

ARRECIFES DE CORAL Y CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO: UN EJEMPLO EN LA DIDÁCTICA SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Coral reefs and carbon dioxide concentration: an example on the teaching of climatic change

Beatriz Bádenas y Marcos Aurell (*)

RESUMEN

Las asignaturas científicas deben acercar a los estudiantes a cuestiones de actualidad, tales como el calentamiento global, debido al efecto invernadero que ejerce la concentración de CO₂ en la atmósfera. La Geología es una ciencia que aporta numerosos datos al debate sobre el cambio climático. Los estudios de los arrecifes fósiles ponen de manifiesto la capacidad de estos ecosistemas como constructores de rocas carbonatadas, que suponen un gran almacén de CO₂ en forma de carbonato cálcico. En este artículo se analiza la dinámica de los arrecifes, con objeto de aplicar los conceptos explicados al papel que ejercen en el control de la concentración de CO₂. Una parte significativa de este CO₂, es captado por los corales y las algas, para construir sus esqueletos calcáreos, que se acumulan originando sedimentos y rocas ricas en carbonato. La supervivencia de los arrecifes es vital para que el contenido de CO₂ en la atmósfera no incremente de forma drástica.

ABSTRACT

The programs of the scientific subjects of study, should provide to the students analytic tools to better understand relevant present time questions, like the global heating caused by the increase of the concentration of the carbon dioxide (CO₂) in the atmosphere. The science of Geology report several data, important to improve our knowledge on the climatic change. The analysis of fossil reefs reveal their significant contribution as carbonate rock builders, that result in a big CO₂ store in the composition of calcium carbonate. In this paper we explain the basic concepts of reefs and reefs dynamics, that allow to better understand their role in the CO₂ cycle. A significative part of the CO₂ is taken for corals and algae to build their skeletons. The skeletal debris of these organisms originate most of the carbonate sediment. The surviving of coral reefs is critical to prevent a drastic increase of the CO₂ content in the atmosphere.

Palabras clave: arrecifes, carbonatos, dióxido de carbono, cambio climático.

Keywords: reefs, carbonates, carbon dioxide, climatic change.

INTRODUCCIÓN

Los programas de las asignaturas científicas deben, en la medida de lo posible, dar a los estudiantes elementos de juicio que les permitan afrontar, de forma razonable y crítica, las cuestiones de actualidad que se debaten en foros científicos y políticos. En los últimos años, diversos equipos científicos han constatado un calentamiento global de la atmósfera. Su origen y las consecuencias que puede tener sobre la vida y la actividad humana es objeto de debate en diversos foros, y entre ellos, en los medios de comunicación. Las noticias que periódicamente aparecen en éstos, tienen cierto impacto en la opinión pública, que cada vez se muestra más sensible ante la problemática que entraña el cambio climático, y los posibles medios para mitigarlo.

La Geología es una ciencia que aporta numerosos datos y conocimientos al debate sobre el cambio climático. Tal es el caso de la paleoclimatología y sus indicadores geológicos; el de las variaciones del nivel del mar a corto y a largo plazo, consecuencia de las variaciones periódicas de los parámetros de

la órbita terrestre, y de su impronta en el registro geológico; o el del ciclo del carbono y la influencia que ejercen sobre el mismo la disolución y precipitación orgánica de los carbonatos, procesos que, además de en otros ambientes, se dan de forma relevante en los arrecifes de coral.

El año 1997 fue declarado Año Internacional del Arrecife. Mediante diversas iniciativas gubernamentales o de distintos ámbitos sociales, se pretendió concienciar a la sociedad de la necesidad de conservar estos ecosistemas y de las repercusiones negativas que su degradación tiene sobre el desarrollo humano. La importancia de los arrecifes, al margen de su riqueza biológica, ha sido puesta de manifiesto en los estudios sobre arrecifes fósiles realizados por los geólogos. En estos estudios se pone de manifiesto el papel de los arrecifes como grandes constructores de rocas carbonatadas, hecho que revela el control que han ejercido y ejercen sobre la concentración del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, uno de los gases que tiene mayor contribución al calentamiento global.

