

El estudio de los arrecifes coralinos mexicanos bajo la amenaza del cambio climático: aportes desde el XII CMAC-III CPAC

[Luis Malpica-Cruz](#)^{1*}, [Horacio Pérez-España](#)², [Georgina Ramírez-Ortiz](#)³,
[José A Zepeda-Domínguez](#)^{4,5}

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del artículo:

Recibido 29 de mayo de 2025

Aceptado 29 de septiembre de 2025

Publicado 29 de octubre de 2025

READ IN ENGLISH:

<https://doi.org/10.7773/cm.v2025.3563>

AUTOR DE CORRESPONDENCIA

* E-mail: lmalpica@uabc.edu.mx

¹ Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Universidad Autónoma de Baja California, 22860 Ensenada, Baja California, México.

² Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías, Universidad Veracruzana, 94290 Boca del Río, Veracruz, México.

³ Laboratorio de Ecología Funcional y Conservación Marina, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Unidad Mazatlán, Universidad Nacional Autónoma de México, 82040 Mazatlán, Sinaloa, México.

⁴ Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, 22860 Ensenada, Baja California, México.

⁵ Laboratorio Nacional de Biología del Cambio Climático, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación, 04510 Ciudad de México, México.

En el año 2000, se llevó a cabo la primera Conferencia Mexicana de Arrecifes Coralinos (I CMAC) en la ciudad de Veracruz y ofreció 91 presentaciones. Once años después, el VI CMAC tuvo lugar en la ciudad de Ensenada y creció hasta incluir 126 presentaciones. A lo largo de los años intermedios, el alcance de esta conferencia se ha visto enriquecido por la integración de colegas de otros países de las Américas, dando lugar a la Conferencia Panamericana de Arrecifes Coralinos (CPAC), que se celebró concurrentemente con el CMAC en 2022 y 2024. Por segunda vez, Ensenada fue seleccionada para ser la sede de esta conferencia, celebrándose el XII CMAC-III CPAC del 22 al 26 de abril de 2024.

Cabe destacar que el XII CMAC-III CPAC, que contó con un total de 299 presentaciones, ponencias y carteles, fue por mucho la reunión más grande hasta la fecha de investigadores, gestores, funcionarios gubernamentales y estudiantes involucrados en la investigación, acciones de manejo y esfuerzos de conservación en los ecosistemas arrecifales de América Latina. Este importante evento fue organizado por la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos (SOMAC), con el apoyo de la *International Coral Reef Society* y las instituciones anfitrionas locales del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE) y la Universidad Autónoma de Baja California (UABC).

Durante el XII CMAC-III CPAC, las presentaciones destacadas cubrieron múltiples temas que se categorizaron en 5 sesiones temáticas: (1) ciencias genómicas y fisiología de organismos arrecifales; (2) ecología de poblaciones y comunidades de organismos arrecifales; (3) sistemas socioecológicos; (4) física, química e innovación aplicadas a los arrecifes coralinos; y (5) arrecifes templados. Como tal, la conferencia, que reflejó una diversa gama de enfoques y metodologías de investigación, cubrió una amplia gama de temas relacionados con los corales, los ecosistemas arrecifales y sus especies asociadas, con un fuerte énfasis en la salud coralina y la resiliencia arrecifal, fisiología, restauración y los impactos del cambio climático en estos ecosistemas.

De las 299 presentaciones, se seleccionaron 11 estudios para su publicación (3 notas de investigación y 8 artículos de investigación) en un número especial de *Ciencias Marinas* (vol. 50 [1b]). Estos estudios presentaron hallazgos novedosos sobre temas relacionados con la salud, el crecimiento y la fisiología de los arrecifes coralinos, así como las interacciones con otros organismos marinos y los impactos de factores estresores ambientales y actividades humanas en la resiliencia de ecosistemas coralinos vitales en los mares y océanos de las Américas.

