



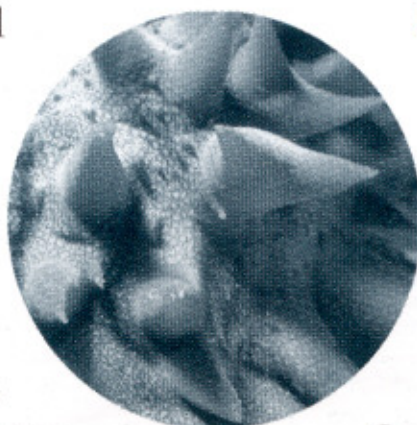
Los corales constructores de arrecifes en el Pacífico mexicano. Una historia de 65 millones de años

*Ramón Andrés López Pérez
Héctor Reyes Bonilla*

Los arrecifes y comunidades coralinas del Pacífico de América tradicionalmente han sido considerados como inexistentes, o de poca importancia. En las décadas de los 70 y los 80 los primeros estudios detallados, conducidos particularmente en América Central y el Golfo de California, mostraron que esta apreciación era errónea, ya que la costa occidental del continente presentaba formaciones que, si bien no estaban tan bien desarrolladas como las que se encuentran en el Caribe o el Indo Pacífico, formaban construcciones arrecifales dignas de consideración.

En México, los primeros estudios sobre corales de la costa occidental datan de 1864, y a lo largo del siglo XX han continuado más o menos ininterrumpidamente, con fuerte incremento en el esfuerzo de la investigación, especialmente en la década de los 90, cuando las instituciones mexicanas tomaron cartas en el asunto y se dieron a la tarea de estudiar diversos aspectos de estos ecosistemas. Gracias al reciente incremento en la cantidad, nivel y variedad de la investigación, el propósito de este trabajo es el de hacer un recuento de

los nuevos descubrimientos sobre la historia de las comunidades arrecifales del Pacífico oriental tropical, para mostrar la importancia que los sucesos tectónicos y macroevolutivos han tenido en su origen y desarrollo. En adición, se mencionarán las características principales de las comunidades actuales en México, y algunas perspectivas de investigación.



La historia de las comunidades coralinas en el Pacífico oriental

Hace 65 millones de años (ma), hacia principios de la era Cenozoica, el panorama que reinaba en la región (oceanográfica y tectónicamente) era muy distinto al actual. A la altura de América Central existía el libre tránsito de agua entre el Pacífico y el Atlántico (Centroamérica aún no surgía para unir América del Norte y América del Sur), y por el movimiento de rotación de la Tierra, el flujo de agua seguía una dirección este-oeste; la mayoría de los organismos presentes en el Pacífico oriental, incluidos los corales, tenían como origen

Ramón Andrés López Pérez realizó estudios de licenciatura en biología marina en la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), y de maestría en ciencias, con especialidad en oceanografía costera, en la Universidad Autónoma de Baja California, unidad Ensenada. Por estos estudios recibió mención honorífica. Actualmente se desempeña como profesor investigador asociado B en el Instituto de Recursos de la Universidad del Mar, en Puerto Ángel, Oaxaca, y realiza estudios en las áreas de ecología, taxonomía y biogeografía de corales pétreos.

Héctor Reyes Bonilla realizó estudios de licenciatura en biología marina en la UABCS, de maestría en el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), y actualmente de doctorado en la Universidad de Miami. Ha llevado a cabo investigación en las áreas de la ecología béntica (especialmente en arrecifes coralinos) desde 1994, y ha publicado más de 40 trabajos sobre el tema.

el Atlántico o eran descendientes directos de especies provenientes de esa región.

Hacia mediados del Paleoceno (~60 ma) y principios del Eoceno (~50 ma), los géneros coralinos proliferaron como una fauna muy diversa y de amplia distribución en el Pacífico oriental, ya que habitaban hasta los 48° N de latitud (a la altura de la frontera Estados Unidos/Canadá). Asimismo, en estas épocas ocurrió un alto endemismo en la región. Se tienen indicios de que durante el Eoceno hubo cierto calentamiento oceánico y atmosférico importante, que incrementó la extensión del cinturón de los trópicos en el planeta y pudo ser el causante del aumento del área de distribución y de la alta diversidad de corales en el occidente de América, pues es bien conocido el hecho de que los climas cálidos permiten y favorecen el desarrollo de las comunidades coralinas.

Esta situación no duró mucho, ya que en el límite Eoceno/Oligoceno (~40-35 ma) ocurrió una extinción global de carácter masivo que eliminó gran número de especies de foraminíferos, bivalvos, gasterópodos y vertebrados, además de que en el Pacífico oriental, cerca del 30% de los géneros coralinos desaparecieron (principalmente los endémicos). Aun cuando se han propuesto varias hipótesis para explicar las causas del evento (descenso del nivel del mar, lluvia de cometas, enfriamiento global, modificación del patrón de circulación superficial oceánica, por mencionar algunas), el escenario de tal extinción es complejo. El resultado final fue que las condiciones oceánicas prevalecientes durante cerca de 28 millones de años se modificaron drásticamente. En general, los cambios ambientales se presentaron en forma de descensos en la temperatura superficial oceánica de varios grados, formación de hielo, por primera vez, en la Antártida (lo cual fue causante de regresiones marinas de entre 30 y 90 metros) y la formación de la psicrófera (masa de agua fría altamente oxigenada

y profunda que cubre todo el fondo oceánico desde esa época). Esos cambios alteraron el patrón de circulación superficial oceánica y la composición de las masas de agua, de donde se originó la circulación termohalina actual.

