

259
diciembre
2022

Directora general:
Carmen Lira Saade
Director fundador:
Carlos Payán Vélver
Director: *Iván Restrepo*
Editora: *Laura Angulo*

 **La Jornada**

ecológica

Las corales ¿tienen futuro?



Números anteriores

Correos electrónicos: ivres381022@gmail.com • estelaguevara84@gmail.com

Presentación

Horacio de la Cueva

Correo-e: cohevolution@gmail.com

Héctor Reyes Bonilla

Correo-e: hreyes@uabcs.mx

En este número de *La Jornada Ecológica* dedicado a los corales y arrecifes de México, nos asomamos a la complejidad de un ecosistema que, a pesar de su belleza e importancia ecológica y económica, sufre severas amenazas que requieren de la colaboración de toda la sociedad para poder enfrentarlas.

Pensar en arrecifes lleva a imaginar paisajes submarinos paradisiacos donde grandes colonias de corales duros son el hogar de multitud de peces de todos los colores y tamaños, y de depredadores escondidos en las partes más oscuras esperando a sus presas.

Esta combinación de belleza y riesgo que ofrecen los arrecifes es una de las razones por las que millones de turistas llegan a nuestro país a visitar el Caribe y el golfo de California. Sin embargo, muchas veces encuentran que estos ecosistemas no siempre están en un estado óptimo.

Están afectados por la sobrepesca, el exceso de sedimentos y los aportes naturales y de materia orgánica en las aguas que arrojamos al mar.

En la última década del siglo pasado hubo una revolución en la comprensión del funcionamiento de los corales duros, entendiendo mejor su papel ecológico en los arrecifes, que va más allá del hecho de construir el hábitat mismo.

Los corales son centros de vida en aguas tropicales oligotróficas, que naturalmente tienen pocos nutrientes, gracias a que albergan microalgas simbiotas llamadas *zooxantelas*, las cuales fotosintetizan y proveen de nutrientes a la colonia de coral, y de manera indirecta sostienen la red trófica completa.

Sin embargo, al mismo tiempo comenzamos a preocuparnos por fenómenos como el blanqueamiento coralino, que implica la muerte de las zooxantelas. Es uno de los resultados del aumento de la temperatura oceánica y está muy ligado al cambio climático global.

En México, tenemos la fortuna de contar con arrecifes coralinos de gran extensión, en aguas someras del Golfo de México, el Caribe y la costa del Pacífico; el lector seguramente está familiarizado con imágenes de la prensa o de la literatura de viajes o divulgación científica donde se muestran las comunidades de los arrecifes de Veracruz, Cozumel o cabo Pulmo.

Estos ecosistemas ofrecen servicios ecosistémicos de enorme valor, comenzando con el turismo y la pesca. Pero además ayudan al reciclamiento de nutrientes, a la captura de carbono de la atmósfera, y su estructura física modifica la oceanografía local, creando barreras que protegen las costas cercanas de los embates de tormentas y huracanes.

Al concentrar nutrientes, energía y hogar para miles de formas de vida, los arrecifes representan un elemento clave para el capital natural de México, por lo que nuestra sociedad debe tener interés en ayudar a mantener la estabilidad de este ecosistema, que en el fondo depende de la capacidad de los corales de mantenerse, reproducirse y crecer.

Las investigadoras e investigadores que colaboran en este número especial de *La Jornada Ecológica* son especialistas con reconocimien-



Una hermosa parte del Sistema Arrecifal del Caribe Mesoamericano, ubicada frente a las costas de Quintana Roo es la reserva de la biosfera banco Chinchorro, el mayor atolón de su tipo en el país, con una extensión de 64 mil hectáreas

Foto y datos:
TuriMexico

En portada:

El coral cuervo de ciervo (Acropora cervicornis), junto con otra especie del mismo género, llamado comunmente cuerno de alce (Acropora palmata), son los elementos estructurales de los arrecifes. Pueden crecer hasta un centímetro por año

to nacional e internacional, y gracias a su interés en difundir su conocimiento podemos asomarnos a través de la ciencia hecha en México a algunos de los problemas locales y globales que amenazan a los arrecifes de coral, sus habitantes naturales y sus usuarios.

Entre los trabajos que podrá disfrutar el lector se incluye la narración de Horacio Pérez-España y Manuel Victoria sobre el presente y futuro del Sistema Arrecifal Veracruzano, un ecosistema que ha soportado las acciones humanas por más de 500 años, y sigue siendo un ejemplo de la enorme resiliencia de estos ecosistemas.

Por otra parte, Bárbara Rojas-Montiel y Georgina Ramírez-Ortiz hacen referencia a los principales servicios ambientales que proveen los arrecifes coralinos. Y Andrea Sáenz-Arroyo hace una reflexión que vincula el uso de estos ecosistemas con la participación humana para mantener su futuro.

Nancy Cabanillas-Terán y Lorenzo Álvarez-Flip nos aler-

tan sobre las enfermedades de los corales y los erizos de mar en el Caribe, reflejando la relevancia de esos eventos desde la óptica de sus consecuencias ambientales y económicas.

Fernando Aranceta-Garza y Jenny Carolina Rodríguez-Villalobos dan a conocer la situación actual de las poblaciones de peces loro que encontramos en ambas costas del país, y discuten la necesidad de proteger y manejar estas especies desde la perspectiva de los recursos naturales.

Finalmente, Stuart Fulton y Noemi Espinosa-Andrade nos demuestran las formas en las que podemos hacer sustentable la pesca en zonas arrecifales por medio de un manejo que involucre a todos los sectores y se lleve a cabo dentro del marco de la gobernanza participativa.

Todos los autores agradecemos a Iván Restrepo, director de *La Jornada Ecológica*, así como a Laura Angulo su editora y a Estela Guevara, su apoyo para este número especial.

Horacio Pérez-España
Universidad Veracruzana
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías
Correo-e: hperez@uv.mx

Manuel Victoria
Universidad Veracruzana
Instituto de Ciencias Marinas y Pesquerías
Correo-e: manuel@doradobuceo.com

Sistema Arrecifal Veracruzano: historia, presente y futuro que le espera

Breve historia. Cuando en 1890 el profesor Angelo Heilprin, geólogo, paleontólogo, naturalista y explorador estadounidense visitó Veracruz se sorprendió al observar que en la mayoría de las construcciones de la ciudad se había utilizado coral como elemento estructural. Aún es posible ver este material en los muros del malecón, en las casas antiguas y en los fuertes.

Su sorpresa se debía a que, de acuerdo con los conocimientos de esa época, no existían arrecifes coralinos en esta parte del Golfo de Méxi-

co. Y no solo existían y proporcionaban materiales para construcción, sino que conforme la ciudad de Veracruz fue creciendo, algunos edificios se construyeron sobre los arrecifes.

Ejemplo de esto son el fuerte de San Juan de Ulúa y el actual puerto de Veracruz, que se ha ido expandiendo y para 2007 había sepultado la mitad del arrecife La Gallega.

Situación actual

El Sistema Arrecifal Veracruzano es un parque nacional (PNSAV) que comprende alre-

Los corales conviven día a día con la ciudad y forman parte de la historia y del presente. La fotografía fue tomada en la calle Zaragoza, a dos cuadras del palacio municipal de Veracruz

dedor de 50 estructuras arrecifales ubicadas frente a los municipios de Veracruz, Boca del Río y Alvarado, en el suroeste del Golfo de México, con una extensión de 65 mil 516 hectáreas.

El sistema mantiene una gran diversidad de especies y de actividades humanas, y el 24 de agosto pasado se cumplieron 30 años del decreto del parque como área natural protegida.

La modificación más reciente fue en noviembre de 2012, cuando se incrementó el área sobre zonas de arena y se desincorporó el arrecife

de Punta Gorda, esto último con el único fin de poder ampliar el puerto de Veracruz.

Desde 2017, el PNSAV cuenta con un plan de manejo que regula actividades como la navegación, la pesca y las actividades recreativas pero, a pesar de ello, debido a que los arrecifes se encuentran bajo la influencia de las operaciones del segundo mayor puerto de altura de México, este parque nacional es sin duda el que recibe mayores impactos de origen humano en todo el país, incluyendo efectos negativos causados por la navegación en sí, la pesca, el turismo y la contaminación derivada del crecimiento de la zona urbana adyacente, y aquella acarreada por los ríos que vierten sus aguas cerca del parque.

A pesar de esta situación, muchos de los arrecifes del PNSAV mantienen una condición relativamente saludable.

El impacto de la navegación puede ser directo por encallamiento de embarcaciones (en los últimos 100 años ha habido más de 100 eventos) o indirecto por la ampliación de las obras portuarias, que como dijimos previamente, se han construido sobre los arrecifes o sus cercanías, o bien ya tienen la autorización para ser desarrolladas.

Tampoco existen estudios en la zona sobre el efecto del ruido y la contaminación provocada por la navegación de más de 2 mil embarcaciones de carga por año. Sin embargo, se sabe que pueden afectar el comportamiento y asentamiento de las larvas y juveniles de corales y otros organismos marinos.