Dentro del número especial de *Ciencias Marinas*, encontrarán 2 estudios centrados en aspectos de la salud y resiliencia

Acceso abierto

En línea ISSN: 2395-9053

Verificado con Similarity Check impulsado por iThenticate

<https://doi.org/10.7773/cm.v2025.3563>



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](#), que permite compartir y adaptar el trabajo, siempre y cuando se dé el crédito apropiado a los autores originales y la fuente, proporcione un enlace a la licencia Creative Commons e indique si se realizaron cambios. Las figuras, tablas y otros elementos del artículo están incluidos en la licencia CC BY 4.0 del artículo, a menos que se indique lo contrario. Debe solicitar permiso al titular de los derechos de autor para utilizar material no cubierto por esta licencia. El título de la revista está protegido por derechos de autor propiedad de la Universidad Autónoma de Baja California, y el título y el logotipo de la revista no están sujetos a esta licencia.

de los arrecifes coralinos y la importancia de los esfuerzos continuos de monitoreo. Correa et al. (2025) exploraron el valor de usar el Índice de Salud Arrecifal como herramienta para el monitoreo regional y la conservación de arrecifes en el contexto de cambio climático. En este estudio, los autores evaluaron el estado de 11 arrecifes en el suroeste del Golfo de México y el Caribe mexicano, encontrando que los arrecifes en el suroeste del Golfo de México exhibieron mejor salud que aquellos en el Caribe mexicano. Carreño-Loaiza et al. (2025) señalaron la rápida recuperación de corales escleractinios apenas 5 meses después de un evento de blanqueamiento en el Sistema Arrecifal Veracruzano. El conjunto de datos a largo plazo (2008-2021) reveló que la salud de la comunidad coralina podía clasificarse como “buena” según el índice de coral (CI \approx 3.7), lo que indica resiliencia y refuerza la importancia del monitoreo continuo.

En cuanto a la fisiología de corales y especies asociadas, Trejo-Estrada et al. (2025) estudiaron la aclimatación fisiológica de *Porites panamensis* bajo condiciones marginales en altas latitudes. Los autores encontraron que *P. panamensis* se aclimata a los cambios estacionales de temperatura y turbidez utilizando la mixotrofia como una estrategia nutricional clave para soportar condiciones ambientales fluctuantes, permitiendo así que esta especie se distribuya por todo el Pacífico Tropical Oriental, incluso en regiones aparentemente subóptimas. Además, Rodríguez-Jiménez et al. (2024) exploraron la respuesta inmune de la anémona *Exaiptasia diaphana* y encontraron que la actividad inmune alcanzó su punto máximo durante el día y la luna llena, especialmente cuando *E. diaphana* carecía de simbiosis. Los resultados de estos autores proporcionan información relevante sobre mecanismos inmuno-protectores, lo cual es crítico para comprender la resiliencia de cnidarios bajo escenarios de cambio climático.

Dos artículos del número especial se centraron en la restauración y adaptación coralina. Gutiérrez-Coral et al. (2025) encontraron que las colonias de *Orbicella faveolata* fueron capaces de regenerarse casi completamente tras la extracción de microfragmentos donadores dentro de 24 meses, proporcionando información esencial que respalda la sostenibilidad del empleo de esta técnica en esfuerzos de restauración. Lorenzo-Jiménez et al. (2024) evaluaron la aclimatación de *O. faveolata* a los cambios de luz resultantes de la translocación de fragmentos de coral entre diferentes profundidades y demostraron el potencial de la migración asistida en programas de restauración.

Cinco artículos se centraron en la biodiversidad y funciones ecosistémicas. López-Pérez et al. (2024a) caracterizaron localidades del sur del Pacífico mexicano y encontraron que hasta 10 especies de coral estaban presentes en sitios y profundidades donde no habían sido reportadas previamente (e.g., a profundidades de 37 m) y destacaron la necesidad de abordar las amenazas antropogénicas locales para promover la conservación de especies. Centrándose en comunidades de peces, Torres-García et al. (2025) exploraron la riqueza taxonómica y funcional de los peces en el Pacífico mexicano, identificando