Durante la primera parte del Mioceno (~22 ma), se incrementó de nuevo la temperatura superficial oceánica, y con ello hubo un ligero aumento en el número de géneros en el Pacífico oriental. Sin embargo, esto no se debió a la producción local de especies (especiación), como ocurrió a finales del Eoceno, sino a la llegada de géneros provenientes del Atlántico, a través del paso que aún existía a la altura de Centroamérica. La comunicación interoceánica se cerró con la formación de Centroamérica hacia finales del Mioceno (~3.5 ma), hecho que

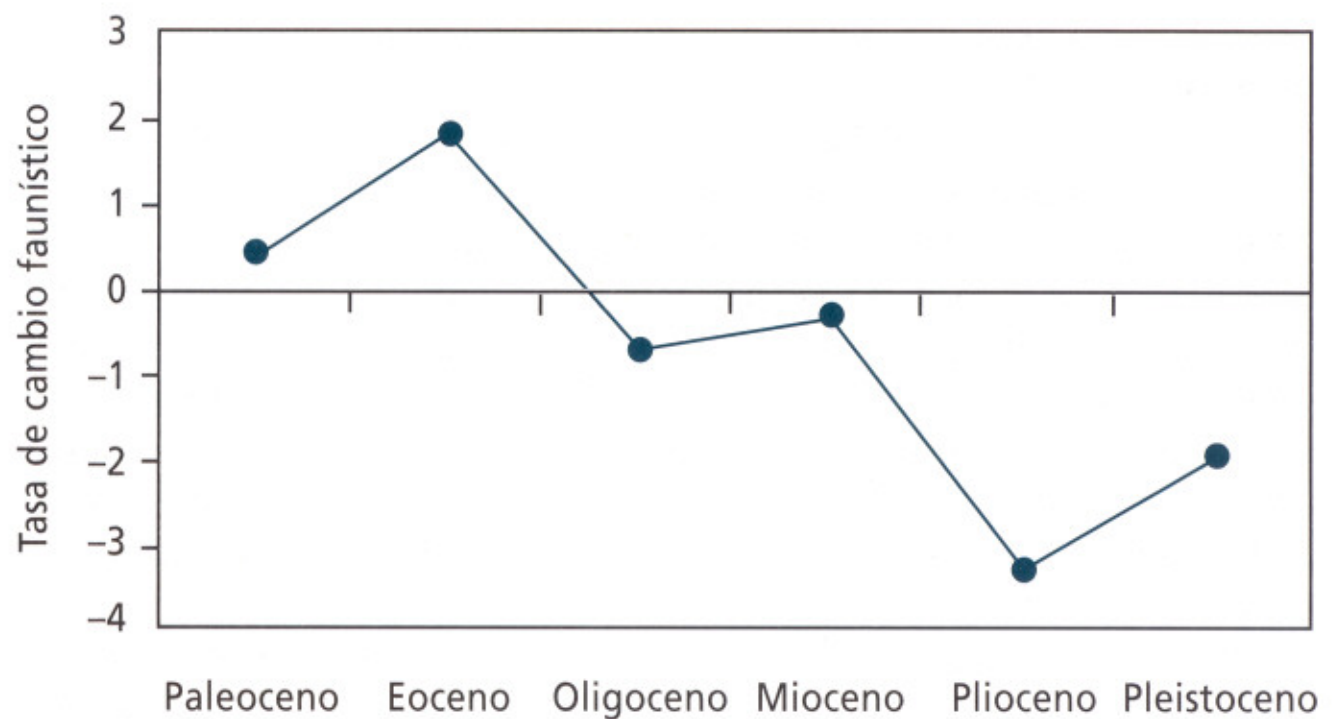
interrumpió el libre flujo de especies de un lado a otro del continente americano, y que además repercutió en las comunidades terrestres, facilitando la migración de especies de Norte a Sur y viceversa; ocasionando la extinción de gran número de vertebrados con características marsupiales en el sur del continente.

Después de este intervalo cálido, la temperatura oceánica ha seguido descendiendo y sufriendo constantes fluctuaciones, lo que culminó con las glaciaciones del Pleistoceno. La circulación se fue modificando gradualmente en los últimos 3.5 millones de años, a la vez que se incrementó la intensidad de las surgencias en la costa del Pacífico americano (causando otra baja en la temperatura regional e incrementos de la turbidez). Además, la capa permanente de hielo en la Antártida siguió su formación, lo que trajo consigo otro descenso del nivel del mar. Adicionalmente, es posible que la aparición de la Oscilación Sureña de El Niño haya quedado definida desde entonces. La consecuencia más importante de los cambios antes mencionados fue que entre

el Mioceno y el Pleistoceno se establecieron las condiciones oceanográficas que desde ese entonces



*En México,
los primeros
estudios sobre
corales de la costa
occidental datan
de 1864*

