.3	2.6			0.2			
Phylum Ctenophora						2.4	0.01				3.5	1.9	2.1	1.3	2.0		0.3			
Phylum Echinodermata						4.8	0.02													
Phylum Chordata																				
Subphylum: Vertebrata																				
Huevos de peces	23.7	7.6	5.5	6.5	7.1	226.7	291.7	2.1	146.8	437.7	27.2	1.9	10.5	278.8	956.0	131.9	49.0			
Larvas de peces	5.1		3.3			4.8	0.05			3.7							0.1			

En la laguna Mecoacán, aunque no se registraron condiciones oligohalinas durante el muestreo, las abundancias más bajas de huevos de peces y larvas de decápodos se registraron en las estaciones más internas (E1-E2) con salinidad promedio de 9 ups, lo que sugiere una presencia limitada de especies dulceacuícolas (Ocaña-Luna & Sánchez-Ramírez, 2016). Por el contrario, la abundancia se incrementó a salinidades >15 ups, sugiriendo condiciones favorables para estadios larvarios de especies estuarino-dependientes, que representan las de mayor importancia económica. Al respecto, en la laguna Mecoacán se ha reportado la presencia de camarones peneidos *Farfantepenaeus aztecus*, *Farfantepenaeus duorarum* y *Litopenaeus setiferus*; jaiabas *Callinectes* spp.; lisas *Mugil* spp.; robalos *Centropomus* spp. y pargos *Lutjanus* spp. (Domínguez et al., 2003; Hernández-Ojendi et al., 2020; Torres et al., 2020) que pudieran utilizar la laguna como área de crianza durante su etapa meroplanctónica, favoreciendo la producción pesquera local.

La heterogeneidad espacial de los taxa del zooplancton en la laguna Mecoacán y zona costera adyacente permite entender la función del área de estudio como hábitat para diversas especies que desarrollen parte o completamente en ella su ciclo de vida. Esta información de línea base es útil como marco de referencia en futuros estudios, ya que, con el inicio de operaciones de la refinera Olmeca, es probable un incremento en el deterioro ambiental que disminuya el valor de los servicios ambientales que proporciona este importante ecosistema costero-lagunar del sur del Golfo de México.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al personal del Laboratorio de Bentos, Cruz Daniel Mandujano García y Ana Ruth Nava Huerta, por su apoyo en el muestreo en campo y en el análisis de las muestras en el laboratorio.

## REFERENCIAS

- ÁLVAREZ-CADENA, J. N., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, D. VALDÉS-LOZANO, A. R. ALMARAL-MENDIVIL & A. UICAB-SABIDO. 2007. Estudio anual del zooplancton: composición, abundancia, biomasa e hidrología del norte de Quintana Roo, mar Caribe de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 421-430. DOI:10.22201/ib.20078706e.2007.002.405
- ÁLVAREZ-CADENA, J. N., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ, A. R. ALMARAL-MENDIVIL & A. UICAB-SABIDO. 2009. Composition and abundance of zooplankton groups from a coral reef lagoon in Puerto Morelos, Quintana Roo, Mexico, during an annual cycle. *Revista de Biología Tropical* 57(3): 647-658. DOI:10.15517/rbt.v57i3.5481
- BOLTOVSKOY, D. 1999. *South Atlantic Zooplankton*. Backhuys Publishers, Leiden. 1705 p.
- CARRILLO-LAGUNA, J., S. R. MILLE-PAGAZA & R. GUADARRAMA-GRANADOS. 1995. La Comunidad zooplanctónica de la sonda de Campeche en dos temporadas: verano de 1980 y primavera de 1986. *Anales de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas* 40: 153-171.
- COHEN, J. H. & R. B. FORWARD. 2009. Zooplankton diel vertical migration – a review of proximate control. In: Gibson, R. N., R. J. A. Atkinson & J. D. M. Gordon (eds.). *Oceanography and Marine Biology an Annual Review Volume 47*. CRS Press, Taylor & Francis Group, pp. 77-110. DOI:10.1201/9781420094220.ch2
- CONWAY, D. V. P. 2012. Marine zooplankton of southern Britain. Part 1: Radiolaria, Heliozoa, Foraminifera, Ciliophora, Cnidaria, Ctenophora, Platyhelminthes, Nemertea, Rotifera and Mollusca. A. W. G. John (ed.). Occasional Publications. Marine Biological Association of the United Kingdom, No. 25. Plymouth, United Kingdom. 138 p. DOI:10.13140/2.1.4704.4800
- CRUZ-ROSADO, L., W. M. CONTRERAS-SÁNCHEZ, U. HERNÁNDEZ-VIDAL, J. GÓMEZ-GUTIÉRREZ, M. J. CONTRERAS-GARCÍA & A. MCDONAL-VERA. 2020. Seasonal variability of near-surface zooplankton community structure in the southern Gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research* 48(4): 649-661. DOI:10.3856/vol48-issue4-fulltext-2503
- DE JESÚS-CARRILLO, R. M., F. A. OCAÑA, I. HERNÁNDEZ-ÁVILA, M. MENDOZA-CARRANZA, A. J. SÁNCHEZ & E. BARBA-MACÍAS. 2020. Mollusk distribution in four habitats along a salinity gradient in a coastal lagoon from the Gulf of Mexico. *Journal of Natural History* 54(19-20): 1257-1270. DOI:10.1080/00222933.2020.1785030
- DEEPWATER HORIZON NATURAL RESOURCE DAMAGE ASSESSMENT TRUSTEES. 2016. Deepwater Horizon Oil Spill: Final Programmatic Damage Assessment and Restoration Plan and Final Programmatic Environmental Impact Statement. IV. Injury to Natural Resources. Available online at: <http://www.gulfspillrestoration.noaa.gov/restoration-planning/gulf-plan> (downloaded October 4, 2023).
- DEL ÁNGEL, E., A. H. RUBIO, D. M. FRÍAS & D. LAGUNA. 2009. Health risks due to the presence of lead (Pb) and copper (Cu) in a coastal area of Tabasco, Mexico. In: Brebia, C. A. (ed.). *Environmental Health Risk V*. Witt Press, pp. 125-132. DOI:10.2495/EHR090121
- DÍAZ-GONZÁLEZ, G., A. VÁZQUEZ-BOTELLO & G. PONCE-VÉLEZ. 1994. Contaminación por hidrocarburos aromáticos (HAP'S) disueltos en la laguna Mecoacán, Tabasco, México. *Hidrobiológica* 4(1-2): 21-27.
- DOMÍNGUEZ, J. C. A. J. SÁNCHEZ, R. FLORIDO & E. BARBA. 2003. Distribución de macrocrustáceos en la laguna Mecoacán, al sur del Golfo de México. *Hidrobiológica* 13(2): 127-136.
- ESCRIBANO, R., & L. CASTRO. 2004. Plancton y productividad. In: Werlinger, C. (ed.). *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*. Universidad de Concepción. Trama impresiones S.A. Chile, pp. 289-312.
- ESPIÑOZA-TENORIO, A., J. A. ZEPEDA-DOMÍNGUEZ, J. C. NÚÑEZ-GÓMEZ, M. MENDOZA-CARRANZA & E. BARBA-MACÍAS. 2015. ¿De la intuición al conocimiento científico? Publicaciones sobre las lagunas costeras de Tabasco, México. *Interciencia* 40(7): 448-456.
- GALAVIZ-SOLÍS, A., M. GUTIÉRREZ-ESTRADA & A. CASTRO DEL RÍO. 1987. Morfología, sedimentos e hidrodinámica de las lagunas Dos Bocas y Mecoacán, Tabasco, México. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM* 14(2): 109-123.
- GASCA, R. & I. CASTELLANOS. 1993. Zooplankton de la Bahía de Chetumal, Mar Caribe, México. *Revista de Biología Tropical* 41(3): 619-625.
- HERNÁNDEZ-OJENDI, R., L. A. AYALA-PÉREZ, A. ESQUIVEL-HERRERA & B. I. VEGA-RODRÍGUEZ. 2020. Estructura de la comunidad de peces de la Laguna Mecoacán, Tabasco, México. *JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático* 2(1): 1-18. DOI:10.26359/52462.0120
- MICALCO-HERNÁNDEZ, A. & M. CASTILLO-RIVERA. 2020. Riqueza zooplanctónica en la boca de la Laguna La Mancha, durante muestreos mensuales