ubicaciones de alta de biodiversidad y una “columna vertebral” regional (i.e., grupos funcionales comunes en toda la región de estudio) compuesta por 74 especies, que probablemente mantiene funciones y procesos ecológicos a través de provincias biogeográficas. Este análisis de diversidad de peces tuvo como objetivo proporcionar información para el manejo y conservación de ecosistemas arrecifales. Jáquez-Domínguez et al. (2025) evaluaron la riqueza de especies y la abundancia de peces arrecifales criptobentónicos, explorando el papel crítico de *P. panamensis* como microhábitat y su influencia en la organización bentónica de este grupo de peces a menudo ignorado. Cabrera-Rivera et al. (2025) exploraron el potencial erosivo de los erizos en el Banco de Campeche y encontraron que probablemente estaba subestimado debido a la omisión de muestreos nocturnos adecuados en los estudios, destacando la escasez de información a pesar de los importantes roles que estos equinodermos juegan en los arrecifes coralinos. Por último, reflejando el desarrollo multidisciplinario en curso de la investigación en arrecifes coralinos, Hernández-Zulueta et al. (2025) estudiaron los ensamblajes bacterianos de *Acropora cervicornis* e identificaron los géneros bacterianos asociados responsables de funciones metabólicas vitales vinculadas a la inmunidad, nutrición y resiliencia del coral, como *Pseudomonas* y *Acinetobacter*, que pueden influir en cómo *A. cervicornis* responde a estresores ambientales que pueden aumentar la vulnerabilidad del coral al blanqueamiento. Tales estudios son esenciales para mejorar nuestra comprensión de la resiliencia coralina frente al cambio climático.

El cuerpo de conocimiento contenido en el número especial de *Ciencias Marinas*, que surgió del XII CMAC-III CPAC, da testimonio del compromiso de avanzar en nuestra comprensión de los ecosistemas de arrecifes coralinos y generar información científica de alta calidad que respalde el manejo y conservación de los arrecifes coralinos en México y las Américas. Este compromiso es crucial dados los recientes impactos negativos y las sombrías predicciones que enfrentan estos ecosistemas bajo el cambio climático (Hoegh-Guldberg et al. 2017, Fabricius et al. 2024).

El año 2023 fue especialmente devastador para los ecosistemas de arrecifes coralinos en todo el mundo, y las Américas no fueron la excepción. Los efectos de un evento de El Niño, combinados con temperaturas elevadas debido al cambio climático, resultaron en la ola de calor más intensa y prolongada registrada en los últimos años (Goreau Hayes 2024). A lo largo de las costas de México, las temperaturas del agua aumentaron por encima de lo normal causando estrés que condujo al blanqueamiento y mortalidad masiva. Esta situación se observó en corales de la costa del Pacífico, así como en aquellos del Caribe y el Golfo de México, lo que llevó a la muerte de decenas de millones de corales y a una extensa devastación de los ecosistemas arrecifales (López-Pérez et al. 2024b; McField et al. 2024).

Se encuestó a miembros de la SOMAC respecto a los efectos de esta ola de calor en los arrecifes de sus regiones de estudio, las cuales se basaron en las definiciones regionales

propuestas por Spalding et al. (2007) e incluyeron el Golfo de California, el Pacífico Tropical, el Caribe y el Golfo de México (Tabla 1). Con base en los resultados de la encuesta, la región más afectada fue el Pacífico Tropical, que perdió en promedio casi la mitad de su cobertura coralina, aunque algunos autores reportaron sitios con mortalidad coralina de hasta el 93% (López-Pérez et al. 2024b). En contraste, la región menos afectada fue el Golfo de México (5%), seguida de cerca por el Golfo de California (6%) (Tabla 1).

La degradación actual de los arrecifes coralinos forma parte de una tendencia continua que ha sido documentada a lo largo de varias décadas. En el Caribe, la pérdida de cobertura coralina ha sido particularmente notable y documentada desde la década de 1980 (Glynn 1991, Gardner et al. 2003). Esta pérdida se ha debido principalmente a la mala calidad del agua y al desarrollo costero resultante de la deforestación, los cambios en el uso del suelo, los aportes excesivos de nutrientes y la contaminación. Además de las amenazas locales, los efectos del cambio climático también han contribuido a la pérdida de cobertura coralina. Dado este contexto, el escenario actual que rodea a los arrecifes coralinos de las Américas es muy preocupante.