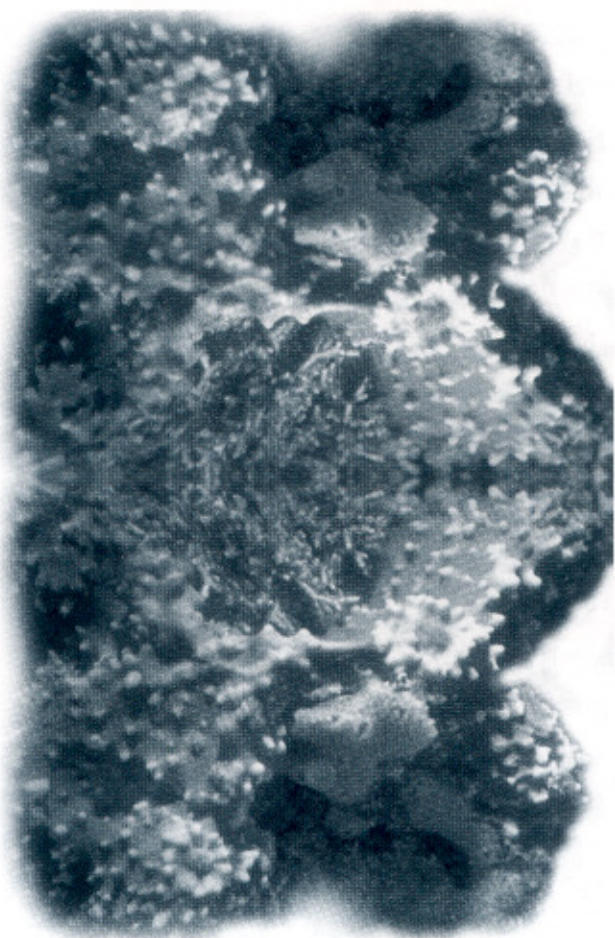


Gráfica 1. Tasa de cambio faunístico de géneros de corales hermatípicos durante los últimos 65 millones de años en el Pacífico oriental tropical. Tasa de cambio faunístico = tasa de originación-tasa de extinción. De manera general, los valores por debajo de la línea indican que la tasa de extinción ha excedido la tasa de originación

y hasta la fecha han desempeñado un papel importante en el asentamiento, la sobrevivencia y el desarrollo de las especies coralinas en el Pacífico oriental.

El cálculo de los niveles de originación y extinción de géneros para el periodo comprendido entre el Paleoceno y el Reciente, han puesto de manifiesto que el fenómeno macroevolutivo más importante para los corales de Pacífico oriental en los últimos 65 ma han sido las extinciones. De hecho, luego del Eoceno, la tasa de extinción ha excedido por mucho a la tasa de originación (Gráfica 1). De acuerdo con los análisis, en la costa oeste de América se han registrado tres periodos de extinción importantes en las transiciones Eoceno/Oligoceno, Mioceno/Plioceno y Plioceno/Pleistoceno, de las que en las últimas dos hemos podido detectar las extinciones más severas de géneros coralinos en la región, tanto desde el punto de vista de su efecto proporcional sobre la fauna, como por la velocidad de su ocurrencia.

Las extinciones coralinas extensivas no sólo han ocurrido en el Pacífico. A fines del Oligoceno, una transformación de este tipo se presentó en el Caribe, tanto por baja de la temperatura superficial oceánica como por incrementos de la turbidez. La sobrevivencia de los corales en dicha zona fue diferencial; aquellos que tienen larvas planctotróficas (las cuales se desarrollan en tiempo corto, son más pequeñas, más abundantes, carecen de reserva alimenticia, se alimentan de plancton en la columna de agua, de donde obtienen las zooxantelas, es decir, son algas simbiotes que habitan el interior de los tejidos coralinos y que ayudan en la depositación de carbonato de calcio) sufrieron más daños, comparativamente con otras especies que presentan larvas lecitotróficas (que son incubadas dentro de las colonias femeninas, toman más tiempo para desarrollarse, salen con una carga de vitelo que les sirve de alimento y heredan las zooxantelas de sus padres). La supervivencia diferencial no se debió en sí al tipo de larva, sino a las características del modo de vida de los corales; los de larva planctotrófica comúnmente no toleran condicio-



nes de aguas frías y turbias, mientras que los de larva lecitotrófica pueden hacerlo.

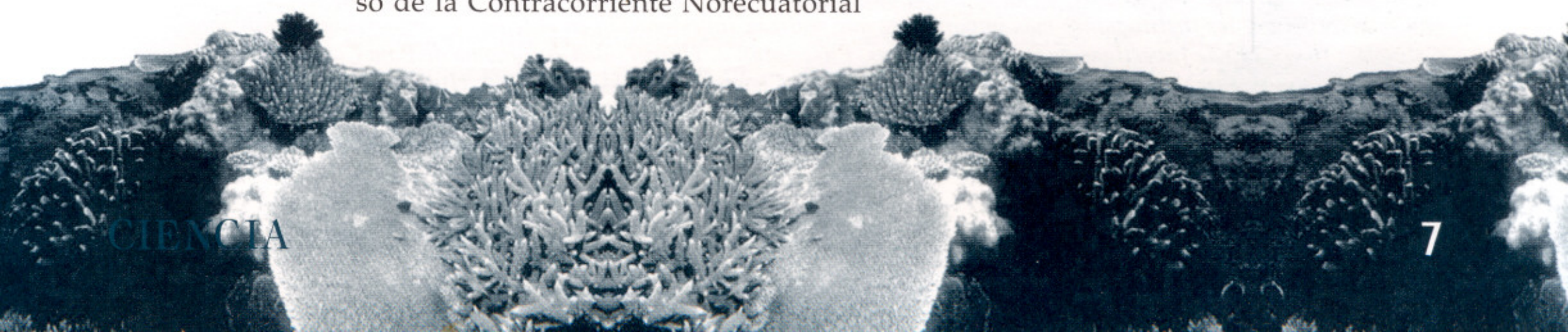
Lo antes descrito cobra importancia en el Pacífico oriental por el hecho de que durante dos de los tres periodos de extinción más importantes (Mioceno/Plioceno y Plioceno/Pleistoceno), la sobrevivencia de los corales también fue selectiva. Las especies de corales con larva planctotrófica fueron eliminadas preferencialmente, y las de larva lecitotrófica permanecieron; de los 32 géneros con larva planctotrófica que habitaron el Pacífico oriental entre el Paleoceno y el Pleistoceno sólo cuatro sobreviven aún, mientras que de los siete géneros con larva lecitotrófica que habitaron la región durante las mismas épocas, sobreviven cuatro.