(*) Dpto. Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza. 50.009-Zaragoza. E-mail: maurell@posta.unizar.es

En este trabajo nos proponemos realizar una aproximación a los arrecifes. En primer lugar, explicaremos los aspectos más relevantes sobre su dinámica y su presencia en el registro geológico. En segundo lugar, como aplicación práctica, abordaremos su capacidad como controladores de la concentración del dióxido de carbono en la atmósfera, mecanismo de importancia capital que pasa con frecuencia desapercibido en los debates sobre el cambio climático. Los conceptos e ideas aportados en este trabajo pueden ser de utilidad para acercar al alumno de Geología de Enseñanza Secundaria o Superior a un debate social al que no debe ser ajeno, y sobre el que podrá tener nuevos elementos de juicio para formar una sólida opinión.

LOS ARRECIFES ACTUALES

Los arrecifes de coral son una de las creaciones más espectaculares y bellas que nos puede brindar la naturaleza. Se trata de uno de los ecosistemas más complejos y diversos del mundo, que constituye el hogar de casi un millón de especies marinas diferentes. Los arrecifes actuales están formados por un conjunto de organismos sésiles y coloniales, principalmente corales y algas, que crecen en las zonas someras de temperaturas cálidas de los mares, formando estructuras rígidas resistentes al oleaje. En la actualidad se extienden en los mares tropicales y subtropicales someros, si bien la mayor diversidad de especies y géneros se registra en los océanos Pacífico e Índico. En estos mares, los arrecifes forman alineaciones más o menos continuas de varias decenas o incluso miles de kilómetros, tanto en los bordes externos de las plataformas barrera (arrecifes barrera: Fig. 1), como en las líneas de costa (arrecifes frangeantes). El sistema arrecifal de mayor extensión mundial es el arrecife barrera situado al Este de Australia, que tiene casi 3.000 km de longitud. Los arrecifes también pueden crecer formando estructuras anulares de varias decenas de kilómetros de diámetro, aisladas en los océanos (atolones).

Los principales constructores de arrecifes actuales son los corales. Cada coral es una colonia de animales de pequeño tamaño, los pólipos, que secretan carbonato cálcico para construir su hábitaculo. Al morir, crece una nueva generación sobre su esqueleto, dando lugar a estructuras calcáreas rígidas como el hormigón. Los corales viven en simbiosis con el alga *Zooxanthella*, cuya acción fotosintética libera oxígeno e hidratos de carbono, que utiliza el coral para su crecimiento. A cambio, el alga utiliza el dióxido de carbono y los fosfatos liberados por el coral. La dependencia con las algas califica a los corales como hermatípicos y limita su profundidad de desarrollo por encima de la zona fótica, donde se dan las condiciones de penetración de la luz necesarias para la fotosíntesis. Cuando no existe esta dependencia, los corales se denominan ahermatípicos o solitarios, y pueden



Figura 1. Vista aérea de un arrecife barrera desarrollado en la plataforma marina de Belize (Centroamérica). Una sección transversal al arrecife sería similar a la mostrada en la Fig. 4. A la izquierda se encuentran los dominios de alta energía de mar abierto (frente arrecifal) y a la derecha los dominios de llanura arrecifal y de lagoon. Ambos están separados por la zona de cresta arrecifal, donde rompe el oleaje.

estar emplazados a profundidades de millares de metros. Los factores ecológicos necesarios para el crecimiento de los corales hermatípicos, son entre otros: (1) aguas relativamente someras (desde la superficie hasta varias decenas de metros); (2) temperaturas cálidas (entre 20°C y 30°C); (3) salinidades normales (entre 27‰ y 40‰); (4) fuerte penetración de la luz; (5) intercambio con las aguas oceánicas abiertas en zonas agitadas de alta energía, lo que hace que se trate de aguas claras, sin sedimento en suspensión y con cierto contenido en nutrientes; y (6) un sustrato firme para su anclaje.