No existen soluciones fáciles o simples para mitigar estas crecientes amenazas para los corales o para revertir el grave deterioro de los arrecifes. La restauración, dada su naturaleza, es costosa y tiene impactos muy limitados a nivel local. Soluciones más eficientes con efectos a nivel de ecosistema requieren propuestas que aborden no solo las consecuencias del deterioro arrecifal, sino también sus causas. Los estudios publicados en el número especial de *Ciencias Marinas* abordan algunos de los problemas que afectan la resiliencia arrecifal, los esfuerzos de restauración, los patrones de biodiversidad y las comunidades microbianas, y ofrecen

perspectivas accionables y futuras líneas de investigación para la comunidad de investigación de arrecifes coralinos de las Américas para fomentar la conservación de los arrecifes coralinos frente al cambio climático.

Traducido al español por las y los autores.

DECLARACIONES

Material suplementario

Este trabajo no incluye material suplementario.

Agradecimientos

Agradecemos sinceramente a todos los que hicieron posible el XII CMAC-III CPAC en Ensenada, incluyendo a las 2 instituciones académicas anfitrionas, CICESE y UABC, a los patrocinadores de la reunión y al personal organizador y de sede, así como a todos los investigadores, gestores, funcionarios gubernamentales, estudiantes y asistentes a la reunión que presentaron su trabajo y formaron parte de este evento. Estamos especialmente agradecidos con los autores que contribuyeron con sus manuscritos, lo que permitió que el número especial de *Ciencias Marinas* reflejara la diversidad de temas en nuestra comunidad de investigación. En particular, deseamos agradecer a todos los investigadores que respondieron a la encuesta y proporcionaron información sobre eventos de blanqueamiento en diferentes regiones de México: Lorenzo Álvarez-Filip, Amílcar Levi Cupul-Magaña, Guillermo Horta-Puga, Gerardo Leyte-Morales, Andrés López-Pérez, Pedro Medina-Rosas, Héctor Nava, Horacio Pérez-España, Eduardo Ramírez-Chávez y Fabián A

Tabla 1. Valores promedio de cobertura coralina antes y después del evento de blanqueamiento de 2023, prevalencia de blanqueamiento y pérdida de cobertura en las ecorregiones de México descritas por Spalding et al. (2007). Los datos provienen de un formulario en línea distribuido a miembros clave con una larga trayectoria de la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos (SOMAC) que amablemente contribuyeron con información. El número de encuestas completadas se indica junto a cada región. Los números entre paréntesis representan el error estándar.

Región	Cobertura coralina antes (%)	Cobertura coralina después (%)	Cambio en cobertura coralina (%)	Prevalencia de blanqueamiento (%)
Golfo de California (n = 3)	18 (6.7)	12 (6.7)	-6	58 (26.7)
Pacífico Tropical (n = 5)	63 (9.7)	15 (3.2)	-48	65 (19.0)
Caribe (n = 1)	15	5	-10	75
Golfo de México (n = 4)	33 (14.4)	28 (13.1)	-5	55 (13.2)

Rodríguez-Zaragoza. También nos gustaría reconocer al comité organizador del XII CMAC-III CPAC por confiar en nosotros para actuar como editores invitados del número especial y al personal editorial y de producción de *Ciencias Marinas* por su apoyo y guía durante todo este proceso. En particular, deseamos reconocer a los editores en jefe de *Ciencias Marinas*, Sharon Zinah Herzka-Llona, Armando Félix-Bermúdez, Amaia Ruiz De Alegría-Arzaburu y Jose Miguel Sandoval-Gil, por su invaluable guía en la revisión y manejo de las tareas editoriales durante la preparación del número especial. Confiamos en que la publicación del número especial en una revista mexicana, bilingüe y de acceso abierto mejorará el alcance general y el número de lectores del cuerpo de conocimiento relevante contenido en el número especial, que es producto de un esfuerzo comunitario liderado por la Sociedad Mexicana de Arrecifes Coralinos.