Es importante resaltar que durante la era Cenozoica ha existido determinada alternancia de condiciones ambientales en el occidente de América, que ha ocasionado aumento o disminución en la riqueza de géneros, aunque la tendencia ha sido hacia el empeoramiento del medio ambiente, y de manera general, ha hecho del Pacífico americano una zona con características poco adecuadas para el asentamiento coralino, excepto para aquellas especies que sobreviven en hábitats extremos. El cierre de América Central aisló al Pacífico este para recibir especies desde el Atlántico, aunque es probable que aún existan descendientes directos de especies de esta región, especialmente en el Golfo de California y el oeste de México. Por otro lado, la baja riqueza de especies abre la posibilidad para la colonización de otras, las cuales en este caso sólo pueden llegar desde el Indo Pacífico, a través del Pacífico central.

Desde los tiempos de Darwin se ha discutido la posibilidad de la migración de especies a lo ancho del Océano Pacífico. La enorme distancia hace pensar que el proceso no puede llevarse a cabo; sin embargo, se han descubierto larvas de gran número de invertebrados y peces transportadas desde el oeste en todo el Pacífico central, y existen registros de varias decenas de especies del Indo Pacífico que también habitan el Pacífico oriental. Es evidente entonces que al menos algunos individuos están siendo transportados como larvas o por objetos flotantes hasta alcanzar las costas de América. Existe cierto consenso al respecto de la ruta normal que siguen los inmigrantes provenientes del Indo Pacífico hacia el oriente. La ruta de colonización usa como medio de transporte la Contracorriente Ecuatorial, utiliza varias islas oceánicas como Cocos (Costa Rica) y Galápagos (Ecuador) como paraderos, y tiene como punto de entrada a las costas del Pacífico americano a Centroamérica (Figura 1a). Y aunque este patrón de colonización no explica la presencia de especies del Indo Pacífico que no habitan las citadas localidades, se han observado en las Islas Revillagigedo, México (18° N, 110° O), en el Atolón Clipper-ton e incluso en las costas del Pacífico mexicano. Por consiguiente, debe de existir una ruta de colonización alterna. Un análisis minucioso de la Contracorriente Norecuatorial



*El cierre
de América Central
aisló al Pacífico este
para recibir especies
coralinas desde
el Atlántico*



