

Arrecifes de coral y cambio climático: una relación fracturada

Coral Reefs and Climate Change: A Fractured Relationship

*Meztli Jashui Hernández Cristerna, Adriana Lucía Trejo Albuerne,
Rodolfo Rioja Nieto y Francisco Guerra Martínez*

Resumen

Los arrecifes de coral enfrentan una crisis sin precedentes debido al cambio climático. El aumento en la temperatura del agua provoca el blanqueamiento coralino, uno de los principales factores que amenazan su supervivencia. Este fenómeno no sólo pone en riesgo la biodiversidad marina, sino también los servicios ecosistémicos que los arrecifes brindan a millones de personas. El texto analiza cómo el cambio climático afecta a estos ecosistemas, y resalta la importancia de mantener la investigación científica, impulsar la restauración ecológica y promover acciones globales urgentes para asegurar su conservación a largo plazo.

Palabras clave: arrecifes, corales, clima, restauración, blanqueamiento.

Abstract

Coral reefs are facing an unprecedented crisis due to climate change. Rising ocean temperatures cause coral bleaching, one of the main factors threatening their survival. This phenomenon endangers not only marine biodiversity but also the ecosystem services reefs provide to millions of people. This article analyzes how climate change affects these ecosystems and highlights the importance of continuing scientific research, promoting ecological restoration, and encouraging urgent global action to ensure their long-term conservation.

Keywords: reefs, corals, climate, restoration, bleaching.

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO

Hernández Cristerna, M. J., Trejo Albuerne, A. L., Rioja Nieto, R., y Guerra Martínez, F. (2025, agosto-octubre). Arrecifes de coral y cambio climático: una relación fracturada. *Revista Digital Universitaria (RDU)*, 26(4). <https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.4.3>

Meztli Jashui Hernández Cristerna

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Licenciada en Manejo Sustentable de Zonas Costeras por la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, de la Universidad Nacional Autónoma de México, con formación multidisciplinaria e interdisciplinaria. Tiene experiencia en conservación ambiental de zonas costeras, manejo de Sistemas de Información Geográfica y desarrolló su tesis en modelación numérica de arrecifes de coral. Actualmente integra el equipo operativo de Tarjetas de Reporte del Laboratorio Nacional de Resiliencia Costera de la Universidad Nacional Autónoma de México.

 316129873@enesmerida.unam.mx
 [@j_blueworld](https://www.instagram.com/@j_blueworld)

Adriana Lucía Trejo Albuerne

Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, México

Doctora en Geografía por la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo, con posdoctorado en el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Ha realizado consultorías nacionales e internacionales en reducción de riesgos de desastres, resiliencia, planificación del desarrollo y cambio climático. Ha impartido conferencias, coordinado libros, publicado artículos y capítulos, y ha sido docente en universidades y diplomados especializados en gestión del riesgo y territorio.

 albuerneadriana@gmail.com
 [0009-0005-3360-2256](#)
 <https://www.linkedin.com/in/albuerneadriana/>

Rodolfo Rioja Nieto

Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Biólogo y maestro en Ciencias del Mar y Limnología por la Universidad Nacional Autónoma de México. Doctor en Ciencias por la Universidad de Warwick, Reino Unido. Ha sido consultor de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, profesor adjunto en la Universidad de Boston y docente en la School for Field Studies. Desde 2010 es profesor de carrera en la Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Es miembro nivel II del Sistema Nacional de Investigadores. Imparte cursos de licenciatura y posgrado en Ecología, Percepción Remota y Conservación de la Biodiversidad. Dirige tesis en distintos niveles académicos.

 rrioja@ciencias.unam.mx
 [0000-0003-4854-7120](#)
 <https://analisisespacial.pcyt.unam.mx>