Por otro lado, diariamente se extraen alrededor de dos toneladas de productos ma-





rinos en el PNSAV, utilizando 14 artes de pesca distintos (redes, anzuelos, ganchos etc.). Los estudios han encontrado que varias de las especies se capturan antes de poder reproducirse, lo cual no permite que haya nuevos organismos para que las poblaciones se recuperen.

Al parecer la actividad se ha autorregulado por la disminución en los volúmenes de captura, ya que, al no ser tan rentable, los hijos de los pescadores ya no se dedican a la pesca.

Respecto a las actividades turísticas, el número de visitantes ha aumentado de 88 mil 555 en 2012, a 127 mil 720 en 2018; un incremento del 44 por ciento en solo seis años. Entre éstas se incluyen los recorridos turísticos, así como el buceo autónomo y libre. De no tenerse un mayor control, esta actividad podría crear graves daños ya que los turistas tocan o rompen los corales, contaminan y levantan sedimentos

que caen sobre los organismos que viven en el fondo.

Finalmente, el PNSAV recibe las descargas contaminantes tanto de las aguas negras de la zona conurbada Veracruz-Boca del Río-Medellín, como de los ríos Jamapa, Papaloapan y La Antigua.

Como resultado se han encontrado bacterias coliformes procedentes de las aguas negras, así como contaminantes tales como hidrocarburos y metales pesados.

Además de los contaminantes, los ríos llevan consigo una gran cantidad de sedimentos, los cuales al llegar al mar se depositan sobre los corales y organismos sésiles, creando sombra y eventualmente asfixiándolos.

Todos estos factores han provocado que la condición de los arrecifes del SAV no sea ideal, y ha habido un fuerte decremento en la abundancia de corales de 1960 a los primeros años del presente siglo. La

Foto de Orbicella: Los corales masivos como el de la fotografía son elementos distintivos de los arrecifes de Veracruz, particularmente en las zonas que dan hacia tierra, protegidos de los fuertes vientos del norte. Son uno de los elementos predominantes que un buzo podrá observar durante su inmersión

cobertura coralina disminuyó de casi 40 por ciento en 1970 hasta menos del 20 por ciento en 2010.

Afortunadamente y de acuerdo con datos de los últimos años de monitoreo de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, este decremento se ha detenido e incluso parece haber una recuperación en algunos arrecifes.

Futuro

A pesar de la gran cantidad de actividades que los afectan, los arrecifes del PNSAV han resistido y se han adaptado a las nuevas condiciones. Sin embargo, de persistir las actividades negativas, los datos y las experiencias en

otros lugares nos indican que podría provocarse un cambio, conocido en ecología como *cambio de fase*.

En este nuevo estado, encontraríamos arrecifes dominados por algas y esqueletos de coral pero con pocos peces. Los arrecifes de Veracruz se han caracterizado por soportar una gran cantidad de presiones naturales y humanas, pero no sabemos cuánto más puedan resistir antes de colapsar.

Una mayor información a los habitantes del área conurbada es indispensable, ya que al día de hoy más del 70 por ciento de las personas que habitan la ciudad desconocen la presencia de los arrecifes y su importancia.

Referencias:

<https://aida-americas.org/es/el-arrecife-veracruzano-el-m-s-grande-del-golfo-de-m-xico>
<http://www.buoestudio.com/veracruz-piedra-mucar/>
<https://www.cemda.org.mx/ampliacion-del-puerto-de-veracruz-danaria-irreversiblemente-el-sistema-arrecifal-veracruzano/>

Bárbara Rojas-Montiel
Área de Protección de Flora y Fauna Balandra
Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
Correo-e: barbara.rojas@undp.org

Georgina Ramírez-Ortiz
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología UNAM
Unidad Académica Mazatlán
Correo-e: gramirezortiz@ola.icmyl.unam.mx

Servicios ambientales que prestan los arrecifes de coral en México

Los arrecifes coralinos son reconocidos mundialmente como uno de los ecosistemas marinos de mayor relevancia. ¿En qué radica su importancia? Por una parte, son fundamentales para la biosfera ya que en ellos habita una alta variedad de especies con múltiples funciones ecológicas, como pueden ser la herbivoría o la bioerosión, las cuales son fundamentales para regular distintos procesos como la competencia entre corales y macroalgas, y la fijación de carbonatos.

Los arrecifes son los ecosistemas marinos con el mayor nivel de uso, lo que conlleva una mayor exposición a perturbaciones antropogénicas como la pesca o alguna forma de contaminación.

Dado que los efectos de las perturbaciones en los arrecifes de coral son muy variados, su impacto es difícil de describir y cuantificar. Por eso resulta necesario comprender con una perspectiva más amplia todos los beneficios que estos ecosistemas nos aportan para evaluar las consecuencias de su degradación y así promover las acciones idóneas para su conservación.

Los beneficios que la sociedad obtiene de los ecosistemas son conocidos como servicios ambientales. Estos se clasifican en cuatro categorías:

- ▼ Servicios de apoyo (aquellos necesarios para el funcionamiento del ecosistema y que no son utilizados directamente por la sociedad, como el reciclamiento natural de nutrientes que llevan a cabo los microorganismos).
- ▼ Servicios de regulación (aquellos servicios que promueven la capacidad

de los ecosistemas para modular fenómenos tales como el clima extremo).

- ▼ Servicios de abastecimiento (productos que las personas obtenemos directamente de los ecosistemas, como alimento o materias primas).

- ▼ Servicios culturales (beneficios no materiales como la inspiración estética, la identidad cultural y la recreación).

Los arrecifes coralinos nos brindan servicios ambientales de apoyo y de regulación, tal como la fijación de carbonato de calcio (CaCO_3) en los esqueletos y conchas de corales, moluscos, poliquetos y otros organismos que habitan estos ecosistemas. Esta fijación contribuye al secuestro de carbono de la atmósfera mitigando el cambio climático.

Se estima que el carbono que entra a los arrecifes en forma de carbonato a través del proceso de crecimiento coralino es de 1.5 kg $\text{CaCO}_3/\text{m}^2/\text{año}$, lo que equivale a 70 a 90 millones de toneladas de carbono retirado de la atmósfera anualmente gracias a estos ecosistemas.

No obstante, este servicio ambiental se ve amenazado por la pérdida mundial de cobertura coralina que han sufrido los arrecifes en los últimos años. Esta pérdida implica menores tasas de crecimiento arrecifal y con ello menores cantidades de carbono secuestradas.

Los arrecifes coralinos también nos brindan servicios ambientales de abastecimiento y culturales. Abastecen a la pesca artesanal con sus capturas; esta es una de las actividades económicas más importantes en arrecifes en todo el plane-



Típico paisaje de arrecife coralino en el Pacífico mexicano

Foto: Georgina Ramírez-Ortiz

ta, debido a que en estos ecosistemas habitan varias especies de alto valor comercial como meros, pargos, cabrillas y langostas, las cuales se capturaban por las poblaciones humanas costeras para su subsistencia y comercialización.

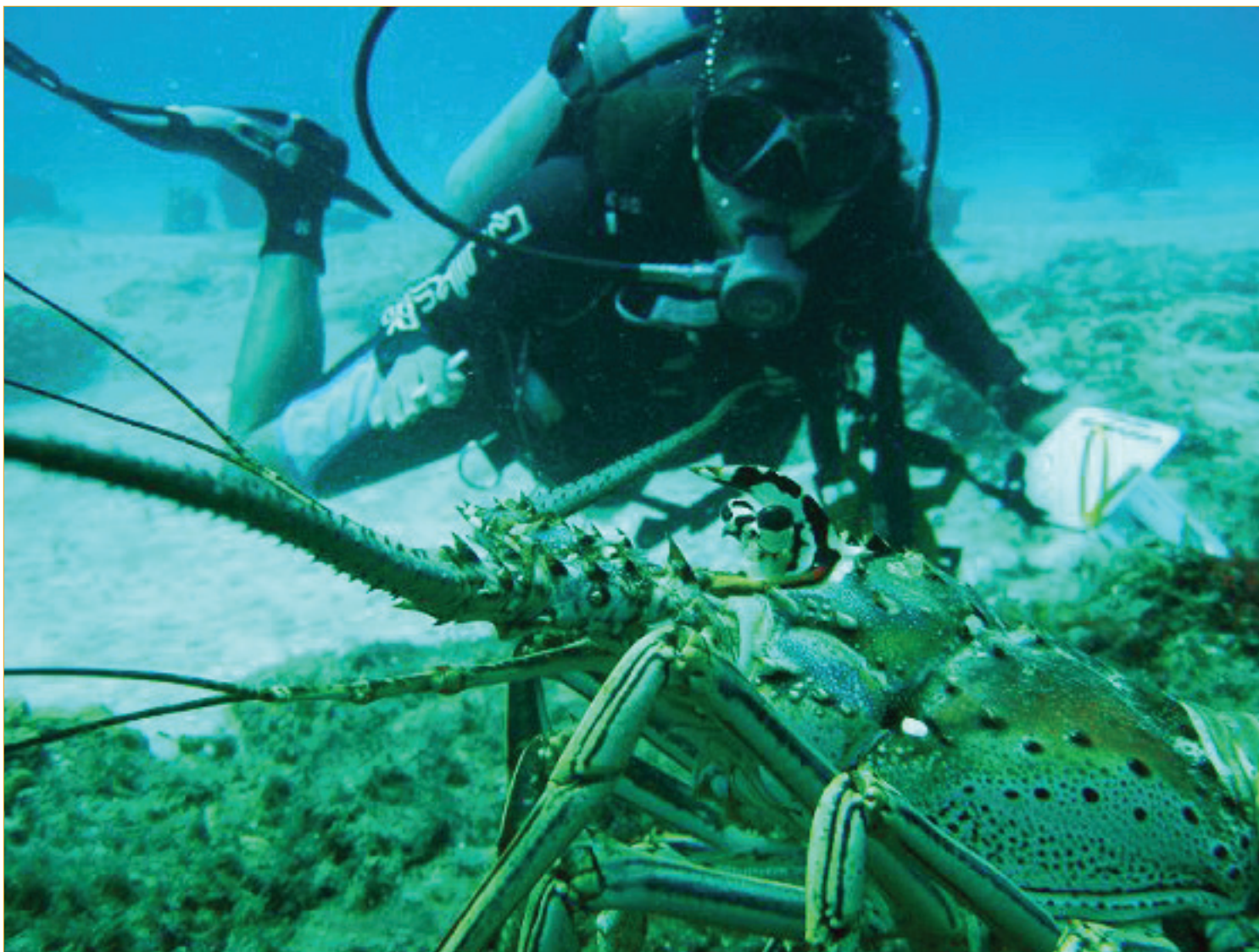
Esta pesca se ha dado por generaciones pero, desafortunadamente, el valor que representan estos recursos ha llevado a que se presenten casos de sobreexplotación en el Caribe mexicano de especies como los pepinos de mar, el caracol rosado y los peces loro.