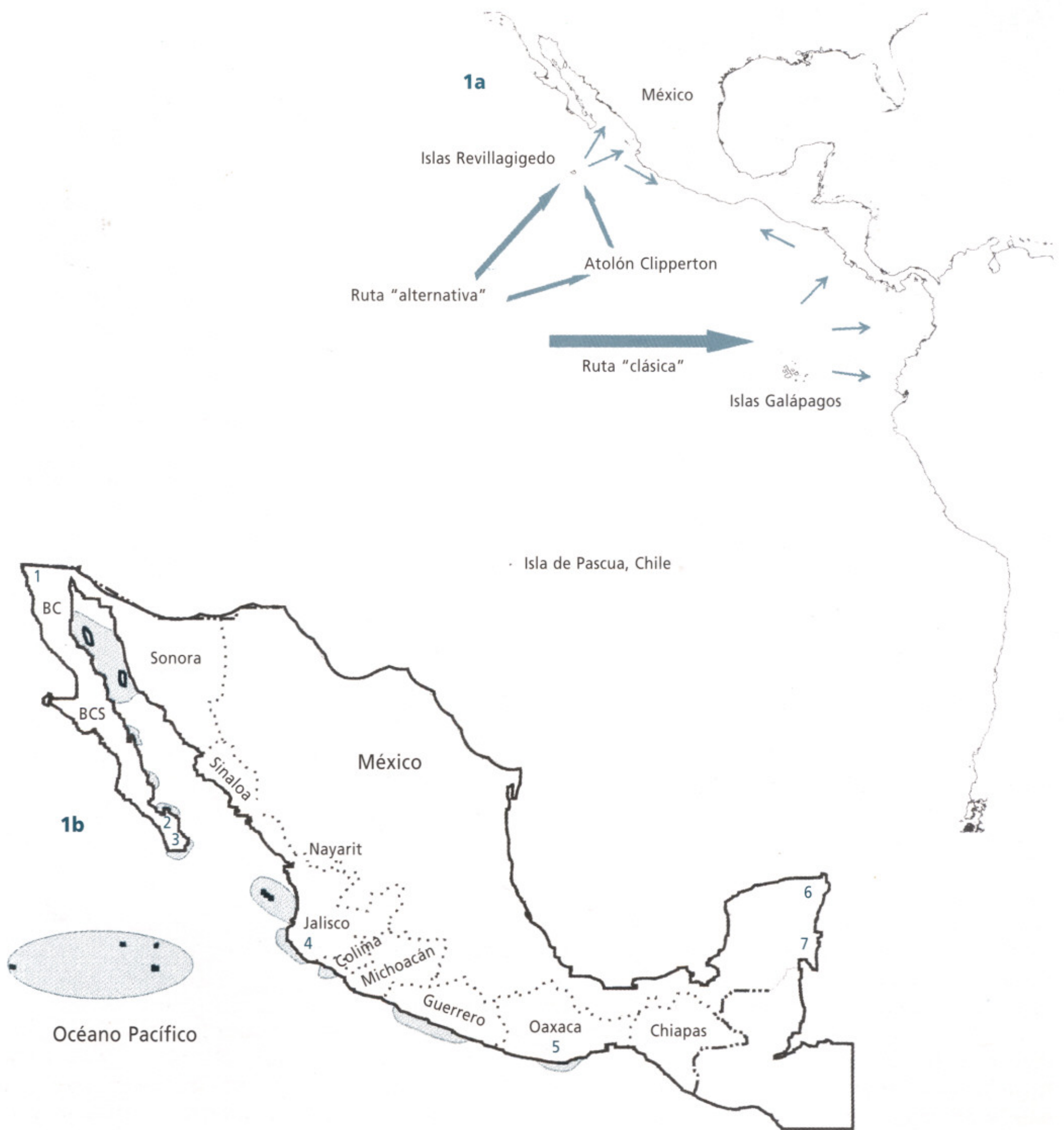
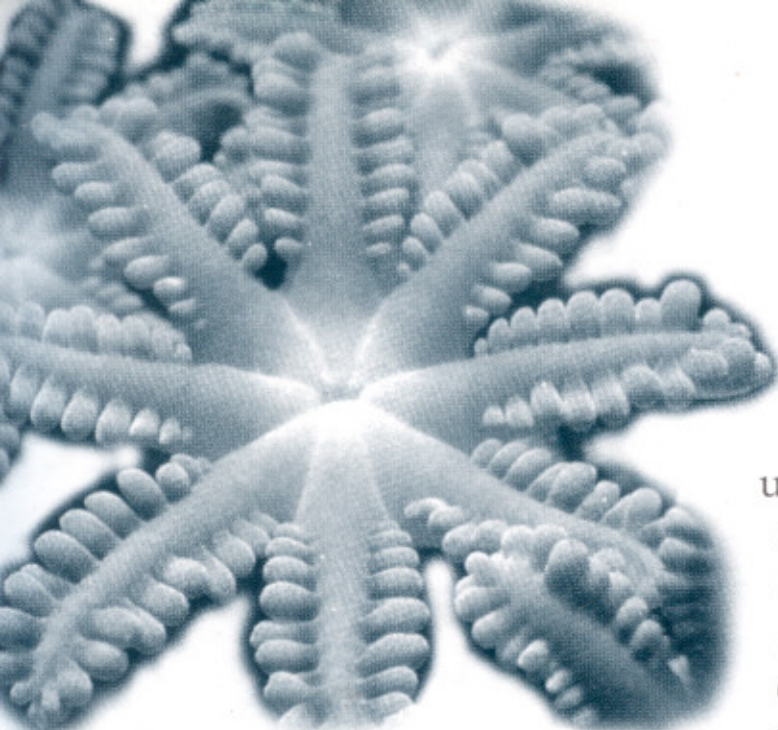


Figura 1a. Distribución de los corales constructores de arrecifes en el Pacífico oriental tropical. Las flechas indican las posibles rutas que han seguido los corales para colonizar la región. Dependiendo de la dimensión de la flecha es la intensidad del flujo de organismos. **b.** Ampliación del Pacífico mexicano donde se muestran las zonas en las que se encuentran las principales construcciones arrecifales y las instituciones más importantes que realizan investigación en el tema. 1. Universidad Autónoma de Baja California (Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Ensenada); 2. Universidad Autónoma de Baja California Sur (La Paz); 3. Instituto Politécnico Nacional (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz); 4. Universidad de Guadalajara (Guadalajara y Puerto Vallarta); 5. Universidad del Mar (Puerto Ángel); 6. Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Puerto Morelos); 7. El Colegio de la Frontera Sur (Chetumal)



indica que durante agosto, cuando esta corriente es más fuerte, una lengua de agua se dirige hacia Centroamérica, y otra alcanza el Atolón Clipperton y posteriormente las Islas

Revillagigedo para luego dirigirse hacia México. Este suceso debe de ser el que ayuda a transportar larvas desde el Indo Pacífico hasta las costas de nuestro país, las cuales, sucesivamente, han sido capaces de avanzar hacia el sur por la costa, hasta llegar a Centroamérica. Adicionalmente, los acontecimientos de El Niño han desempeñado un doble papel en el desarrollo de las comunidades coralinas del occidente de América. Por un lado, en varias regiones del Pacífico oriental, grandes extensiones coralinas han sufrido blanqueamiento por el incremento en la temperatura superficial de varios grados centígrados; mientras que, paradójicamente, la Contracorriente Norecuatorial, al alcanzar mayor velocidad y mayor volumen de agua, transporta mayor número de larvas y, por lo tanto, de especies desde el Indo Pacífico.

