



# Amenazas y esperanzas para los arrecifes de coral

*"Fomentar una cultura de acercamiento y respeto a la naturaleza es honrar la memoria de nuestros antepasados y prodigar el amor a nuestros hijos".*

P. Jorgensen

Pablo Jorgensen

## La naturaleza no era frágil

“La naturaleza es frágil”, es uno de los argumentos preferidos para concientizar a las personas sobre la necesidad de preservar nuestro medio. Pero lo cierto es que la naturaleza no es frágil, nosotros la hicimos frágil. Los arrecifes de coral constituyen probablemente uno de los mejores ejemplos de esto. De otro modo ¿cómo explicar la llamativa persistencia de la composición y abundancia de especies dominantes de corales formadores de arrecifes durante los últimos cientos de miles de años, a pesar de las variaciones climáticas extremas en tan largo periodo de tiempo? El registro paleontológico sugiere que la composición de las colonias de corales no varió significativamente desde el Pleistoceno tardío, permaneciendo casi inalterable a cambios en el nivel del mar, cambios extremos de temperatura y varios eventos catastróficos poco frecuentes a lo largo de la vida de una persona, pero rutinarios para corales que viven cientos de años.

La capacidad de los arrecifes para aguantar o recuperarse a agentes de destrucción naturales se debilitó cuando el hombre comenzó a modificar su entorno de manera descontrolada. Los efectos más drásticos se observaron en el Caribe hace tan sólo 25 años, cuando la cobertura de corales vivos se redujo de 80% a 50-10%.

La cobertura coralina disminuyó abruptamente con la irrupción y propagación de enfermedades que aniquilaron a varias especies que llevaban a cabo funciones clave. Por ejemplo, los corales cuerno de alce (*Acropora palmata*) y cuerno de ciervo (*A. cervicornis*) dominaban los arrecifes poco profundos hasta mediados de los setenta, pero en nuestros días son raros en parte a causa de una enfermedad denominada 'banda blanca'. A principios de los ochenta, una plaga desconocida hizo que prácticamente desapareciera el erizo de mar *Diadema antillarum* del Caribe, un herbívoro que impedía la expansión de macroalgas que compiten con corales por el espacio en el lecho marino. Desde los años noventa, otra serie de enfermedades, como la 'banda amarilla', la 'banda negra' y la 'plaga blanca', están afectando a corales muy comunes del género *Montastrea*.

La incidencia de enfermedades pudo haber aumentado como consecuencia de la introducción de patógenos al ecosistema (los microorganismos que provocan las enfermedades) a través del escurrimiento de ríos, desagües cloacales y de barcos. Pero sobre todo, es probable que la vulnerabilidad actual de la comunidad coralina a estos patógenos sea un síntoma de estrés crónico, tal como le sucede a una persona mal alimentada o que duerme poco y se hace más propensa a enfermarse. Varios investigadores consideran que la degradación de los arrecifes coralinos sobrevino después de décadas o siglos de sobrepesca, conjuntamente con aumentos en las tasas de sedimentación, la eutrofización y la destrucción del hábitat, que los hicieron más susceptibles a eventos naturales como enfermedades, tormentas, estrés térmico o depredación.

La sedimentación y la eutrofización se elevaron debido a un mayor uso de fertilizantes, la tala indiscriminada de bosques y la urbanización costera. Entonces, los arrecifes de coral, así como otros ecosistemas litorales, fueron expuestos a una creciente concentración de sedimentos, nutrientes y polución terrígenos que, entre varias consecuencias negativas, disminuyeron la transparencia del agua, afectando la capacidad fotosintética de las zooxantelas: microalgas que viven en simbiosis con los corales y son vitales para el desarrollo de los arrecifes.

Además, el incremento de la concentración de fósforo y nitrógeno en muchas zonas litorales del Caribe naturalmente oligotróficas (con bajas concentraciones de nutrientes), promovieron condiciones favorables para el crecimiento de macroalgas oportunistas cuyo crecimiento en los arrecifes usualmente está limitado por la escasez de esos nutrientes y por el pastoreo de herbívoros. La sobrepesca de herbívoros tuvo un papel protagónico en la historia de la transformación de los arrecifes coralinos y será revisada a continuación.

### Herbívoros marinos

Grandes herbívoros, como las tortugas marinas y manatíes, eran abundantes hasta la llegada de los conquistadores y colonizadores europeos, pero fueron cazados con tanta intensidad que para finales del siglo XVII sus poblaciones habían sido drásticamente diezgadas.

Las tortugas marinas y manatíes, ya casi extintos, en el pasado tenían un papel comparable al de los grandes herbívoros de la sabana africana, como las cebras, jirafas o elefantes. Estos vertebrados, además de peces herbívoros e invertebrados como el erizo de mar *Diadema*, controlaban el crecimiento de algas carnosas y filamentosas que de otra manera cubrirían el fondo arrecifal inhibiendo el crecimiento de los corales. Entonces, la extinción ecológica de estos megaherbívoros modificó enteramente la transferencia de materia y energía, la estructura de la trama alimenticia y el paisaje mismo del Caribe, afectando el balance entre los procesos de construcción del arrecife (mediados principalmente por corales y algas coralinas que contribuyen a aumentar la cantidad de carbonato de calcio del arrecife), y los productores o consumidores que atenúan las tasas de calcificación (como las algas carnosas y filamentosas) o los agentes que erosionan la estructura coralina.....