Francisco Guerra Martínez

Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, México

Biólogo por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, maestro y doctor en Ciencias en manejo integrado de ecosistemas por la Universidad Nacional Autónoma de México. Realiza un posdoctorado DGAPA en el Laboratorio de Análisis Espacial de Zonas Costeras de la Facultad de Ciencias, Unidad Multidisciplinaria de Docencia e Investigación Sisal, Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor en la Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida, Universidad Nacional Autónoma de México, donde ha impartido más de 50 cursos. Es autor y coautor de 20 libros de texto de nivel medio superior y ha sido perito federal en ecología, ciencias ambientales y biología entre 2020 y 2024. Publica en revistas indexadas y es miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Su línea de investigación aborda la resiliencia de ecosistemas frente a disturbios naturales y humanos.

 francisco.guerra@enesmerida.unam.mx

 [0000-0003-1290-9249](#)

 [@ProfesorSIG](#)

 <https://analisisespacial.pcyt.unam.mx>

Ecosistemas de arrecife: guardianes del mar en peligro

A primera vista, un arrecife de coral parece un paisaje detenido en el tiempo: un mosaico de formas y colores vibrantes que se mecen con la corriente. Pero bajo esa belleza hay una urgencia latente. Estos ecosistemas, de los más biodiversos del planeta (véase figura 1), enfrentan una amenaza que avanza con la marea: el cambio climático. El calor, ese aliado de las vacaciones tropicales, se ha vuelto su enemigo silencioso. Y si no reaccionamos, podríamos perder mucho más que un paraíso submarino.

Este texto explora cómo los arrecifes de coral están siendo transformados —y en muchos casos, devastados— por el calentamiento global. También analiza los esfuerzos que se están llevando a cabo para mitigar los efectos del cambio climático, conservar lo que aún queda y restaurar lo que ya se ha perdido.



Figura 1. Los arrecifes de coral son ecosistemas marinos con una biodiversidad extraordinaria. La imagen muestra un arrecife en aguas poco profundas del Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Crédito: Roberto Hernández Landa.

Corales que construyen mundos

Los arrecifes no nacen de la nada. Están edificados por miles de pequeños animales coloniales: los pólipos de coral. Invisibles a simple vista, pero poderosos como colectivo, estos diminutos organismos con tentáculos crean vastas estructuras de carbonato de calcio. En aguas cálidas y poco profundas, los corales forman simbiosis con algas microscópicas llamadas zooxantelas. Estas algas viven dentro del coral, realizan fotosíntesis y lo alimentan. Sin ellas, el coral pierde no sólo su fuente principal de nutrientes, sino también su color (véase figura 2).



En contraste, los corales de aguas profundas no dependen del sol: su alimento proviene del plancton y de la materia orgánica que flota en la oscuridad.