Los arrecifes coralinos constituyen un atractivo turístico clave para el país. Millones de turistas vienen al país buscando apreciar la belleza de los paisajes submarinos y la gran biodiversidad que albergan los arrecifes. Desde esa perspectiva, el turismo puede ser considerado un servi-

cio cultural, pero también de abastecimiento debido a que las actividades recreativas como *snorkel*, buceo o pesca deportiva, generan el sostén económico de los prestadores de servicio y de muchos otros residentes locales.

Las actividades de buceo y *snorkel* generan ingresos de 725 millones de dólares al año en nuestro país, siendo el Caribe mexicano y el golfo de California los sitios favoritos para realizar dichas actividades.

Un buen ejemplo del aprovechamiento adecuado del potencial económico del uso racional de los servicios ambientales se observa en el arrecife de Cabo Pulmo, en Baja California Sur. En esa zona, hace 30 años los pescadores cambiaron su modo de vida. En vez de capturar organismos, comenzaron a prestar servicios turísticos de bajo impac-



En los arrecifes coralinos del Caribe mexicano se pueden encontrar importantes recursos pesqueros como la langosta

Foto: Luis Hernández

Los arrecifes coralinos del Parque Nacional Cabo Pulmo son populares para realizar actividades recreativas como el snorkel y el buceo autónomo

Foto: Gustavo Danemann

to que a la larga han sido muy redituables económicamente.

El arrecife actualmente forma parte de un parque nacional, el cual surgió como parte de una iniciativa para conservar el arrecife coralino y la biodiversidad que alberga. La iniciativa fue impulsada por los residentes locales, la academia y las organizaciones de la sociedad civil, y posteriormente impulsada legalmente por la Conanp con un decreto de protección publicado en 1995.

Como resultado del cambio en la forma como las personas emplean los servicios ambientales, la diversidad de peces en el arrecife de Cabo Pulmo ha aumentado notablemente gracias a de la protección y el cese a la pesca.

El resultado de esta decisión es que el Parque Nacional Cabo Pulmo se considera

uno de los principales éxitos de la conservación marina en el mundo, ya que su excelente estado de conservación atrae un gran número de turistas que buscan la experiencia de sumergirse y verse rodeados de una gran cantidad de peces, y el ecosistema no solo mantiene su funcionamiento, sino que aporta pesca a sitios aledaños, gracias a la "derrama" de peces desde el área protegida.

Los servicios ambientales que proveen los arrecifes coralinos en México y en el mundo van más allá de lo ecológico, por lo que es importante conocerlos y aprovecharlos de manera sostenible en aras de que las generaciones presentes y futuras podamos seguir aprovechando los beneficios que estos ecosistemas nos brindan.

Más información:

Atlas de buceo, poster de dataMares

https://datamares.org/preview/dp_buceo/?lang=es

Arrecifes de coral, servicios ecosistémicos y cambio climático, La Jornada Ecológica n° 199 (mayo-junio 2015) <https://www.jornada.com.mx/2015/06/01/eco-d.html>

Feature Friday: Georgina Ramírez Ortiz, Reefbites <https://reefbites.com/2021/05/14/feature-friday-georgina-ramirez-ortiz/>



Evolución del sistema socioambiental arrecifal de Quintana Roo

Andrea Sáenz-Arroyo

Departamento de Conservación de la Biodiversidad
El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur)
Centro de Ciencias de la Complejidad (UNAM)

Correo-e: msaenz@ecosur.mx

Cuando hablamos de evolución, nos referimos a procesos asociados a la naturaleza con poca conexión a la vida humana. Esta división en la que nosotros no somos afectados o no afectamos a los procesos evolutivos es, además de artificial, limitante para comprender como podemos integrarnos mejor a los procesos ecológicos que requerimos en gran medida para sostener nuestras actividades económicas. Podemos y debemos ampliar el concepto de evolución.

Frustrados, vemos como paisajes que fueron alguna vez icónicos y en los que se fundaron grandes economías van desapareciendo a una velocidad más rápida de la que logramos comprender.

Comparto algunos conceptos de la economía ecológica y de las ciencias de la complejidad que nos permitirían entender mejor qué está en nuestras manos para transformarnos en una sociedad capaz de conservar y restaurar los arrecifes de coral del Caribe mexicano.

De estos arrecifes dependen sectores de la sociedad, no solo para llevar a cabo sus actividades económicas como el buceo y la pesca, sino para prevenir desastres como puede ser el efecto de las tormentas y huracanes que causan erosión costera.

Se calcula que la estructura tridimensional de los grandes arrecifes de coral del Caribe, originada por la presencia de especies como los corales cuernos de alce y cuernos de ciervo, puede disipar hasta el 90 por ciento de la energía de una tormenta.

Desde hace más de dos décadas, un par de pioneros de



la adaptación del concepto de resiliencia a los sistemas naturales, el botánico Lance Gunderson y el ecólogo y economista ecológico Buzz Holing, plantearon la idea de que los sistemas en todas las escalas, desde una parcela pequeña de bosque hasta el propio planeta, se encuentran en constante evolución que varía entre estadios maduros donde todo se encuentra conectado y la energía es aprovechada de manera muy eficiente, a estadios caóticos en los que se pierden por selección natural aquellas formas de vida que hacen perder eficiencia al sistema que las aloja.

En un sistema natural, esta eliminación incluye especies y genes sin las adaptaciones

Programa de Restauración de Arrecifes Cozumel

Foto: Oceanus, AC

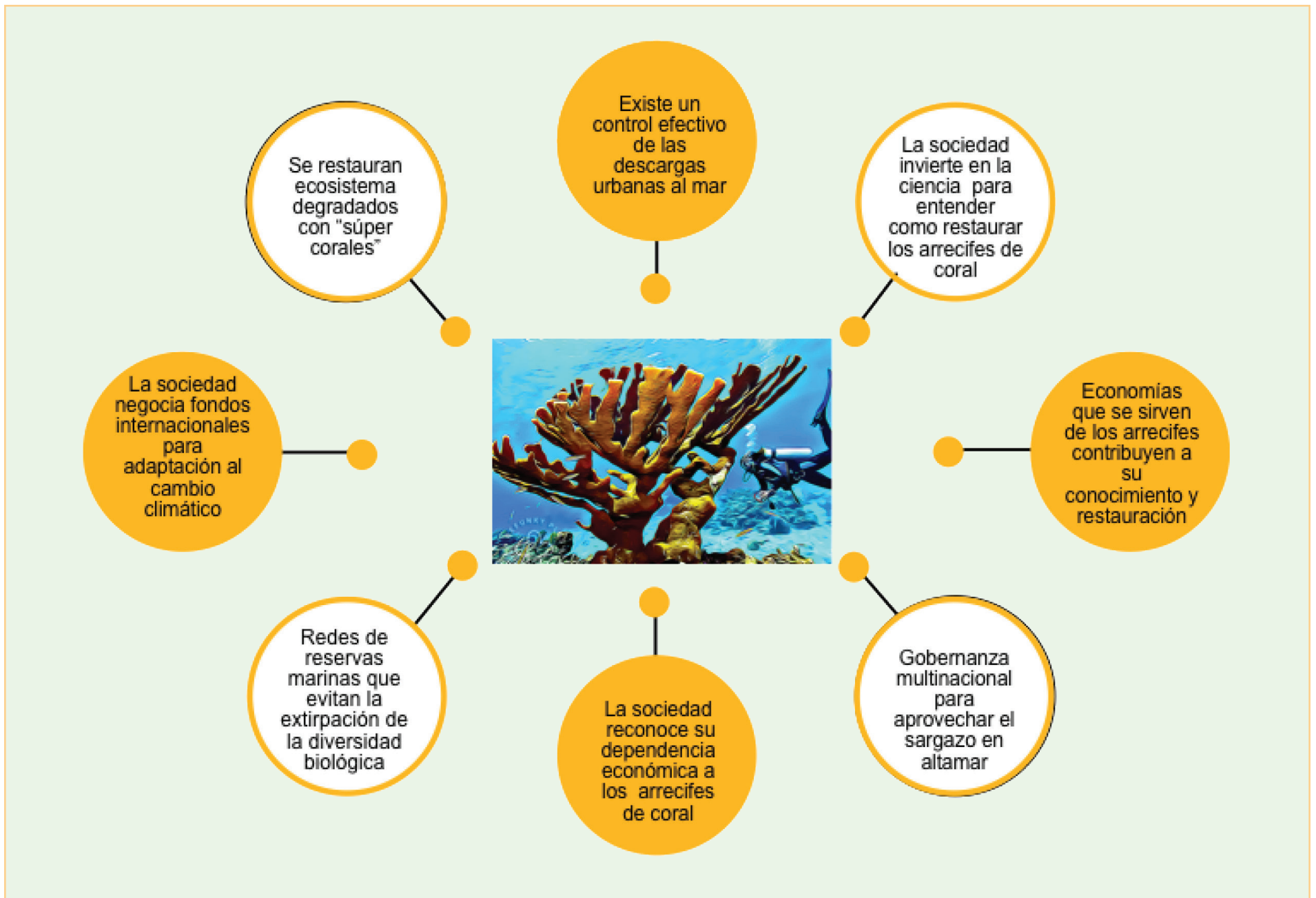
o mutaciones necesarias para perdurar en la nueva fase en la cual se está reorganizando el sistema, mientras que cuando se piensa en el sistema socioambiental, se toman en cuenta las formas de vida humana que se relacionan de una manera deletérea con el sistema, en el peor caso, empujándolo incluso a desaparecer.