Estado actual de las comunidades

El Golfo de California

Este mar interior es, por mucho, el mejor caracterizado en lo que se refiere a los estudios sobre corales del Pacífico mexicano. Los arrecifes son escasos y poco desarrollados; de hecho, sólo puede hablarse de tres formaciones de importancia: Cabo Pulmo (23° N), San Gabriel (24° N) y Bahía Chileno (22° N), todas en el margen oriental de la península de Baja California (Figura 1b). El golfo no es un sitio muy aceptable para el desarrollo coralino, dadas las fuertes fluctuaciones anuales de temperatura que se presentan (más de 10° C), además de que por su alta producción fitoplanctónica, la penetración de la luz es baja. Por eso, las estructuras arrecifales del Mar de Cortés son pequeñas (no mayores a 3 m de elevación sobre el fondo rocoso) y aparecen en aguas someras (entre cero y 6 m, normalmente). Tales formaciones están casi completamente constituidas de especies del género *Po-*

cillopora en aguas someras, y a mayor profundidad se observa un incremento de los géneros *Porites* y *Pavona*.

Aunque los arrecifes sean raros en el golfo, los parches de colonias aisladas son ubicuos en áreas rocosas de la región. En el sur, *Pocillopora* es el género dominante, pero al norte de los 26° N, el género *Porites* es el que destaca. Además de las clásicas comunidades distribuidas cerca de la línea de costa existen otras, características de sitios entre los 20 y 30 m de profundidad, y compuestas principalmente por especies de *Fungia*. Estas asociaciones profundas son muy importantes, ya que elevan la heterogeneidad del fondo, incrementando así la riqueza local de especies; además, sólo se conocen cuatro de su tipo en América: dos en el Golfo de California, una en las Islas Galápagos (Ecuador) y una en Costa Rica.

En el Golfo de California encontramos la comunidad arrecifal mejor conocida del Pacífico mexicano: Cabo Pulmo (Figura 1b). Este sitio, que fue nombrado Parque Marino en 1995, tiene un arrecife medianamente desarrollado (1 a 2 m de espesor y más de 3 km de longitud), y es muy antiguo, pues fósiles coralinos del margen costero arrojaron una edad de 110 mil años. Durante los más de 10 años de estudios, se han caracterizado las tendencias de la distribución local y la abundancia de los peces, equinodermos, moluscos y corales del arrecife. También se conocen los parámetros poblacionales básicos de las especies principales de coral, y se han estimado los efectos que sobre ellas tienen algunos depredadores.

El Archipiélago de Revillagigedo

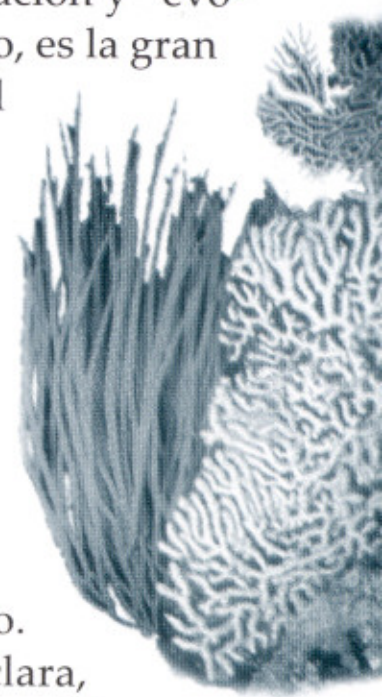
Este grupo de cuatro islas oceánicas (Clarión, Socorro, San Benedicto y Roca Partida) (Figura 1b) se formó por la actividad volcánica de la Zona de Fractura de Clarión, y de hecho constituyen las porciones emergidas de volcanes submarinos. Los primeros estudios indicaron únicamente la presencia de pequeños parches coralinos en las islas y de un arrecife en Clarión, pero en realidad los arrecifes se distribuyen en tres de las cuatro islas (exceptuando Roca Partida), aunque no son extensos (menos de una hectárea cada uno). El número de especies es de 21, el más alto del



*Aunque los arrecifes
sean raros
en el Golfo
de California,
los parches
de colonias aisladas
son ubicuos
en áreas rocosas
de la región*

país (y una de las cifras más altas del Pacífico oriental), y puede ser aún más alto considerando la posible presencia de especies endémicas de las islas quizá originadas por procesos de hibridación y "evolución reticular". Otro punto interesante, ya mencionado, es la gran abundancia de especies colonizadoras provenientes del Indo Pacífico, indicativas de una ruta alternativa de colonización de esta región, complementaria de la "clásica", que indica la llegada de las especies del oeste de América Central y de ahí, en dirección al norte, hasta México (Figura 1a).

Las islas Socorro y Clarión tienen arrecifes de franja situados en sus márgenes occidental y sur, respectivamente, quizá porque en esos puntos los corales encuentran protección contra los frecuentes ciclones y tormentas tropicales que tocan el archipiélago cada año. Los arrecifes de ambas islas presentan una zonación clara, con *Pocillopora* y *Porites* en aguas someras y *Pavona* en sitios de hasta 30 m de profundidad o más. La estructura arrecifal alcanza espesores de más de 3 m, especialmente en áreas de 4 a 7 m de profundidad. Por otro lado, San Benedicto y Roca Partida tienen comunidades de coral pobremente desarrolladas, quizá por lo reciente de su actividad volcánica y la escasez de plataforma para el asentamiento coralino.