- y nictímeros. *Hidrobiológica* 30(2): 143-153. DOI:10.24275/uam/izt/dcbshidro/2020v30n2/Castillo
- OCAÑA-LUNA, A. & M. SÁNCHEZ-RAMÍREZ. 2016. Estructura de la comunidad ictioplanctónica en la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 87: 123-132. DOI:10.1016/j.rmb.2016.01.018
- PRAIRIE, J.C., K. R. SUTHERLAND, K. J. NICKOLS & A. M. KALTENBERG. 2012. Biophysical interactions in the plankton: A cross-scale review. *Limnology and Oceanography Fluids & Environments* 2: 121-145. DOI:10.1215/21573689-1964713
- ROURA, Á., X. A. ÁLVAREZ-SALGADO, F. GONZÁLEZ ÁNGEL, M. GREGORI, G. ROSÓN & Á. GUERRA. 2013. Short-term meso-scale variability of mesozooplankton communities in a coastal upwelling system (NW Spain). *Progress in Oceanography* 109: 18-32. DOI:10.1016/j.pocean.2012.09.003
- SANVICENTE-AÑORVE, L., M. SÁNCHEZ-CAMPOS, M. ALATORRE-MENDIETA, E. LE-MUS-SANTANA & E. GUERRA-CASTRO. 2022. Zooplankton functional traits in a tropical estuarine system: Are lower and upper estuaries functionally different? *Frontiers in Marine Science* 9: 1004193. DOI:10.3389/fmars.2022.1004193
- SARMA, S. S. S., S. NANDINI, P. RAMÍREZ-GARCÍA & J. E. CORTÉS-MUÑOZ. 2000. New records of brackish water Rotifera and Cladocera from Mexico. *Hidrobiológica* 10(2): 121-124.
- SUÁREZ-MORALES, E., U. ORDÓÑEZ-LÓPEZ & L. VÁSQUEZ-YEOMANS. 2013. Las investigaciones de zooplancton marino en el sureste de México (1985-2010): logros y perspectivas institucionales. *Sociedad y Ambiente* 1(1): 96-112. DOI:10.31840/sya.v0i1.5
- TORRES, J.R., A. J. SÁNCHEZ & E. BARBA. 2020. Spatial and temporal habitat use by penaeid shrimp (Decapoda: Penaeidae) in a coastal lagoon of the southwestern Gulf of Mexico. *Regional Studies in Marine Science* 34: 101052. DOI:10.1016/j.risma.2020.101052
- WHITFIELD, A. K., M. ELLIOTT, A. BASSET, S. J. M. BLABER & R. J. WEST. 2012. Paradigms in estuarine ecology – A review of the Remane diagram with a suggested revised model for estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 97: 78e90. DOI:10.1016/j.ecss.2011.11.026
- ZAVALA-GARCÍA, F., C. FLORES-COTO & M. L. ESPINOSA-FUENTES. 2016. Relationship between zooplankton biomass and continental water discharges in the southern Gulf of Mexico (1984-2001). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 51(1): 21-31. DOI:10.4067/S0718-19572016000100003