Los arrecifes de coral de todo el mundo están sujetos a presiones locales, regionales y globales que nos hacen dudar si estos ecosistemas podrán llegar con buena salud a la segunda mitad del siglo XXI.

Esta circunstancia nos fuerza a pensar de manera sistémica ¿cuáles son las acciones, políticas públicas y prácticas económicas que pueden favo-

recer a que estos ecosistemas continúen como parte del territorio y paisaje? Enumero algunas de ellas:

- ▼ Comprender si existen en el Caribe mexicano lo que se ha llamado "supercorales", o linajes que cuentan con características genéticas y epigenéticas que los hacen resistentes a las nuevas condiciones creadas por el cambio climático o por el exceso de nutrientes en el mar, y promover la restauración de los arrecifes con estos linajes.
- ▼ Implementar una política pública efectiva que regule las descargas de los centros urbanos en el mar por el mal manejo de aguas residuales.



- ▼ Comprometer a las empresas que se benefician de los arrecifes de coral con recursos económicos para restauración y desarrollo de la ciencia.
- ▼ Tener una campaña permanente de información sobre la dependencia de la sociedad hacia estos ecosistemas y su estado de conservación.
- ▼ Promover el diseño de políticas públicas que impulsen la colecta y aprovecha-

miento del sargazo en mar abierto y que impidan que lleguen a las playas.

- ▼ Demandar recursos a la comunidad internacional para implementar estrategias de adaptación al cambio climático.
- ▼ Una muy bien diseñada, consensuada y bien financiada red de reservas marinas que aseguren la continuidad evolutiva de las formas de vida que caracterizan a los paisajes arre-

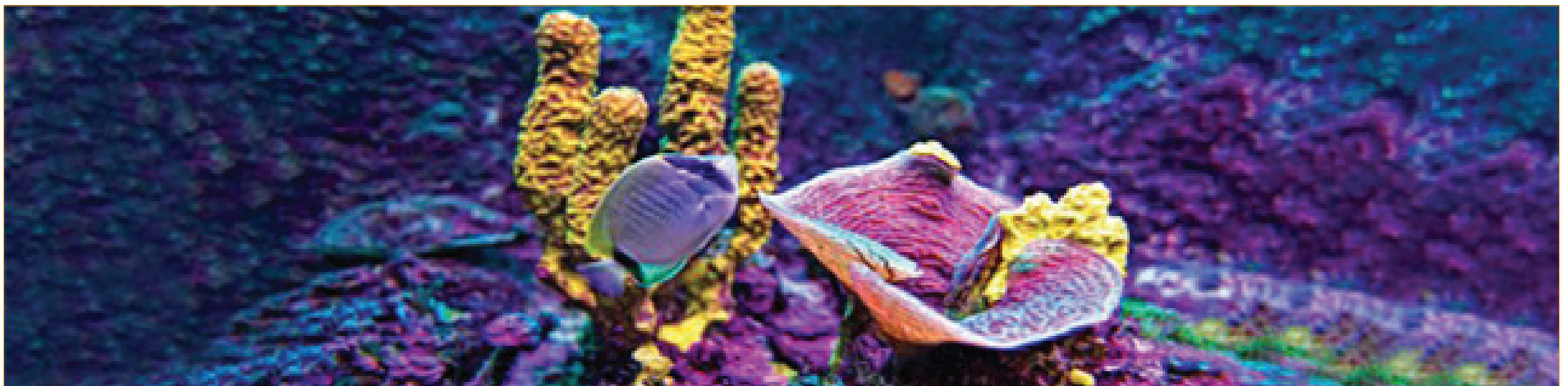
Esquema de la evolución óptima del socioecosistema arrecifal caribeño

cifales, y prevengan la extirpación de especies reguladoras del ecosistema y altamente vulnerables como los meros, las chernas y los peces loro.

En las ciencias de la complejidad entendemos el caos como una señal de que un nuevo orden está por llegar. El estado de degradación de los arrecifes de coral de Quintana Roo revelan dos posibles escenarios para el futuro: 1) un sistema socioambiental domi-

nado por estructuras rocosas cubiertos de cuantiosas algas y muy baja cobertura de corales incrustantes, con una sociedad apática que no toma acción para preservarlos y restaurarlo o 2) un socioecosistema en restauración con una sociedad ocupada en continuar coexistiendo con los arrecifes que impulsaron su propio esplendor.

La pelota pues, como se diría en el argot futbolero, está en nuestra cancha.



Nancy Cabanillas-Terán
El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal
Correo-e: ncabanillas@ecosur.mx

Lorenzo Álvarez-Flip
Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM
Unidad Académica de Sistemas Arrecifales-Puerto
Morelos
Correo-e: lorenzo@cmarl.unam.mx

Enfermedades de los arrecifes de coral reducen aun más sus poblaciones

Los arrecifes de coral son ecosistemas oceánicos de valores ecológicos y económicos inigualables e insuperables. Tan sólo en el Caribe mexicano se estima que sostienen una economía de 9 mil 500 millones de dólares anualmente por los bienes y servicios que proveen como recursos pesqueros, arena blanca en las playas y la protección natural de la infraestructura costera contra tormentas y huracanes.

La permanencia de los arrecifes está en peligro debido a las crecientes presiones ambientales del cambio climático, la contaminación del agua marina por aguas negras y el enriquecimiento de nutrientes. A estas causas se suman las enfermedades, y al igual que a las sociedades humanas, pueden afectar a un alto porcentaje de los individuos de las poblaciones marinas.

La frecuencia y la intensidad de los brotes de enfermedades en corales han aumentado, y estos brotes se asocian con eventos de mortalidad masiva en corales que pueden reducir rápida y drásticamente las poblaciones.

Los arrecifes de coral del Caribe ofrecen algunos de ejemplos de este tipo de eventos catastróficos, pues históricamente las enfermedades han provocado cambios devastadores en la estructura, el funcionamiento y la capacidad de los arrecifes para proporcionar servicios ecosistémicos.

¿Qué les está pasando a los corales?

La enfermedad conocida como el síndrome blanco o enfermedad de pérdida de tejido en corales duros pue-

de matar cientos de colonias de coral en unos pocos días. Su capacidad de dispersarse en la columna de agua la hace altamente contagiosa, y la mortalidad que causa fue detectada por primera vez en Florida en 2014.