EL CONCEPTO DE ARRECIFE EN GEOLOGÍA

Para los geólogos, un arrecife es una masa rocosa carbonatada restringida lateralmente, cuya composición y relación con los sedimentos circundantes sugieren que sus componentes (normalmente, restos fósiles) estaban ligados y cementados entre sí durante el depósito, manteniendo y desarrollando una estructura con relieve topográfico positivo sobre el

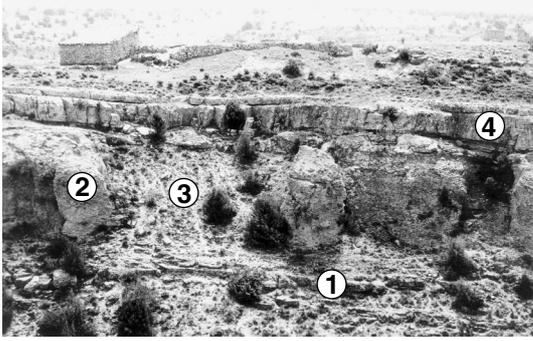


Figura 2. Aspecto de dos arrecifes fósiles (2), que muestran morfología de pináculo con paredes abruptas. Durante su depósito, el arrecife constituyó una estructura cementada con cierta elevación sobre el fondo marino, claramente diferenciable de los sedimentos interarrecifales circundantes (3). Los depósitos previos al desarrollo del arrecife se indican con el número 1, y los depósitos posteriores al desarrollo del arrecife se indican con el número 4. La fotografía corresponde al Jurásico superior (Kimmeridgiense) de Jabaloyas (Teruel).

fondo marino (Fig. 2). Simplificando, existen dos rasgos que caracterizan a un arrecife en sentido geológico: (1) muestran evidencias de la influencia biológica durante su crecimiento, y (2) tienen extensión

limitada en el registro estratigráfico, si bien pueden cubrir grandes áreas y tener un relieve importante.

Para los geólogos, el término arrecife difiere de la definición de los biólogos en diversos puntos. En primer lugar, un arrecife no necesariamente está formado por corales. Los organismos constructores de armazones calcáreos en las zonas marinas han ido cambiando en el transcurso de la historia geológica debido a la evolución biológica, que ha hecho que el mismo nicho ecológico haya sido colonizado por especies diferentes (Fig. 3). Tal es el caso de las esponjas, dominantes por ejemplo durante el Ordovícico, o los rudistas durante el Cretácico. Sin embargo, a pesar de este relevo orgánico, el arrecife ha mantenido unas características propias en aspectos tales como su dinámica o su evolución. En este sentido, un arrecife puede considerarse como una función de teatro que no ha cambiado su argumento a lo largo de la historia geológica (función bioconstructora), pero sí los autores que la representan. En segundo lugar, los arrecifes no tienen por qué crecer cerca del nivel de base marino. Esto es debido a que, en épocas geológicas pasadas, ciertos organismos bioconstructores, a diferencia de los corales hermatípicos, no requerían emplazarse en las zona de penetración de la luz y, por tanto, colonizaron nichos ecológicos más profundos. Y, en tercer lugar, puesto que los arrecifes pueden aparecer a mayor profundidad, no tienen por qué ser estructuras resistentes al oleaje.