Financiamiento

Este estudio no recibió financiación de ninguna fuente.

Conflicto de interés

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: LMC, HPE, GRO, JAZD; Curación de datos: LMC, HPE, GRO, JAZD; Análisis formal: HPE; Validación: LMC, HPE, GRO, JAZD; Redacción – borrador original: LMC; Redacción – revisión y edición: HPE, GRO, JAZD.

Disponibilidad de datos

Los datos de este estudio están disponibles solicitándolos al autor de correspondencia bajo petición razonable.

Uso de herramientas de IA

Los autores emplearon DeepSeek V3.2 para traducir y mejorar la gramática del texto. Después de procesar cualquier porción de texto con DeepSeek V3.2, los autores revisaron y corrigieron los resultados para garantizar su precisión. Los autores son plenamente responsables del contenido de este trabajo.

REFERENCIAS

- Cabrera-Rivera E, Molina-Hernández A, Medellín-Maldonado F, Guendulain-García S, Pérez-Cervantes E, Rioja-Nieto R, Medina-Valmaseda AE, Alvarez-Filip L. 2025. Night surveys reveal abundant populations of sea urchins with high erosive potential in Cayo Arenas, Campeche Bank = Censos nocturnos revelan abundantes poblaciones de erizos de mar con alto potencial erosivo en Cayo Arenas, Banco de Campeche. *Cienc Mar.* 50(1B):e3508. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3508>
- Correa D, Villegas-Sánchez CA, Pérez-España H, Alvarez-Filip L. 2025. Reef health status of the southwestern Gulf of Mexico and Mexican Caribbean coral reefs = Estado de salud de los arrecifes coralinos del suroeste del Golfo de México y Caribe mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3501. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3501>
- Fabricius KE, Cooley SR, Golbuu Y, Riginos C, Gonzalez-Rivero M, Heron SF, Mead D, Cinner J, Schaffelke B. 2024. Research priorities to support coral reefs during rapid climate change. *PLOS Clim.* 3(7):e0000435. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000435>
- Gardner TA, Côté IM, Gill JA, Grant A, Watkinson AR. 2003. Long-term region-wide declines in Caribbean corals. *Science.* 301(5635):958-60. <https://doi.org/10.1126/science.1086050>
- Glynn PW. 1991. Coral reef bleaching in the 1980s and possible connections with global warming. *Trends Ecol Evol.* 6(6):175-79. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(91\)90208-f](https://doi.org/10.1016/0169-5347(91)90208-f)
- Goreau TJF, Hayes RL. 2024. 2023 Record marine heat waves: coral reef bleaching HotSpot maps reveal global sea surface temperature extremes, coral mortality, and ocean circulation changes. *Oxf Open Clim Change.* 4(1):kgae005. <https://dx.doi.org/10.1093/oxfclm/kgae005>
- Gutiérrez-Coral AM, Gutiérrez-Estrada G, Carricart-Ganivet JP, Tortolero-Langarica JA. 2025. Efficiency of self-recovery in coral living tissue of donor colonies of *Orbicella faveolata* used for coral intervention in the Mexican Caribbean = Eficiencia en la auto-recuperación de tejido de coral vivo en colonias donadoras de *Orbicella faveolata* utilizadas para intervención coralina en el Caribe mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3511. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3511>
- Hernández-Zulueta J, Nava-Martínez GG, García-Salgado MA, Rodríguez-Zaragoza FA. 2025. Exploring the bacterial assemblages of *Acropora cervicornis* in the Mexican Caribbean = Explorando los ensamblajes bacterianos de *Acropora cervicornis* en el Caribe mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3487. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3487>
- Hoegh-Guldberg O, Poloczanska ES, Skirving W, Dove S. 2017. Coral reef ecosystems under climate change and ocean acidification. *Front Mar Sci.* 4:158. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00158>
- Jáquez-Domínguez LM, Chiriboga-Ortega RD, Ladah LB, Calderón-Aguilera LE, Valencia-Méndez O. 2025. Comparing richness and abundance of cryptobenthic reef fishes in coral and rocky microhabitats in Bahía de los Ángeles, Gulf of California = Comparación de la riqueza y abundancia de peces arrecifales criptobentónicos en microhábitats coralinos y rocosos en Bahía de los Ángeles, Golfo de California. *Cienc Mar.* 50(1B):e3495. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3495>
- López-Pérez A, Granja-Fernández R, Valencia-Méndez O, González-Mendoza T, Ramírez-Chávez E, Pañola-Madrigal A, López-López D, Calderón-Aguilera LE, Rodríguez-Zaragoza FA. 2024a. Updating the understanding of lesser-known coral systems in the southern Mexican Pacific = Actualización Del Conocimiento De Los Sistemas Coralinos Poco Conocidos Del Sur Del Pacífico Mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3503. <https://doi.org/10.7773/cm.y2024.3503>
- López-Pérez A, Granja-Fernández R, Ramírez-Chávez E, Valencia-Méndez O, Rodríguez-Zaragoza FA, González-Mendoza T, Martínez-Castro A. 2024b. Widespread Coral Bleaching and Mass Mortality of Reef-Building Corals in Southern Mexican Pacific Reefs Due to 2023 El Niño Warming. *Oceans.* 5(2):196-209. <https://doi.org/10.3390/oceans5020012>