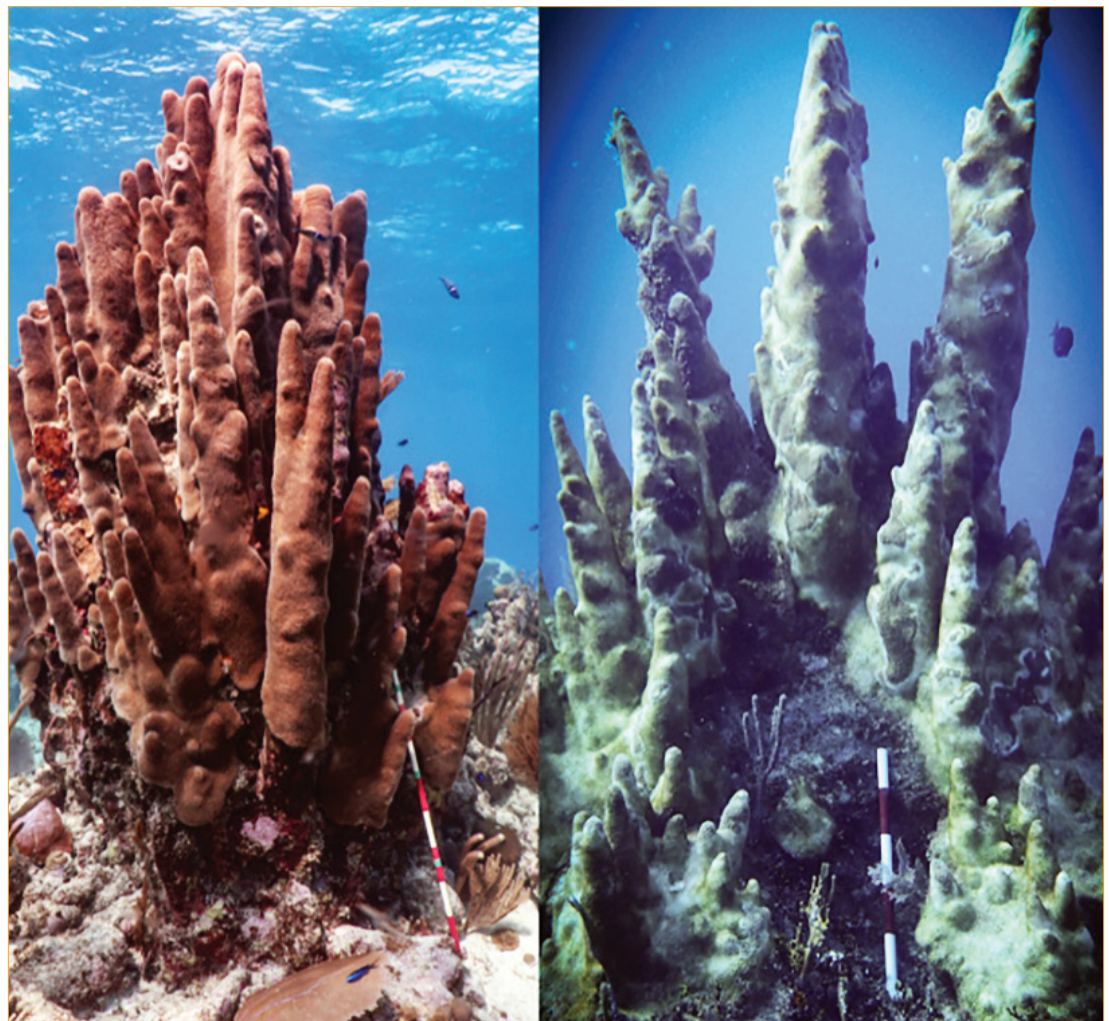
El evento se propagó por el Caribe y cuatro años después llegó a México, donde ha tenido efectos catastróficos, produciendo la muerte de entre el 20 y 30 por ciento de las colonias de coral en la región, ya que afecta a casi 30 diferentes especies de coral.

Una de las especies más afectadas es el "coral pilar", que se caracteriza por formar estructuras que alcanzan varios metros de altura, las cuales asemejan catedrales submarinas. Estos organismos tardan siglos en crecer, pero desafortunadamente cuando son invadidos por la enfermedad de pérdida de tejido, mueren en pocas semanas.

Se estima que el 90 por ciento de la población de la especie se ha perdido en las zonas afectadas. En México y Florida ya se considera al coral en peligro de extinción local.

¿Qué le está pasando al erizo *Diadema antillarum*?

Hace 40 años, el erizo de mar de púas largas (*Diadema antillarum*) sufrió una mortandad masiva causada por un agente patógeno desconocido que eliminó más del 90 por ciento de la población a lo largo del Caribe, Florida y las Bermudas. Los erizos de mar "podan" el arrecife del exceso de macroalgas, por lo que la mortandad masiva del erizo causó grandes cambios al paisaje arrecifal, pasando de sitios cubiertos por corales a



Coral pilar (Dendrogyra cylindrus), la especie más afectada por el síndrome blanco. A la derecha una colonia sana en banco Chinchorro, a la izquierda una colonia afectada por la enfermedad en la reserva de la biosfera de Sian Ka'an

sitios cada vez con más algas, y esta condición permanece aún en la actualidad, aunque las poblaciones de erizos han llegado a recuperarse en ciertas zonas.

Recientemente, y en un contexto de rápido cambio y crecientes presiones, el Mar Caribe vuelve a ser sujeto del surgimiento de dos enfermedades que vuelven a poner en riesgo a los habitantes del arrecife y en general la estabilidad ecológica de estos sistemas.

En febrero de 2022 se registró otro evento de mortandad de *Diadema* en la isla St. Thomas, en el Caribe oriental. El evento aún está en proceso y no se tienen cifras exactas de la intensidad del daño, aunque se tienen múltiples regis-

tros y continúan los monitoreos. Tampoco se tiene una idea clara del patógeno que causa este fenómeno.

Cuando los erizos se ven afectados, dejan de adherirse al sustrato, y sus púas no permanecen verticales, sino que se aplanan sobre el fondo. El proceso de deterioro es muy rápido: el erizo exhibe movimientos extraños cuando está moribundo, sus púas se llenan de sedimento, parece desorientado y se mueve con el vaivén de la corriente, al final pierde sus púas y queda expuesto a depredadores, por lo que se pierde su papel ecológico de ser el invertebrado herbívoro por excelencia en los arrecifes del Mar Caribe.



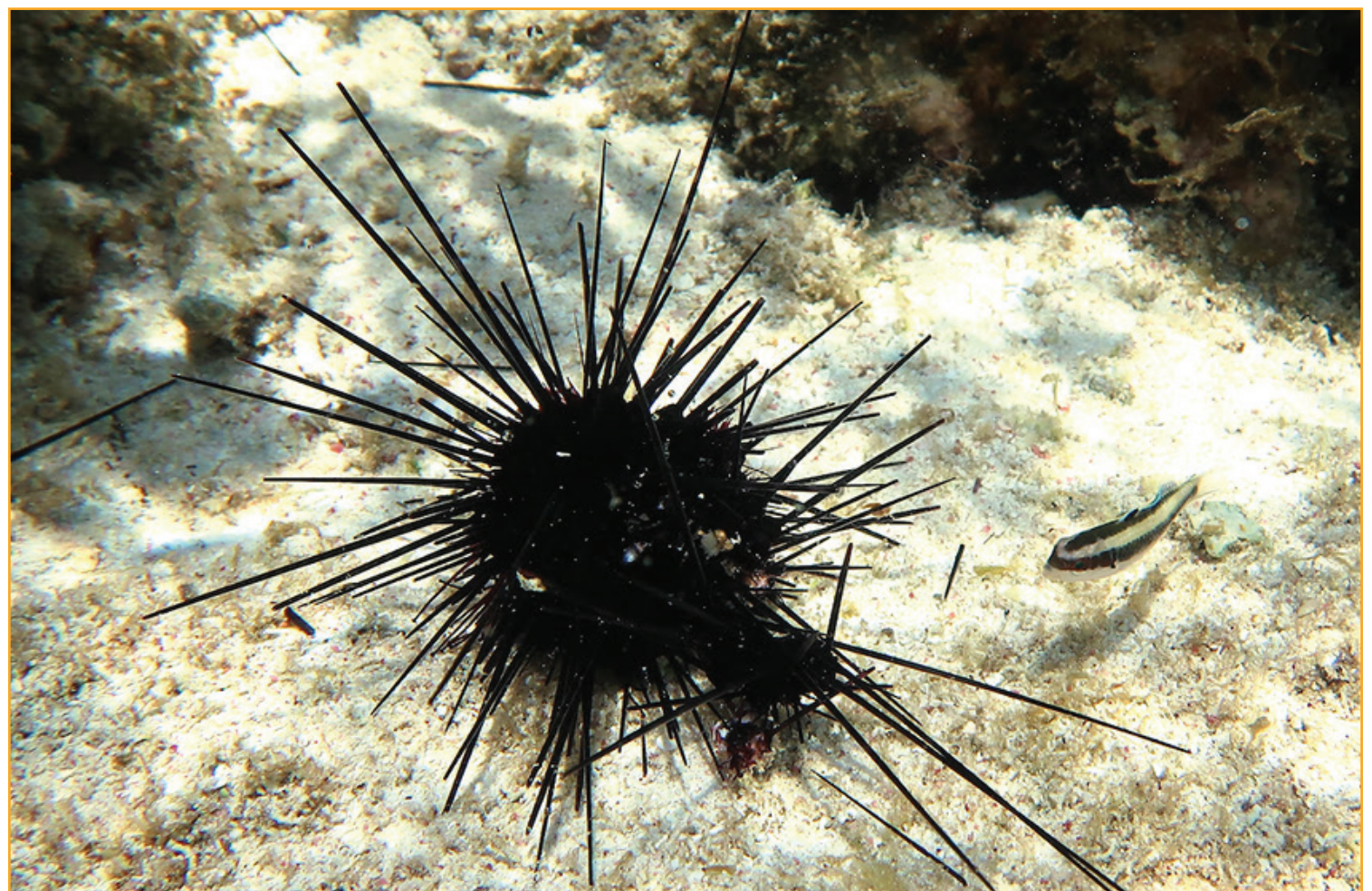
Erizos D. antillarum sanos en la laguna arrecifal de Xahuyaxol, sur de Quintana Roo

Los retos en un Caribe decadente

Como resultado de estos brotes de enfermedades, diversos grupos en México y otros países trabajan conjuntamente para identificar cuáles son los microorganismos que las causan y encontrar alguna solución. Las redes de trabajo involucran gobiernos, organizaciones de la sociedad civil y académicos.