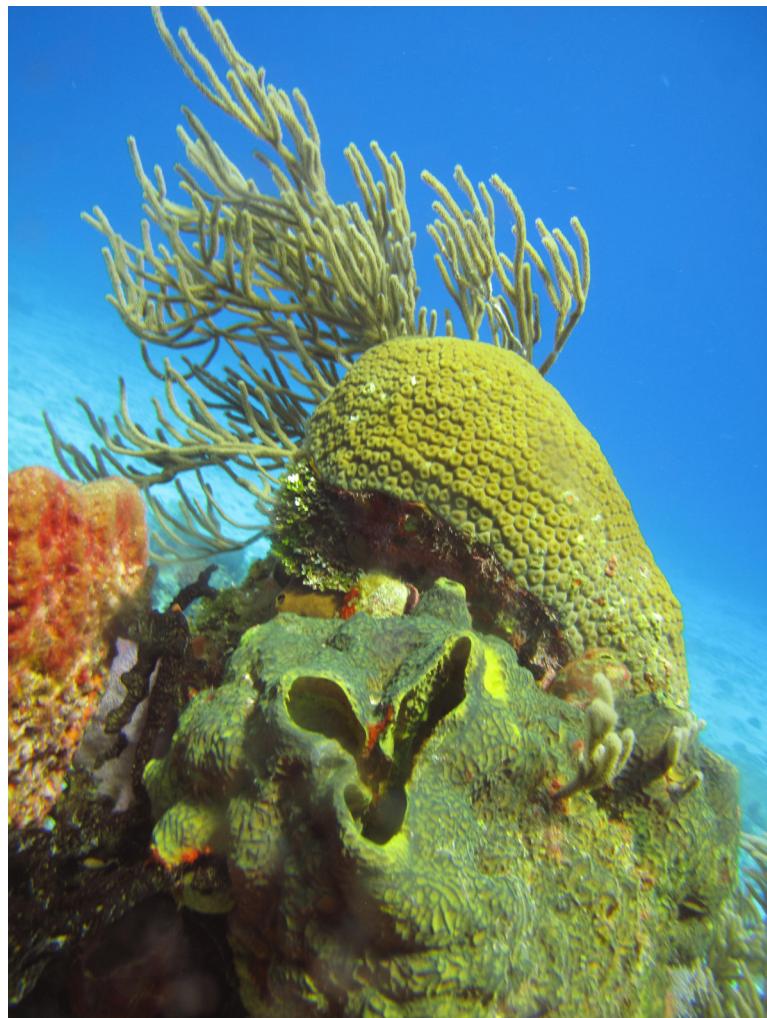


Figura 2. Estructuras coralinas que albergan en su interior algas fotosintéticas (zooxantelas), responsables de proporcionar nutrientes esenciales para el crecimiento del coral.

Credito: imagen tomada en los arrecifes del Parque Nacional Arrecife Alacranes. Fotografía de Roberto Hernández Landa.

Los beneficios del arrecife

Los arrecifes de coral no sólo son espectaculares; también son fundamentales. Proveen alimento mediante la pesca, amortiguan el impacto de tormentas, facilitan medicamentos y sustentan industrias turísticas enteras. Pero hoy, esos beneficios están en riesgo. La contaminación, la sobrepesca y el desarrollo costero han dañado profundamente estos hábitats. Y el cambio climático ha intensificado el problema (Bellwood et al., 2019).

Para más información sobre estos ecosistemas, visita el sitio web de la [Alianza para los Arrecifes de Coral](#).

Calor que mata

El cambio climático se refiere a las variaciones sostenidas en el clima de una región —como la temperatura, las precipitaciones o los vientos— que ocurren durante períodos largos, usualmente superiores a 30 años. A lo largo de la historia de la Tierra, estos cambios han ocurrido de manera natural. Sin embargo, en las últimas décadas, las actividades humanas han acelerado y amplificado estos procesos. La principal causa: la quema masiva de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural (United Nations, 2022).

Cuando estos materiales se queman para generar energía, liberan a la atmósfera grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2), un gas de efecto invernadero. Estos gases forman una especie de manta invisible alrededor del planeta. De forma natural, la Tierra recibe energía del Sol: parte de esa energía se absorbe en la superficie —por el suelo, los océanos o la vegetación— y otra parte se refleja de vuelta hacia el espacio, en un fenómeno conocido como *albedo*. Pero con el exceso de gases de efecto invernadero, esa energía reflejada ya no escapa con facilidad. Queda atrapada, como si el planeta estuviera cubierto por el vidrio de un invernadero.

Ese exceso de calor acumulado provoca un aumento gradual en la temperatura del aire, del agua y de los océanos. A este fenómeno lo llamamos calentamiento global.



Corales al borde del colapso

El impacto del cambio climático sobre los arrecifes es brutal. El aumento del nivel del mar, la acidificación de los océanos, los huracanes más intensos y frecuentes, y las ondas de calor prolongadas han afectado gravemente estos ecosistemas (McField, 2017).

Uno de los síntomas más alarmantes es el blanqueamiento coralino. Al subir la temperatura del agua, los corales expulsan a las zooxantelas. Sin ellas, se vuelven blancos, frágiles, vulnerables (véase figura 3). Con el tiempo, si la situación no mejora, mueren (Hoegh-Guldberg, 1999).