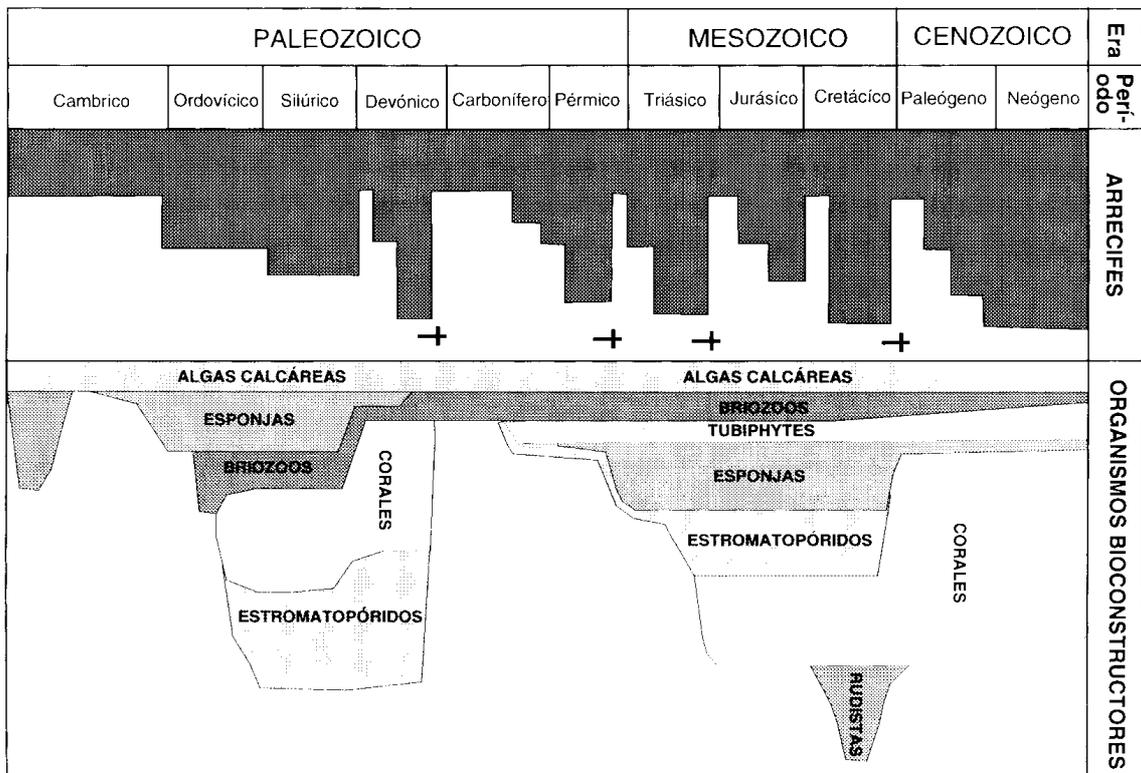


Figura 3. Abundancia relativa de los arrecifes a lo largo de los períodos geológicos. Las cruces indican las etapas de extinción mayores de los arrecifes. En la columna de la derecha se muestra la proporción relativa y la evolución de los organismos bioconstructores

DINÁMICA DEL ARRECIFE: PROCESOS SEDIMENTARIOS

En todos los arrecifes, tanto actuales como fósiles, es posible observar una dinámica característica, que es el fruto de la interacción entre diversos procesos biológicos, físicos y químicos. De modo general, estos procesos pueden actuar en dos direcciones: contribuyendo al crecimiento y a la estabilización de las estructuras arrecifales (procesos constructivos) o bien, degradando y desarticulando los componentes de la estructura arrecifal (procesos destructivos).

Procesos constructivos

Constituyen procesos biológicos y químicos. Los procesos constructivos biológicos incluyen el crecimiento de los diferentes tipos de organismos calcáreos (bioconstructores primarios y secundarios), y los procesos constructivos químicos corresponden a la precipitación de cementos a partir de las aguas marinas.

1. Bioconstructores primarios. Son aquellos organismos que construyen la mayor parte del armazón del arrecife. En los arrecifes actuales esta función la realizan los corales, determinadas algas calcáreas y los hidrozoos, y en los arrecifes fósiles,

diversos organismos tales como corales, estromatóporidos, algas calcáreas, esponjas o rudistas (Fig. 3). También se consideran como bioconstructores primarios a aquellos organismos que actúan atrapano o aglutinando sedimento, caso de las cianobacterias.

La disposición de los corales en los arrecifes actuales responde a numerosos condicionantes ecológicos (energía del oleaje, nivel de penetración de la luz). Por ejemplo, en un arrecife barrera (Fig. 4), en general, las zonas someras expuestas a la acción continua del oleaje (cresta arrecifal) son colonizadas por corales masivos de morfología esférica o subsférica y por corales de tipo encostrante. Los corales que forman estructuras ramosas robustas viven en o justo por debajo de la zona de rompiente del oleaje (frente arrecifal), pero durante las tormentas fuertes se rompen en fragmentos gruesos, mientras que las formas masivas permanecen intactas. Los corales ramosos delicados son más abundantes por debajo del nivel de base del oleaje de mal tiempo o en las zonas internas protegidas del oleaje (espalda del arrecife). Por último, en las zonas más profundas del arrecife de menor penetración de la luz, se encuentran normalmente corales con una amplia superficie superior plana, en forma de plato.