Se ha sugerido que el rápido avance de estas enfermedades se debe a la mala calidad del agua marina, resultante de actividades humanas como el pobre tratamiento de aguas residuales y la destrucción de hábitats causada por el acelerado desarrollo costero y por las mareas marrones, producto de la descomposición del sargazo, que afecta las costas del Caribe mexicano desde hace algunos años.

La mortalidad masiva de organismos arrecifales en el Caribe mexicano no solo representa una pérdida desde el punto de vista ecológico, sino puede tener serias repercusiones sobre la economía y el desarrollo social de la región, ya que los arrecifes



Erizo D. antillarum moribundo en la laguna arrecifal de Xahuyaxol, sur de Quintana Roo

ofrecen muchos de los servicios ambientales que beneficiarían a las personas. Por ello, además de buscar soluciones específicas para disminuir los daños causados por las enfermedades, es fundamental restablecer las condiciones am-

bientales saludables que los arrecifes requieren para recuperarse y florecer nuevamente. Se requiere impulsar

y apoyar cambios en las políticas públicas, encaminados a promover un desarrollo sustentable en la región.

Referencias:

<https://www.agrra.org/sea-urchin-die-off/>

<https://www.agrra.org/coral-disease-outbreak/#sctld-dashboard>

Peces loro en los arrecifes de México: estado actual y sus perspectivas

Fernando Aranceta-Garza

Investigador por México Conacyt-Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC

Jenny Carolina Rodríguez-Villalobos

Universidad Autónoma de Baja California Sur
Departamento Académico de Ciencias Marinas y Costeras y ECO: Ecosistemas y Conservación (Proazul Terrestre, AC)

Correos-e: faranceta@cibnor.mx y jcrv@coycon.org

La situación global de los arrecifes coralinos es preocupante. Su existencia está comprometida por factores como enfermedades, crecimiento algal desmedido, calentamiento global, degradación costera y sobrepesca.

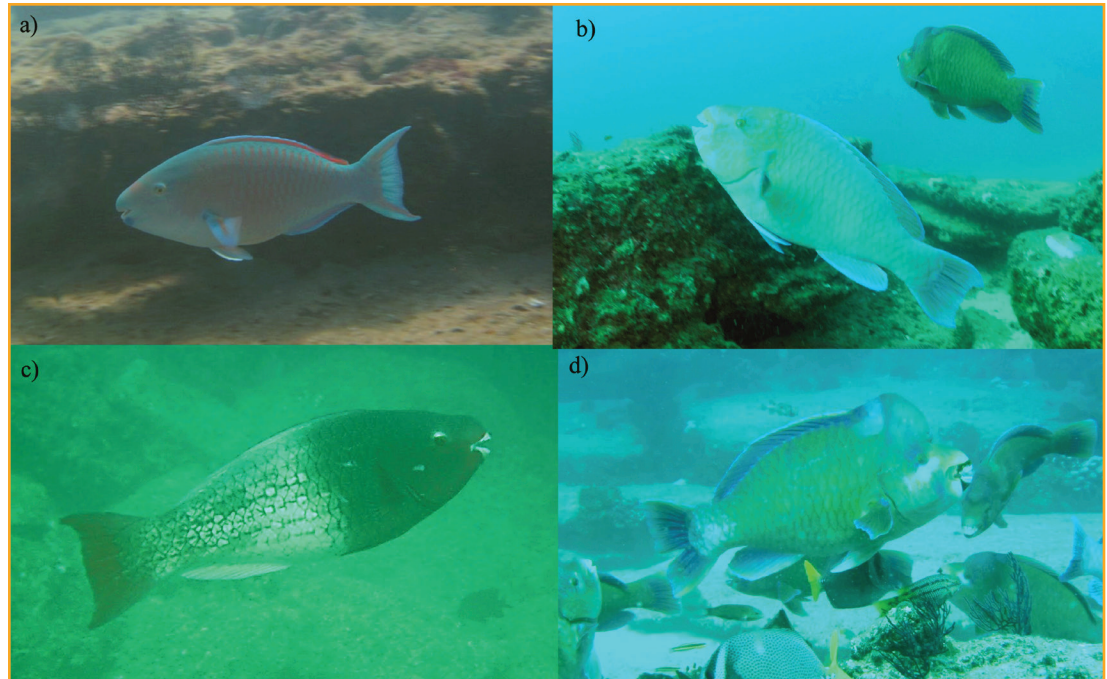
Los arrecifes del Caribe y del Pacífico mexicanos no están exentos de estas amenazas, por lo que el mantenimiento de los procesos y especies claves para el funcionamiento de los ecosistemas es fundamental para aumentar sus posibilidades de resistir cualquier amenaza.

Los peces loro, conocidos por su dentadura, son especies clave con diversas fun-

ciones en los arrecifes, principalmente el consumo de algas (herbivoría), y la producción de arena al morder corales y otros organismos con esqueletos de carbonato de calcio, que son defecados en forma de partículas muy finas que terminan por ser la arena blanca que caracteriza a los arrecifes.

En el Caribe mexicano existen 14 especies de pez loro, mientras que en el Pacífico solo hay cinco, siendo particularmente abundantes en la zona sur del golfo de California, de La Paz a Los Cabos.

Conocer el estado de las poblaciones de estos peces es fundamental para conser-

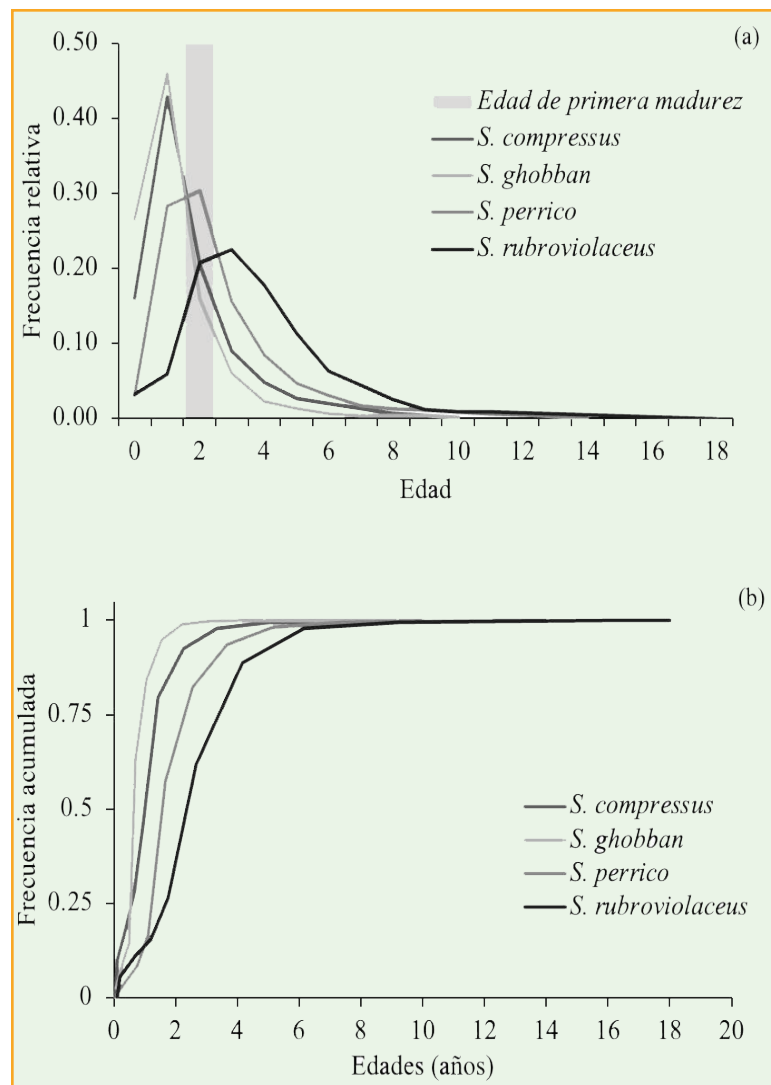


Especies comerciales de pez loro en el sur del Golfo de California:

- a) *Scarus ghobban*,
- b) *S. compressus*,
- c) *S. rubroviolaceus*
- d) *S. perrico*

Fotos: Arturo J. Hernández Velasco

Edad de primera madurez promedio, estructura de tallas (a) y frecuencia acumulada de las tallas (b) de *Scarus ghobban*, *S. compressus*, *S. rubroviolaceus* y *S. perrico* del 2005 al 2020 para el sur del Golfo de California



var los arrecifes de coral y sus funciones ambientales. En México la situación de estos organismos, no es favorable y su abundancia ha disminuido en la última década.