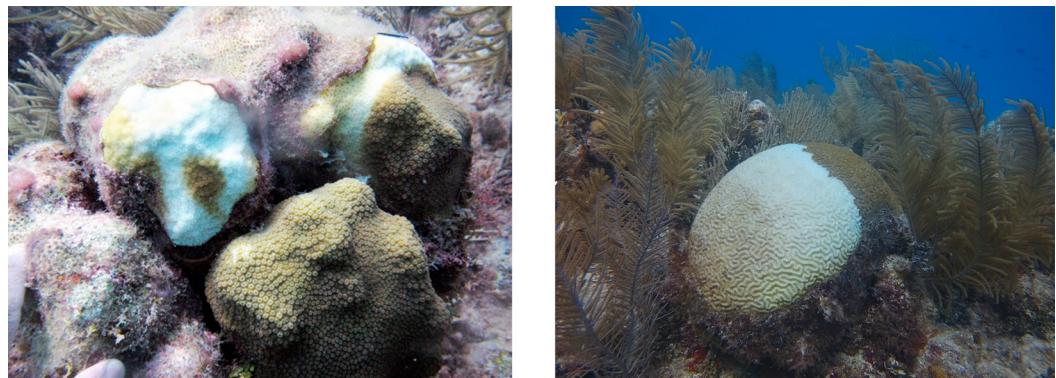


Figura 3. Evidencias de blanqueamiento en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel (izquierda) y en el Parque Nacional Arrecife Alacranes (derecha). Las áreas blancas han perdido su color natural y están muertas.

Crédito: Rodolfo Rioja Nieto y Roberto Hernández Landa.

Figura 4. Proliferación de algas sobre un arrecife. El área verde más intensa en el centro de la imagen muestra el crecimiento algal sobre estructuras coralinas.

Crédito: Erick Barrera Falcón.



Entre 1997 y 2002, la cobertura global de coral duro —los arquitectos del arrecife— cayó alrededor de 30% (Souter et al., 2020). Y aunque hubo una leve recuperación en 2009, desde 2010 la tendencia ha sido de nuevo descendente. Algunos arrecifes, como los de Cayo Arenas en el Golfo de México, aún conservan condiciones saludables, y son clave para estudiar cómo sobrevivir en un océano cambiante.

Pero donde los corales mueren, las algas prosperan. Desde 2011, la cobertura de algas en arrecifes ha crecido del 15.4% al 19.3%. Este cambio desencadena un efecto dominó: esponjas y ascidias colonizan los espacios vacíos, alterando irreversiblemente la dinámica del ecosistema (Norström et al., 2009).

Restaurar lo perdido

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define la mitigación

como “una intervención humana encaminada a reducir las fuentes o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero” (IPCC, 2019). En la práctica, esto implica



desde acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, que busca disminuir las emisiones globales, hasta políticas ambientales concretas como la creación de Áreas Marinas Protegidas. Sin embargo, los esfuerzos actuales todavía no alcanzan la escala necesaria para frenar la degradación de los ecosistemas. Frente a esa insuficiencia, se vuelve indispensable impulsar estrategias de adaptación: medidas que permitan a los sistemas naturales resistir, transformarse y, en algunos casos, sobrevivir.

En el caso de los arrecifes de coral, la conservación requiere tanto acciones preventivas como herramientas tecnológicas para fortalecer su resiliencia. En México, por ejemplo, se han desarrollado modelos tridimensionales de arrecifes que permiten evaluar su capacidad para disipar el impacto del oleaje y proteger las costas de tormentas, cada vez más intensas debido al cambio climático.



Video 1. La UNAM crea proyecto para la conservación de la costa en la Península de Yucatán (UNAM COSTALAB, 2025).

Los arrecifes más saludables y estructuralmente completos son también los más capaces de adaptarse a las perturbaciones. Esa capacidad de respuesta, conocida como *resiliencia ecosistémica*, depende de la conservación de sus formas, especies y procesos naturales. Un arrecife resiliente puede resistir una tormenta, recuperarse de un episodio de blanqueamiento y seguir cumpliendo sus funciones: proteger, alimentar, sostener vida.