La mortalidad en masa de casi el 95% de las poblaciones del erizo *Diadema antillarum* del Caribe en 1983-1984, aunada a la caza indiscriminada de tortugas marinas y manatíes y a la sobrepesca de peces herbívoros, disparó la pérdida de cobertura de los arrecifes de coral. En la ausencia de herbívoros, el sustrato vacante originado a partir de



Las tortugas marinas y manatíes, ya casi extintos, en el pasado tenían un papel comparable al de los grandes herbívoros de la sabana africana, como las cebras, jirafas o elefantes. Su extinción ecológica modificó enteramente la transferencia de materia y energía, la estructura de la trama alimenticia y el paisaje mismo del Caribe.

la mortalidad de más de la mitad de los corales del Caribe por la sucesión de enfermedades, el blanqueamiento<sup>1</sup> y los huracanes, fue monopolizado por macroalgas oportunistas. Una vez que estas algas dominaron el sustrato, redujeron el asentamiento de larvas de coral al fondo, ya que las larvas no pueden asentarse y desarrollarse en fondos cubiertos por macroalgas carnosas o filamentosas (figura 1).

Aun con la muerte de los pólipos de coral, la estructura arrecifal de carbonato de calcio continúa proveyendo un hábitat para una multitud de organismos asociados al arrecife. Sin embargo, procesos de bioerosión determinan la pérdida definitiva de la estructura tridimensional del hábitat y en consecuencia disminuyen la diversidad de los habi-

tantes de este ecosistema. La situación es particularmente crítica en el Caribe y es tan triste como real, ya que los arrecifes que hoy vemos distan enormemente de los que algunos tuvieron la suerte de ver hace tan sólo 15 años. Por desgracia, los innumerables excesos cometidos por el hombre durante cientos de años han determinado que en la actualidad los arrecifes sean vulnerables a las actividades humanas, e incluso a agentes naturales a los que antes estaban muy bien adaptados.

### Y encima, ¡el cambio climático!

El incremento de las tasas de calentamiento oceánico por la mayor concentración de dióxido de carbono y otros gases invernadero es un hecho. Para la próxima década se espera un aumento

de la temperatura media del agua superficial del océano en el hemisferio norte, de más de 1.5 °C. El efecto casi inmediato del aumento de la temperatura del mar es el blanqueamiento de corales por la muerte de las zooxantelas. Recientemente ocurrieron pérdidas catastróficas de cobertura de coral vivo, cuando un aumento inusual de la temperatura del agua superficial (relacionado con el fenómeno climatológico de El Niño en 1997-1998) provocó un blanqueamiento letal de corales pétreos en los mares tropicales.

Una mayor temperatura podría producir también un aumento del nivel medio del mar como consecuencia de la expansión del agua a mayores temperaturas y del derretimiento de glaciares y de masas de hielo polares. Con el promedio de crecimiento coralino actual, la pérdida de atolones y otras formaciones arrecifales no sería tan grave si el nivel del mar no aumenta mucho más de un metro en este siglo. No obstante, las tasas de crecimiento podrían reducirse sustancialmente debido a los cambios en los ciclos y reservorios de carbono (tala de bosques, combustión de hidrocarburos fósiles). La tasa de calcificación, por ejemplo, depende del equilibrio entre el CO<sub>2</sub> y el bicarbonato en el océano, y podría ser inhibida con el aumento del dióxido de carbono atmosférico.