El problema ha sido más intenso en la región del Mar Caribe y el Golfo de México, donde las poblaciones han estado sujetas a muchas presiones humanas como la contaminación, la sobrepesca y la destrucción del hábitat, y como resultado, el gobierno federal decidió proteger a varias de ellas, al incluirlas en la lista de especies en peligro de extinción, dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

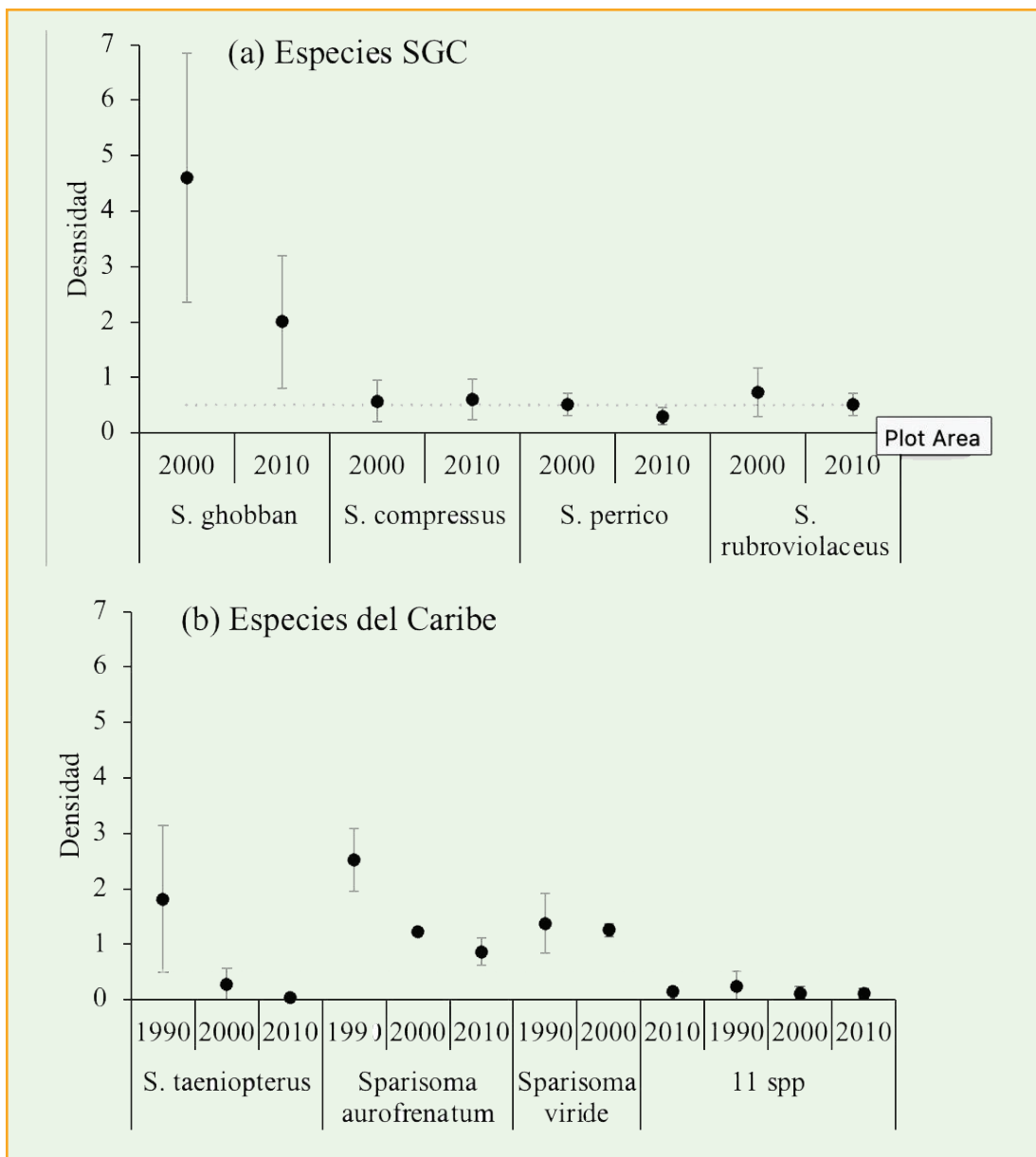
Se espera que con esta medida, que obliga a una veda total para la pesca de estas especies, la abundancia de las poblaciones de peces loro vaya en aumento, y gracias a ello se recuperen sus funciones ecológicas en la región del Caribe.

Para el Pacífico mexicano, la información es escueta excepto en el golfo de California. Ahí se ha visto que la porción

central y norte, las poblaciones de peces loro han ido en aumento o al menos se han mantenido estables en la última década.

Esa es una buena noticia, considerando que según la Comisión Nacional de Pesca, entre 2005 y 2020, en las oficinas de Baja California Sur se reportó más del 50 por ciento de la captura nacional. Y aunque no hay certeza en la magnitud del esfuerzo pesquero comercial o deportivo (legal o ilegal), ni conocimiento del reclutamiento de las especies para evaluar robustamente las poblaciones, la evidencia sobre el estado de estos peces es suficiente para sugerir que no están en una condición de sobrepesca.

A pesar de lo anterior, análisis finos de la captura pesquera de los peces loro, y de las abundancias de las especies en las zonas arrecifales, han mostrado que en la costa oriental de Baja California Sur, donde el esfuerzo pesquero es más intenso, dos especies presentan bajas en sus



a) Densidades (individuos/área) observadas para el periodo 2005-2010 y 2011-2020 en los censos submarinos para todas las especies del género *Scarus* en el sur del Golfo de California.
b) Densidades promedio de las especies del Caribe (en Schmitter-Soto et al., 2018)

Especies de peces loro del Caribe que ingresaron a la NOM-059 en 2018

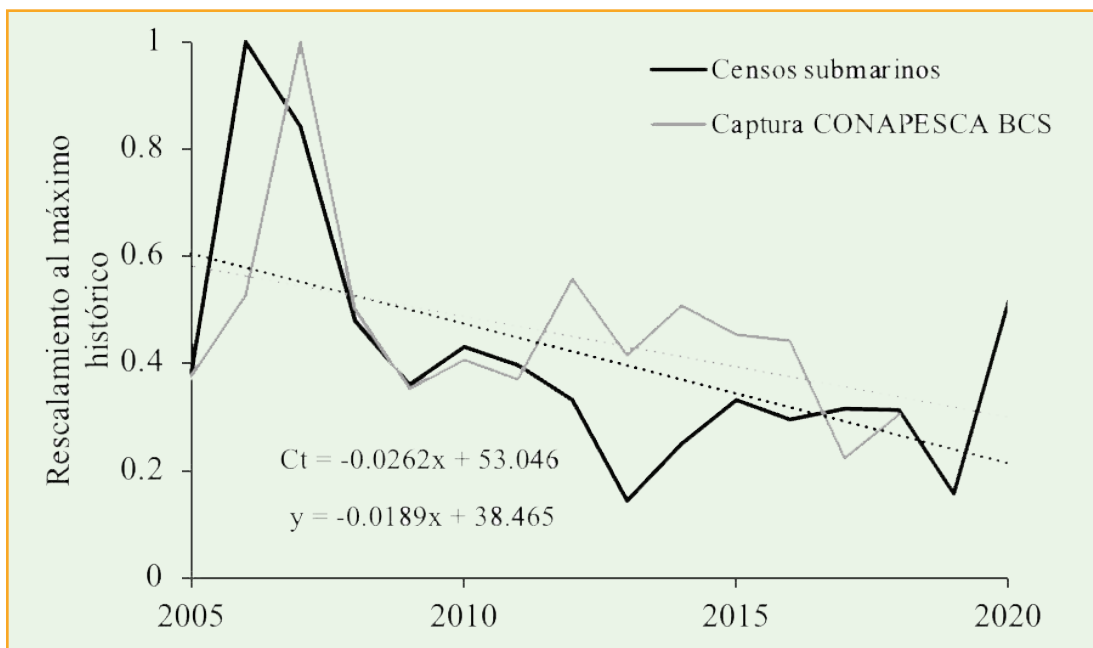
Nombre común	Nombre científico
Pez perico semáforo	<i>Sparisoma viridae</i>
Pez perico guacamaya, arcoiris	<i>Scarus guacamaia</i>
Pez perico azul	<i>Scarus coeruleus</i>
Pez perico de media noche	<i>Scarus coelestinus</i>
Pez perico reina	<i>Scarus vetula</i>
Pez perico princesa	<i>Scarus taeniopterus</i>
Pez perico rayado	<i>Scarus iseri</i>
Pez perico banda roja	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>
Pez perico aleta roja	<i>Sparisoma rubripinne</i>
Pez perico cola amarilla	<i>Sparisoma chrysopterus</i>

tamaños poblacionales y posibles signos de sobreexplotación. Una de ellas es la especie de pez loro más abundante en el golfo de California, el llamado perico boludo o *Scarus ghobban*; la otra es el perico chato, *Scarus compressus*.