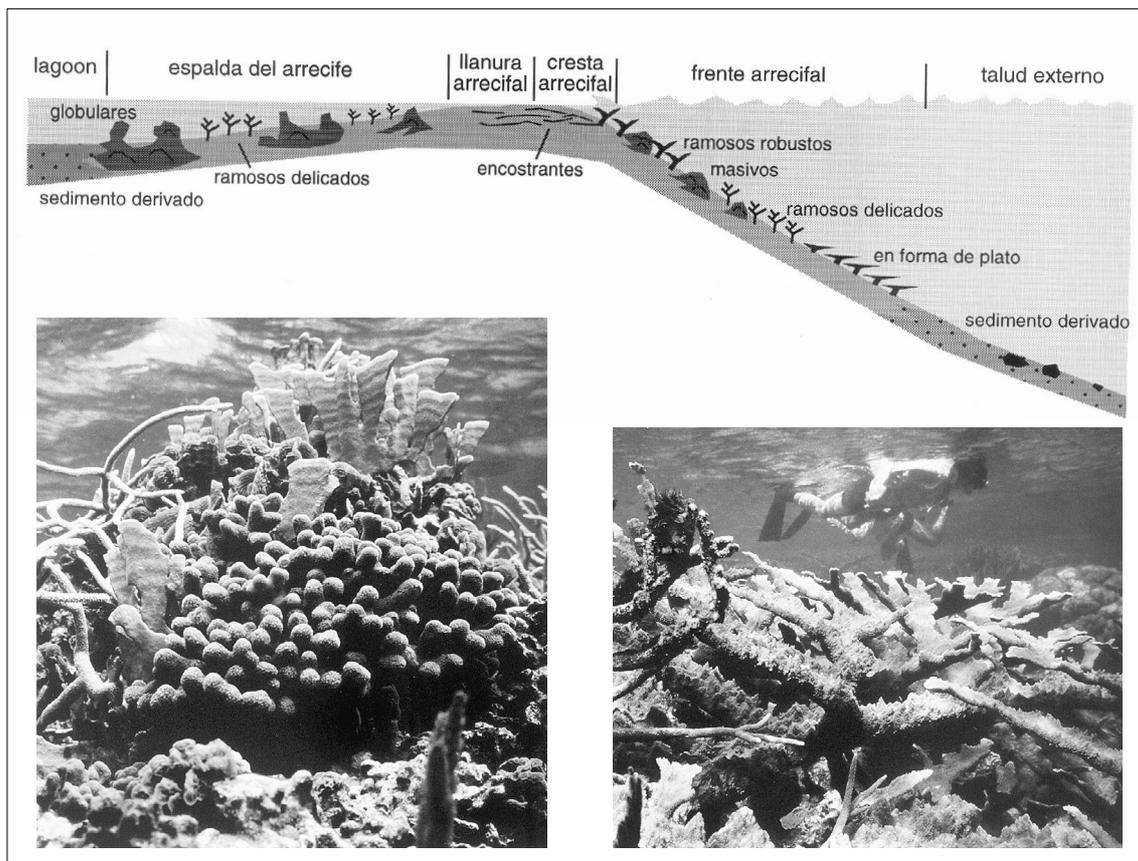


Figura 4. Distribución de los diferentes tipos morfológicos de corales en un arrecife barrera. Las fotografías muestran dos ejemplos de corales ramosos: los de estructuras robustas se emplazan en las zonas de alta energía del frente arrecifal, mientras que los delicados se emplazan en las zonas protegidas del oleaje de la espalda del arrecife.

2. Bioconstructores secundarios. Son aquellos organismos que encostran y crecen junto a los anteriores. Los organismos encostrantes son algas coralinas, serpúlidos, briozoos, corales, bivalvos, gasterópodos, foraminíferos y gasterópodos. Éstos juegan un papel de primer orden en el mantenimiento de la estructura rígida de los arrecifes, especialmente tras la degradación parcial de ésta por procesos destructivos, ya que actúan cementando los fragmentos originados. Los bioconstructores secundarios también muestran una distribución particular en el arrecife en función de sus condicionantes ecológicos y, en especial, de su dependencia o no de la luz.

3. Cementación. Consiste en la precipitación a partir del agua de mar (con o sin influencia orgánica) de cristales de aragonito y calcita rica en magnesio, en los poros y las cavidades del arrecife. Este proceso contribuye a dar cohesión a la estructura arrecifal, ya que actúa ocluyendo las cavidades y litificando el sedimento atrapado en ellas. En los arrecifes someros, la cementación es muy activa en las zonas más superficiales del arrecife (1 m), donde el intercambio con las aguas marinas sobresaturadas en carbonato cálcico es muy efectivo. Además, la cementación depende en gran medida de la forma del arrecife. Los arrecifes que tienen paredes abruptas, ofrecen una superficie de contacto amplia a las olas y las corrientes, por lo que la cementación es mayor que en los arrecifes de poco relieve.