Para fortalecer esa resiliencia, diversos especialistas han identificado una serie de acciones clave (Abelson, 2020; Anthony et al., 2020; Bellwood et al., 2019; Fidelman et al., 2019):

1. Identificar las funciones ecológicas más relevantes, aquellas que permiten mantener los principales beneficios del arrecife.
2. Intensificar tanto las medidas de mitigación como las de adaptación al cambio climático.

3. Atender los factores locales que deterioran los arrecifes, como la contaminación y la urbanización costera.
4. Reducir los excesos de nutrientes que favorecen el crecimiento de algas y alteran la composición del ecosistema.
5. Regular la pesca para evitar la sobreexplotación de especies clave.
6. Garantizar que continúen los procesos naturales —como la reproducción, el reclutamiento o la sucesión ecológica— que moldearon históricamente estos sistemas.
7. Apoyar con recursos a las comunidades costeras involucradas en la conservación de arrecifes.
8. Fomentar un turismo sustentable que permita el uso racional de estos ecosistemas.
9. Fortalecer la legislación ambiental y las políticas públicas que los protegen.

El contexto es urgente. Desde la década de 1970, se ha perdido aproximadamente el 50 % de la cobertura global de coral vivo (NASEM, 2019), y actualmente, la mitad de las especies conocidas enfrenta un “elevado riesgo de extinción” debido a presiones locales, regionales y globales (IUCN, 2022).

Frente a esta crisis, ha cobrado fuerza una disciplina que busca no sólo conservar lo que queda, sino también restaurar lo que ya se ha perdido: la restauración ecológica. Se trata de una intervención deliberada en ecosistemas dañados, con el fin de recuperar su biodiversidad y sus procesos naturales. En el caso de los arrecifes de coral, las estrategias incluyen el cultivo de fragmentos de coral en viveros para su posterior trasplante, la instalación de estructuras artificiales que sirvan como sustrato para el asentamiento de larvas, la remoción de especies invasoras y la estabilización de fondos marinos para favorecer el anclaje de nuevos corales.

La investigación en este campo ha propuesto mejoras importantes (Banaszak et al., 2023), como:

1. Aumentar la cantidad de sitios restaurados y la diversidad de especies utilizadas.
2. Incluir una mayor variabilidad genética para reforzar la adaptabilidad de las poblaciones.
3. Optimizar las condiciones ambientales en los sitios seleccionados.
4. Desarrollar tecnologías que permitan escalar estas prácticas a nivel global.
5. Implementar monitoreos constantes para ajustar y perfeccionar los programas.

Sin embargo, a pesar de los avances científicos y tecnológicos, los retos siguen siendo enormes. La restauración de arrecifes no puede reemplazar la protección del ecosistema en su conjunto. Su impacto —aunque valioso— se ve limitado por la necesidad de transformar las condiciones estructurales que los pusieron en riesgo:



el modelo energético, la economía extractiva, la planificación costera sin criterios ecológicos. Es decir, restaurar sin mitigar es como achicar el agua sin cerrar la fuga.



Figura 5. Investigadora del Laboratorio de Análisis Espacial de Zonas Costeras (COSTALAB) de la Facultad de Ciencias de la UNAM (Unidad Sisal, Yucatán) realizando registros fotográficos de especies coralinas en el Parque Nacional Arrecife Alacranes.

Crédito: Roberto Hernández Landa.
Más información en: <https://analisisespacial.pcyt.unam.mx>.

Hoy más que nunca, la investigación científica es crucial. Entender cómo están estructurados los arrecifes, qué especies los integran y cómo funcionan sus dinámicas internas permitirá no sólo conservar lo que sobrevive, sino también guiar los procesos de restauración con mayor precisión (véase figura 5).

Un llamado desde el fondo del mar

Los arrecifes de coral no sólo son bellos: son vitales. Y se están extinguiendo ante nuestros ojos. Este texto no sólo expone los efectos del cambio climático sobre estos ecosistemas, también insiste en la urgencia de actuar: investigar, restaurar, proteger, mitigar. Es ahora o nunca.

Porque con cada coral que desaparece, no sólo se va una especie: perdemos defensas costeras, fuentes de alimento, recursos medicinales y belleza irremplazable. Y quizás, un poco de nosotros también.