Los datos además indican que las poblaciones del suroeste de la región están domi-

nadas por individuos juveniles y casi todos están rondando la edad de primera madurez. Esto indica que la pesca ha causado una baja notable en la cantidad de adultos, lo cual lleva a los pescadores a capturar organismos muy pequeños. La inexistencia de herramientas de manejo como vedas o tallas mínimas de captura, en

Tendencia poblacional histórica a partir de los datos de los censos submarinos (2005-2020) y la captura de Conapesca (2000-2018)



parte ha sido una de las causas de este problema.

Perspectivas de conservación

Como se mencionó antes, en México se ha decretado la protección de 10 especies de pez loro del Caribe; sin embargo, la pesca permanece activa para las especies del golfo de California. En esta región se podría revertir el decremento poblacional si se logra regular la pesca ilegal y ordenar a la legal, o bien por medio de la declaración de una moratoria total a las especies de pez loro en el golfo de California (es decir, su inclusión en la norma oficial).

Esta medida representaría una estrategia efectiva de preservación, pero dejaría a las comunidades en una situación complicada, y tendría un impacto social directo sobre la subsistencia y seguridad alimentaria de los pescadores artesanales de la región pesquera más importante del país.

Por ese motivo, la conclusión de una serie de consultas y talleres efectuados entre 2020 y 2022 con todos los sectores, llegaron a la conclusión que la mejor opción es la elaboración de planes de manejo pesquero para las especies que incluyan épocas de veda, tallas máximas de captura y cuotas de pesca por especie.

Estas acciones pueden verse favorecidas ya que el golfo de California cuenta con múltiples áreas marinas protegidas y refugios pesqueros donde la protección es eficiente.

La conservación de los peces loro, especies carismáticas y además de gran relevancia para el funcionamiento de los arrecifes, debe ser una prioridad para el sector pesquero nacional.

Sin embargo, las decisiones al respecto deben ser consensuadas por todas las partes, para que por medio de procesos de gobernanza participativa se llegue a las mejores soluciones que beneficien a la sociedad y a los ecosistemas.

R efugios pesqueros para recuperar la abundancia de los mares mexicanos

Stuart Fulton

Director de Cambio, Comunidad y Biodiversidad, AC

Correo-e: sfulton@cobi.org.mx

Noemi Espinosa-Andrade

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SC
(Cibnor)

Correo-e: neandrade@pg.cibnor.mx

Con 11 mil 200 kilómetros de litoral y 3.2 millones de km² de zona económica exclusiva, México está posicionado entre los primeros 20 países con mayor producción de pesca marina a nivel mundial. Los mares no son una fuente inagotable de recursos pesqueros, y es por ello que la sobrepesca, la pesca ilegal, el cumplimiento laxo de las leyes y la falta de actualización del marco regulatorio son amenazas que inciden en la disponibilidad de recursos marinos y han causado severos daños en muchos hábitats, y ahora a ello se suman las consecuencias del cambio climático.

Estos recursos marinos, a través de la pesca comercial y de sustento, contribuyen a la seguridad alimentaria y proveen ingresos económicos y bienestar social a más de dos millones de mexicanos y mexicanas quienes participan en las redes de valor de la pesca.

La protección de ecosistemas marinos clave, como lo son los arrecifes coralinos y rocosos, los pastos marinos y los manglares, es fundamental para incrementar su resiliencia y lograr la sostenibilidad pesquera, pero para ello se requiere un diseño y manejo efectivos.

Las zonas de refugio pesquero (ZRP) son herramientas de manejo espacial supervisadas por la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca. Dichas áreas fueron mencionadas por primera vez en la Ley de Pesca de 1925, y las primeras se establecieron en 1955 en los estados de Sonora y Baja California.

Sin embargo, la definición formal de este instrumento de manejo ocurrió hasta su inclusión en la Ley General de Pesca



ca y Acuicultura Sustentable del 2007, donde se definen como "las áreas delimitadas en las aguas de jurisdicción federal, con la finalidad primordial de conservar y contribuir, natural o artificialmente, al desarrollo de los recursos pesqueros con motivo de su reproducción, crecimiento o reclutamiento, así como preservar y proteger el ambiente que los rodea".

Hoy, la NOM-049-SAG/PESC-2014 guía la implementación de las ZRP y, gracias a las iniciativas de cooperativas pesqueras y organizaciones de la sociedad civil apoyadas por la academia y el gobierno federal, se han creado ya 46 ZRP, de los cuales 30 de ellas están activas y cubren 20 mil 476 km².

Los refugios pesqueros están principalmente en sitios arrecifales, como en las zonas coralinas del Caribe mexicano,

Abundancia de peces en los arrecifes rocosos del Golfo de California

Foto: Arturo Hernández/Comunidad y Biodiversidad AC

los bajos, islas y fondos rocosos costeros del Golfo de México y del golfo de California, y los bosques de kelp de Baja California, en el Pacífico noroeste.

Todos ellos contribuyen de excelente forma para mejorar la sostenibilidad de diversas pesquerías artesanales, incluyendo algunas de alto valor económico como la langosta, el abulón y diferentes especies de peces de escama.

El 12 de agosto de 2022 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la "Estrategia de Instrumentación para una Economía Oceánica Sostenible en México 2021-2024", la cual respalda los compromisos de México ante el Panel de Alto Nivel para una Economía Oceánica Sostenible, panel del que ha sido miembro desde 2018.

Uno de los acuerdos implica el establecimiento de,

al menos, mil km² de ZRP en Yucatán, Tabasco, Baja California Sur y Sonora para el año 2024. Para llegar a esta meta, México puede seguir un camino bien transitado. Durante los últimos 10 años de implementación de ZRP existen muchos ejemplos de buenas prácticas y muchas lecciones aprendidas.

Es recomendable que durante esta nueva fase de expansión de la herramienta, las autoridades tomen en cuenta el conocimiento ya adquirido en la práctica por todos los sectores involucrados. Además se deben tomar en cuenta principios biofísicos, socioeconómicos y de gobernanza durante el diseño y la operación para asegurar una implementación efectiva y justa.

Las ZRP difieren de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), pues estas últimas



Bosque de kelp o sargazo gigante en bahía El Rosario, Baja California. Pueden llegar a medir hasta 30 metros de altura y son hogar de organismos de importancia pesquera

Foto: Arturo Hernández/Comunidad y Biodiversidad AC

Las ZRP pueden ser establecidas dentro de las ANP, pero su diseño debe tomar en cuenta la subzonificación de estas últimas, promoviendo el movimiento de los peces entre zonas de importancia pesquera y conservación, lo que se conoce como la conectividad.

En resumen, las áreas marinas protegidas y los refugios pesqueros deben integrarse a manera de una red que promueva la protección de los organismos durante su desplazamiento entre zonas protegidas y no protegidas. Otro factor muy importante para el éxito de la protección es que ésta sea vigilable, de otra manera se convertiría en una protección vacía.

México está en buen momento para lograr una pesca más sustentable, que genere más abundancia, valor y captura. Sin embargo, para lograrlo es necesario mejorar la forma de aprovechamiento de estos recursos pesqueros, tomando en cuenta las condiciones sociales y ecológicas en las diferentes regiones marinas del país.

La ciencia, incluyendo la ciencia ciudadana y el conocimiento tradicional del sector pesquero, debe ser eje de la estrategia de implementación.

Diferencias entre las zonas de refugio pesquero (ZRP) y las áreas naturales protegidas (ANP) con porción marina en México

	ZRP	ANP
Administración	Conapesca	Conanp
Cobertura de la ZEE	20 mil 476 km ² (de los cuales 97 por ciento corresponde al golfo de Ulloa, Baja California Sur)	694,586 km ²
Superficie de no pesca	178.29 km ²	168 mil 758 km ² (de los cuales 98 por ciento corresponde al parque nacional Revillagigedo, Colima)
Vigencia	Permanente o temporal (en promedio de cinco años), con posibilidades de renovar	Permanente. Se debe revisar el programa de manejo cada cinco años
Proceso de decreto	Desde 2012, la propuesta generalmente se ha originado en el sector productivo	Elaboración de un estudio previo justificativo del área de interés que compruebe su conservación
Tipo de decreto	Acuerdo secretarial	Decreto presidencial

son un instrumento de política ambiental cuya definición jurídica se fundamenta la conservación de la biodiversidad. Tanto las ZRP como las ANP con porción marina imponen restricciones a la pesca en cierto grado, pero la principal diferencia entre un esquema y otro radica en el proceso y en los objetivos de su establecimiento (ver la tabla).

Las ZRP contribuyen a la recuperación y la preservación de hábitats críticos de los recursos pesqueros (especies comerciales), mientras que las ANPs preservan la biodiversidad en donde el ambiente original no ha sido significativamente alterado, y trabajando bajo un esquema de "zonificación" de acuerdo con las características de sus recursos y al uso que se les debe dar.

Fuentes recomendadas:

Acuerdo por el que se expide la Estrategia de Instrumentación para una Economía Oceánica Sostenible en México 2021-2024. Norma Oficial Mexicana NOM-049-SAG/PESC-2014, que determina el procedimiento para establecer zonas de refugio para los recursos pesqueros en aguas de jurisdicción federal de los Estados Unidos Mexicanos.

Videos

<https://youtu.be/1JwJFGkEytg> - Zonas de Refugio Pesquero en Sonora
<https://youtu.be/y7PFnAwr3hQ> - ¿Qué son las Zonas de Refugio Pesquero?