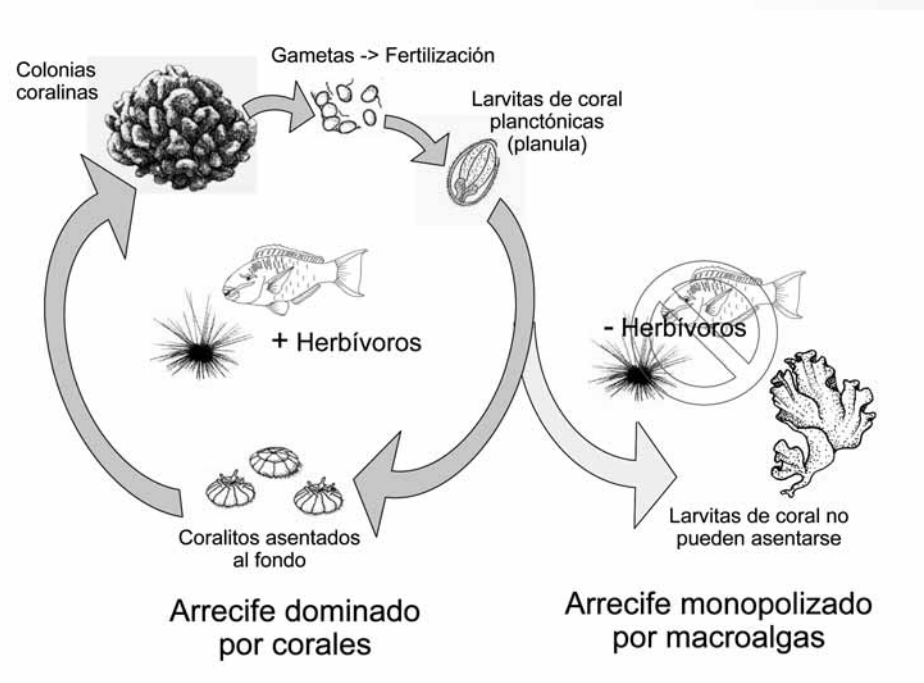


Figura 1. El ciclo de vida generalizado de corales constructores de arrecifes y la dinámica de los arrecifes tropicales. Cuando la abundancia de herbívoros clave como el erizo de mar *Diadema* y los peces loro es elevada, los corales y las algas coralinas dominan el paisaje arrecifal (parte izquierda del esquema). Pero cuando la abundancia de herbívoros es diezmada por epidemias o pesca, el ecosistema sufre una transición hacia la monopolización del sustrato por macroalgas carnosas o filamentosas. En esta situación, representada a la derecha del esquema, las macroalgas rápidamente colonizan espacios vacantes cuando las colonias de coral mueren como consecuencia de blanqueamiento, enfermedades, huracanes o depredación, e inhiben el asentamiento de las larvas plánula de los corales y el desarrollo de los coralitos ya fijados al fondo.

<sup>1</sup>Fenómeno originado por la ausencia de las algas zooxantelas asociadas a los corales formadores de arrecife, y que puede provocar la muerte de éstos.



## No todo está perdido

Las predicciones actuales de aumentos de la actividad humana en la región, la creciente amenaza de los efectos del cambio climático global y el efecto sinérgico potencial de los agentes de estrés, aumentan el escepticismo sobre el futuro de los arrecifes caribeños. Se pronostica que no sobrevivirán más de unas cuantas décadas si no los protegemos pronto y masivamente de la explotación humana. Pero, ¿cómo hacerlo?


Definir acciones para controlar mejor las emisiones de gases invernadero sería deseable y factible, aunque parece difícil de lograr en el corto plazo por los elevados costos económicos y políticos implícitos. Entonces, las estrategias se podrían centrar en el papel funcional de los herbívoros, como el erizo de mar *Diadema antillarum* y de los peces loro, por su influencia positiva en la dinámica del ecosistema.

Las áreas marinas protegidas (AMP) constituyen la herramienta más utilizada para recuperar las poblaciones de herbívoros y la integridad de los arrecifes. Algunas tienen más restricciones que otras para actividades humanas, pero en general coinciden en prohibir la extracción de recursos naturales dentro de sus límites. La protección contra la pesca ha demostrado ser eficiente para aumentar el número y talla de herbívoros, y estos cambios fueron efectivos para reducir la cobertura de macroalgas carnosas y promover el reclutamiento de corales en AMP de más de 10 años de antigüedad y más de 100 km<sup>2</sup> en arrecifes del Caribe. Con todo, la edad de las reservas todavía es limitada para

recuperar la cobertura de corales, caracterizados por tener un crecimiento extremadamente lento y ciclos de vida muy largos. Por otra parte, la legislación ambiental no siempre se aplica de manera eficiente y las reservas pueden no garantizar la protección necesaria para preservar o restaurar sus arrecifes. Así, las áreas marinas protegidas no resolverán todos los problemas enfrentados por los ecosistemas costeros.

En estas circunstancias, los arrecifes coralinos mexicanos podrían ser protegidos a partir de métodos poblacionales tradicionales, enfocados a la preservación de especies con funciones clave en la dinámica del ecosistema, por ejemplo, el erizo *Diadema*. El manejo de las poblaciones del erizo podría representar una estrategia barata, rápida y relativamente libre de conflictos económicos y sociales, para recuperar los arrecifes en sistemas donde las poblaciones de peces herbívoros fueron severamente reducidas. No obstante, los erizos tienen pocos depredadores y existen riesgos si llegara a haber una superpoblación de

ellos y comenzaran a consumir corales cuando la producción de macroalgas fuera insuficiente para alimentarlos.

Estas incertidumbres evidencian la necesidad de entender mejor el resultado de las interacciones ecológicas en el arrecife, con fines de restauración y manejo. Sin embargo, los logros obtenidos a partir de un mejor conocimiento de su ecología abren una luz de esperanza para que la recuperación de los corales y de la complejidad física del arrecife todavía sea posible. 

Pablo Jorgensen es posdoctorante del Área de Conservación de la Biodiversidad, ECOSUR Chetumal (pjorgensen@ecosur.mx).