El Pacífico tropical mexicano

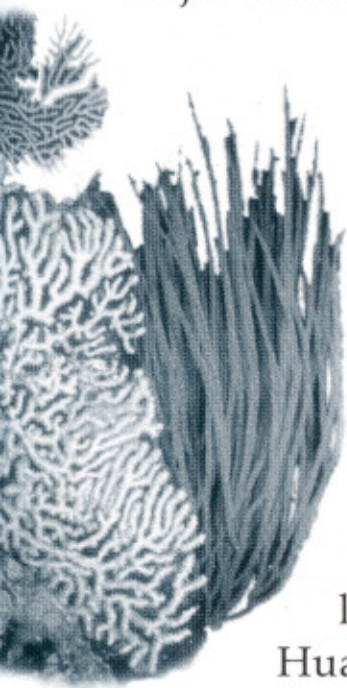
Esta región incluye la zona costera de los 21° N (Nayarit) hasta los 15° N (Golfo de Tehuantepec), y sus arrecifes más importantes están localizados en Nayarit (al norte de Bahía de Banderas) y Oaxaca, entre Puerto Escondido y Huatulco, aunque algunas zonas relevantes existen también en Jalisco (Bahía Tenacatita). Además, numerosos parches coralinos existen en Colima, Guerrero y Michoacán (Figura 1b).

Los atributos biológicos de estos sitios difieren mucho de los de las regiones descritas previamente. Los arrecifes de Oaxaca y Nayarit están bien consolidados y sus estructuras alcanzan en ocasiones más de 5 m de espesor y varias hectáreas en superficie. La cobertura coralina sobre el fondo varía entre 20 y hasta 50%, pero la diversidad de especies es baja; ahí los arrecifes están dominados por *Pocillopora*, con muy escasas colonias de otros géneros.

Aun así, existe una ligera zonación, en la que las especies dominantes se encuentran preferentemente en agua somera, y los demás a más de 6 m de profundidad. Otra característica importante es la presencia de una especie endémica (*Porites baueri*, de las Islas Mariás) y posiblemente de al menos una más, del género *Pocillopora* en Oaxaca. Por otro lado, las Bahías de Huatulco fueron nombradas Parque Nacional en 1998, con base en la importancia de sus comunidades coralinas. Actualmente se



conducen estudios dedicados a analizar la composición de sus faunas y otros aspectos biológicos, por lo que en años futuros conoceremos mejor estos sistemas.

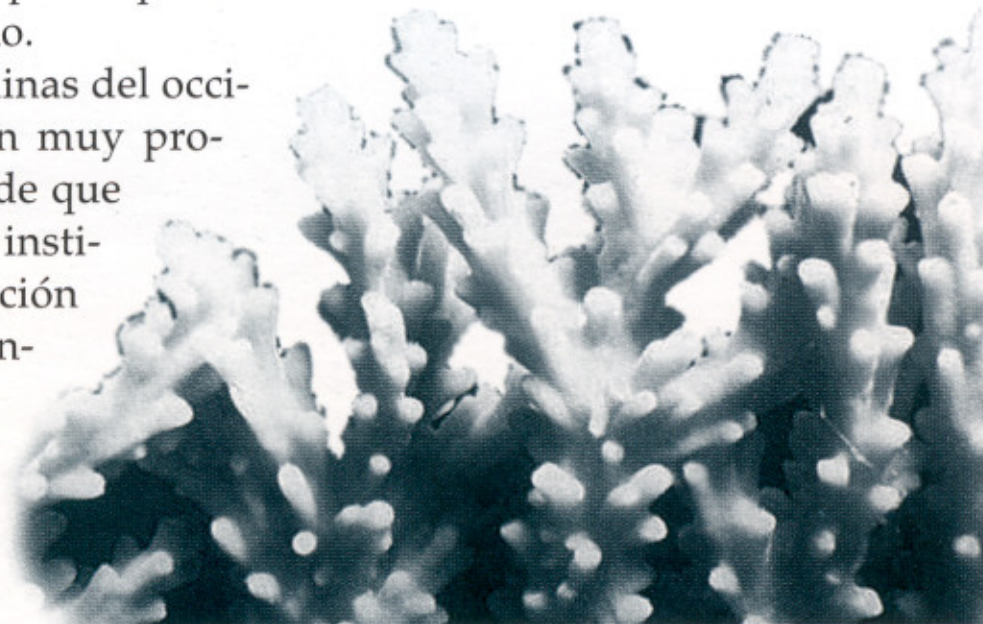


Estado actual de las investigaciones

Los estudios sobre los corales del Pacífico mexicano iniciaron hace más de un siglo. No obstante, apenas en 1960 se publicó un trabajo sobre el tema, escrito por un mexicano, el doctor Alejandro Villalobos. Los siguientes 20 años, la carencia de estudios formales siguió siendo patente, aunque ocasionalmente aparecieran trabajos en reuniones nacionales, casi todos listando las especies de sitios particulares como Cabo Pulmo, Huatulco o las Revillagigedo. Paralelamente, en el Caribe y en el Golfo de México, los estudios alcanzaban ya niveles altos de avance.