- Lorenzo-Jiménez Y, Gutiérrez-Estrada G, Carricart-Ganivet JP, Tortolero-Langarica JA. 2024. Effect of environmental light conditions on the growth of the coral *Orbicella faveolata* in the Mexican Caribbean = Efecto de las condiciones lumínicas ambientales en el crecimiento del coral *Orbicella faveolata* en el Caribe mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3497. <https://doi.org/10.7773/cm.y2024.3497>
- McField M, Soto M, Martínez R, Giró A, Guerrero C, Rueda M, Kramer P, Roth L, Muñoz I. 2024. 2024 Mesoamerican Reef Report Card. Miami (United States): Healthy Reefs for Healthy People. Report. 32 p.
- Rodríguez-Jiménez MA, Rivera-Ortega J, Thomé PE. 2024. Fluctuations in immune response (phenol oxidase activity) related to circadian and lunar cycles in the symbiotic anemone *Exaiptasia diaphana* (Actinaria: Aiptasiidae) = Fluctuaciones en la respuesta inmune (actividad de fenoloxidasas) relacionadas con los ciclos circadianos y lunares en la anémona simbiótica *Exaiptasia diaphana* (Actinaria: Aiptasiidae). *Cienc Mar.* 50(1B):e3505. <https://doi.org/10.7773/cm.y2024.3505>
- Torres-García R, Ramírez-Ortiz G, De León-Siller E, Beas-Luna R, Lorda J, Malpica-Cruz L, Velasco-Lozano M. 2025. Taxonomic and functional richness of fish in temperate and tropical reefs of the Mexican Pacific = Riqueza taxonómica y funcional de peces en arrecifes templados y tropicales del Pacífico mexicano. *Cienc Mar.* 50(1B):e3512. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3512>
- Trejo-Estrada AE, Galindo-Sánchez CE, Rodríguez-Troncoso AP, Cabral-Tena RA, Calderón-Aguilera LE, Durán-Riveroll LM, Juárez OE. 2025. Physiological acclimation of *Porites panamensis* (Scleractinia: Poritidae) under high-latitude marginal conditions = Aclimatación fisiológica de *Porites panamensis* (Scleractinia: Poritidae) en condiciones marginales de alta latitud. *Cienc Mar.* 50(1B):e3507. <https://doi.org/10.7773/cm.y2025.3507>

Este artículo forma parte de un número especial de *Ciencias Marinas* que comprende artículos seleccionados del "XII Congreso Mexicano de Arrecifes Coralinos y III Congreso Panamericano de Arrecifes Coralinos" de 2024 celebrado en Ensenada, Baja California, México.