Recursos adicionales

- [Coral Reef Alliance \(en español\)](#)
- [Dinámica de los presupuestos de carbonato arrecifal – video](#)
- [Proyecto de la UNAM para la conservación costera en la Península de Yucatán – video](#)
- [Laboratorio de Análisis Espacial de Zonas Costeras \(COSTALAB\), Facultad de Ciencias, UNAM – Unidad Sisal](#)

Referencias

- ❖ Abelson, A. (2019). Are we sacrificing the future of coral reefs on the altar of the “climate change” narrative? *ICES Journal Of Marine Science*, 77(1), 40-45. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsz226>
- ❖ Anthony, K. R. N., Helmstedt, K. J., Bay, L. K., Fidelman, P., Hussey, K. E., Lundgren, P., Mead, D., McLeod, I. M., Mumby, P. J., Newlands, M., Schaffelke, B., Wilson, K. A., y Hardisty, P. E. (2020). Interventions to help coral reefs under global change—A complex decision challenge. *PLoS ONE*, 15(8), e0236399. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236399>

- ❖ Banaszak, A. T., Marhaver, K. L., Miller, M. W., Hartmann, A. C., Albright, R., Hagedorn, M., Harrison, P. L., Latijnhouwers, K. R. W., Quiroz, S. M., Pizarro, V., y Chamberland, V. F. (2023). Applying coral breeding to reef restoration: best practices, knowledge gaps, and priority actions in a rapidly evolving field. *Restoration Ecology*, 31(7). <https://doi.org/10.1111/rec.13913>
- ❖ Bellwood, D. R., Pratchett, M. S., Morrison, T. H., Gurney, G. G., Hughes, T. P., Álvarez-Romero, J. G., Day, J. C., Grantham, R., Grech, A., Hoey, A. S., Jones, G. P., Pandolfi, J. M., Tebbett, S. B., Techera, E., Weeks, R., y Cumming, G. S. (2019). Coral reef conservation in the Anthropocene: Confronting spatial mismatches and prioritizing functions. *Biological Conservation*, 236, 604-615. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.056>
- ❖ Fidelman, P., McGrath, C., Newlands, M., Dobbs, K., Jago, B., y Hussey, K. (2019). Regulatory implications of coral reef restoration and adaptation under a changing climate. *Environmental Science & Policy*, 100, 221-229. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.016>
- ❖ Hoegh-Guldberg, O. (1999). Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine And Freshwater Research*. <https://doi.org/10.1071/mf99078>
- ❖ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2022). Summary for Policymakers. In *Climate Change and Land: IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems* (pp. 1-36). preface, Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.001>
- ❖ International Union for Conservation of Nature (IUCN). (2022). Human activity devastating marine species from mammals to corals - IUCN Red List. <https://www.iucn.org/press-release/202212/human-activity-devastating-marine-species-mammals-corals-iucn-red-list>
- ❖ McField, M. (2017). Impacts of Climate Change on Coral in the Coastal and Marine Environments of Caribbean Small Island Developing States (SIDS). https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a81caf240f0b62305b90d53/6._Coral.pdf
- ❖ National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (NASEM). (2019). *A Research Review of Interventions to Increase the Persistence and Resilience of Coral Reefs*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25279>.
- ❖ Norström, A., Nyström, M., Lokrantz, J., y Folke, C. (2009). Alternative states on coral reefs: beyond coral-macroalgal phase shifts. *Marine Ecology Progress Series*, 376, 295-306. <https://doi.org/10.3354/meps07815>
- ❖ Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D., y Staub, F. (2020). Status of Coral Reefs of the World. <https://gcrmn.net/wp-content/uploads/2023/01>Status-of-Coral-Reefs-of-the-World-2020-Full-Report.pdf>
- ❖ UNAM COSTALAB. (2025, 28 marzo). *UNAM crea proyecto para la conservación de la costa en la Península de Yucatán* UNAM Global [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=95N8b_wsJjU
- ❖ United Nations. (2022). *What is climate change?* | United Nations. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-climate-change>