La década de 1990 marcó el inicio de la "nueva ola" de investigaciones en el Pacífico, iniciando con la aparición de una revisión de la taxonomía y distribución geográfica de las especies del Golfo de California. En los años siguientes hemos sido testigos de un incremento vertiginoso en el número de publicaciones, instituciones y personal interesado en el tema. Hoy existen varias universidades o institutos de investigación con proyectos relacionados con los arrecifes coralinos del Pacífico: Universidad Autónoma de Baja California (Instituto de Investigaciones Oceanológicas, Ensenada), Universidad Autónoma de Baja California Sur (La Paz), Universidad de Guadalajara (Guadalajara y Puerto Vallarta), Universidad del Mar (Puerto Ángel), Universidad Nacional Autónoma de México (Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, México, DF, Puerto Morelos y Escuela Nacional de Estudios Superiores, Iztacala), Instituto Politécnico Nacional (Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, La Paz), El Colegio de la Frontera Sur (Chetumal), y al menos dos o tres más interesadas o comenzando sus trabajos (Figura 1b). En conjunto, están desarrollando investigación en campos tan disímiles como la biogeografía (ecológica e histórica), la geoquímica, los efectos de El Niño sobre las comunidades coralinas y su fauna asociada, la taxonomía de las especies y hasta la genética del coral y sus algas simbiotas, en busca de pistas que aclaren el origen del fenómeno de blanqueamiento coralino.

Gracias al interés actual en las comunidades coralinas del occidente de México, las perspectivas de desarrollo son muy prometedoras. Además, existe la gran ventaja adicional de que hay un elevado nivel de colaboración entre todas las instituciones citadas, que incluye intercambio de información y de personal, e incluso el desarrollo de proyectos conjuntos. Si la década pasada nos ha dejado ver muchas cosas que desconocíamos sobre nuestros arrecifes, es seguro que la actual será aún mejor, pues capitalizará los esfuerzos de los "pioneros" nacionales en este campo.



Los estudios sobre los corales del Pacífico mexicano iniciaron hace más de un siglo. No obstante, apenas en 1960 se publicó un trabajo sobre el tema, escrito por un mexicano, el doctor Alejandro Villalobos

Bibliografía

- Brusca**, RC, y DA Thomson (1975), "Pulmo reef: The only coral reef in the Gulf of California", *Ciencias Marinas*, 2:37-53.
- Carriquiry**, JD, y H Reyes Bonilla (1997), "Estructura de la comunidad y distribución geográfica de los arrecifes coralinos de Nayarit", *Ciencias Marinas*, 23:227-248.
- Dana**, TF (1975), "Development of contemporary eastern Pacific corals reefs", *Marine Biology*, 33:355-374.
- Edinger**, EN, y MJ Risk (1995), "Preferential survivorship of brooding corals in a regional extinction", *Paleobiology*, 21:200-219.
- Glynn**, PW, y GE Leyte Morales (1997), "Coral reefs of Huatulco, west México: Reef development in upwelling Gulf of Tehuantepec", *Revista de Biología Tropical*, 45:1033-1047.
- Guzmán, HM, y J Cortés (1993), "Arrecifes coralinos del Pacífico oriental tropical: revisión y perspectivas", *Revista de Biología Tropical*, 41:535-557.
- Ketchum** Mejía, J, y H Reyes Bonilla (1997), "Biogeography of the hermatypic corals of the Revillagigedo Archipiélago, México", *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium, Panamá*, 1:471-476.
- Oliver Jr**, WA, y EH Pedder (1994), "Crises in the Devonian history of the rugose corals", *Paleobiology*, 20:178-190.
- Reyes Bonilla**, H (1992), "New records for hermatypic corals (*Anthozoa: Scleractinia*) in the Gulf of California, México, with an historical and biogeographical discussion", *Journal of Natural History*, 26:1163-1175.
- Reyes Bonilla, H (1993), "Biogeografía y ecología de los corales hermatípicos (*Anthozoa: Scleractinia*) del Pacífico de México", en S Salazar-Vallejo y NE González (comps), *Biodiversidad marina y costera de México*, CONABIO/CIQRO, Chetumal, pp 207-222.
- Reyes Bonilla, H (en prensa), "Coral reefs of the Pacific coast of México", en J Cortes (comp), *Coral Reefs of the Latin America*, Amsterdam, Elsevier.
- Reyes-Bonilla, H, y RA López Pérez (1998), "Biogeografía de los corales pétreos (*Scleractinia*) del Pacífico de México", *Ciencias Marinas*, 24:211-224.
- Squires**, DR (1959), "Corals and coral reefs in the Gulf of California", *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 118:370-431.
- Veron**, JEN (1995), *Corals in Space and Time*, Ithaca, Comstock/Cornell, p 321.
- Verrill, AE (1868-1870), "Review of the corals and polyps of the west coast of America", *Transactions Connecticut Academy of Arts and Science*, 1:377-558.
- Villalobos, A (1960), "Notas acerca del aspecto hidrobiológico de la isla", en J Adem, E Cobo, L Blázquez, A Villalobos, E Miranda, T Herrera, B Villa y L Vásquez (comps), *La Isla Socorro, Archipiélago de las Revillagigedo*, Monografía del Instituto de Geofísica, UNAM, 2:154-180. 