Procesos destructivos

Los procesos destructivos pueden ser de dos tipos:

1. Destrucción física. Las olas y las corrientes ejercen sobre los arrecifes una destrucción física constante, especialmente cuando las formas coralinas han sido degradadas por procesos biológicos (bioerosión). Sin embargo, es durante los huracanes y las tormentas cuando se produce mayor destrucción. Los fragmentos originados pueden ser transportados y acumulados en los sedimentos de las zonas circundantes, pero gran parte de ellos cae en las cavidades del arrecife y son rápidamente encostrados por los bioconstructores primarios y secundarios, de forma que son incorporados nuevamente en la estructura.

2. Bioerosión. Los armazones calcáreos del arrecife pueden ser atacados por diversos organismos, para alimentarse de los pólipos y de las algas que están en simbiosis con ellos, para extraer carbonato cálcico (organismos litófagos) o bien para construir sus habitáculos. Estos organismos pueden ser perforadores, tales como esponjas o moluscos, raspadores, como gasterópodos y equinoideos, o moledores, tales como el pez-loro. El principal efecto de la bioerosión es que destruye la fábrica primaria del arrecife. El efecto destructivo puede ser muy elevado, ya que la tasa de destrucción puede llegar a ser similar a la tasa de crecimiento de los bioconstructores primarios (10 mm/año). Además, la bioerosión influye en la resistencia del

arrecife a la erosión mecánica, ya que debilita su estructura, y origina grandes cantidades de sedimento de tamaño menor.

LAS FACIES ARRECIFALES

El intercrecimiento entre los diferentes organismos bioconstructores da lugar a una estructura tridimensional compleja, que muestra numerosas cavidades irregulares, que pueden originarse también por procesos destructivos (Fig. 5,A). La forma de esta estructura depende en gran medida de la morfología de los organismos bioconstructores primarios. Por ejemplo, los corales masivos desarrollarán estructuras con forma de almohada con porosidad cavernosa, las formas ramosas con forma de plato desarrollarán estructuras tabulares, y las formas encostrantes desarrollarán una estructura laminada densa, con escasas cavidades. En consecuencia, las cavidades son de tamaño variable y en ellas puede crecer una comunidad de organismos bioconstructores secundarios específica, puede acumularse sedimento de diverso tamaño de grano y procedencia (sedimento resultante de los procesos destructivos o sedimento procedente de áreas adyacentes al arrecife), y pueden precipitar cristales de aragonito y calcita (cementación).

Los procesos sedimentarios mencionados dan lugar a la génesis del sedimento arrecifal, que tras su enterramiento y litificación originará la roca. Tal y como se ha explicado anteriormente, una característica particular de los arrecifes, es que la litificación (cementación) es efectiva durante las etapas sedimentarias previas a su enterramiento, lo que implica que pueden formar armazones sólidos con cierta topografía sobre el fondo marino (Fig. 2). Además, la cementación temprana contribuye a mantener la elevada porosidad del sedimento, ya que permite que ésta se preserve sin compactar durante la litificación. De esta manera, si dicha porosidad no es rellenada por cementos secundarios (diagénéticos), la facies arrecifal será una estructura aislada con elevada porosidad, idónea como reservorio de hidrocarburos.

El sedimento arrecifal será de naturaleza diversa en función de la importancia relativa entre los procesos constructivos y destructivos, que determinará en gran medida la preservación o no de la estructura arrecifal primaria en el registro fósil (Fig. 5,B). De esta manera, la roca resultante mostrará una fábrica variable, denominada facies arrecifal. Por ejemplo, cuando la erosión sea mayor que el crecimiento de los organismos bioconstructores calcáreos, éstos no se preservarán en posición de crecimiento en el registro geológico. La facies resultante estará constituida por un conjunto de clastos de organismos calcáreos de diferente tamaño, ligados entre sí por los organismos encostrantes o por cementos. Por el contrario, si la erosión es menor que el crecimiento, la facies resultante estará formada por un conjunto de organismos calcáreos en posición de crecimiento, y en menor proporción por clastos, ligados entre sí por los organismos encostrantes o por cementos (Fig. 6).

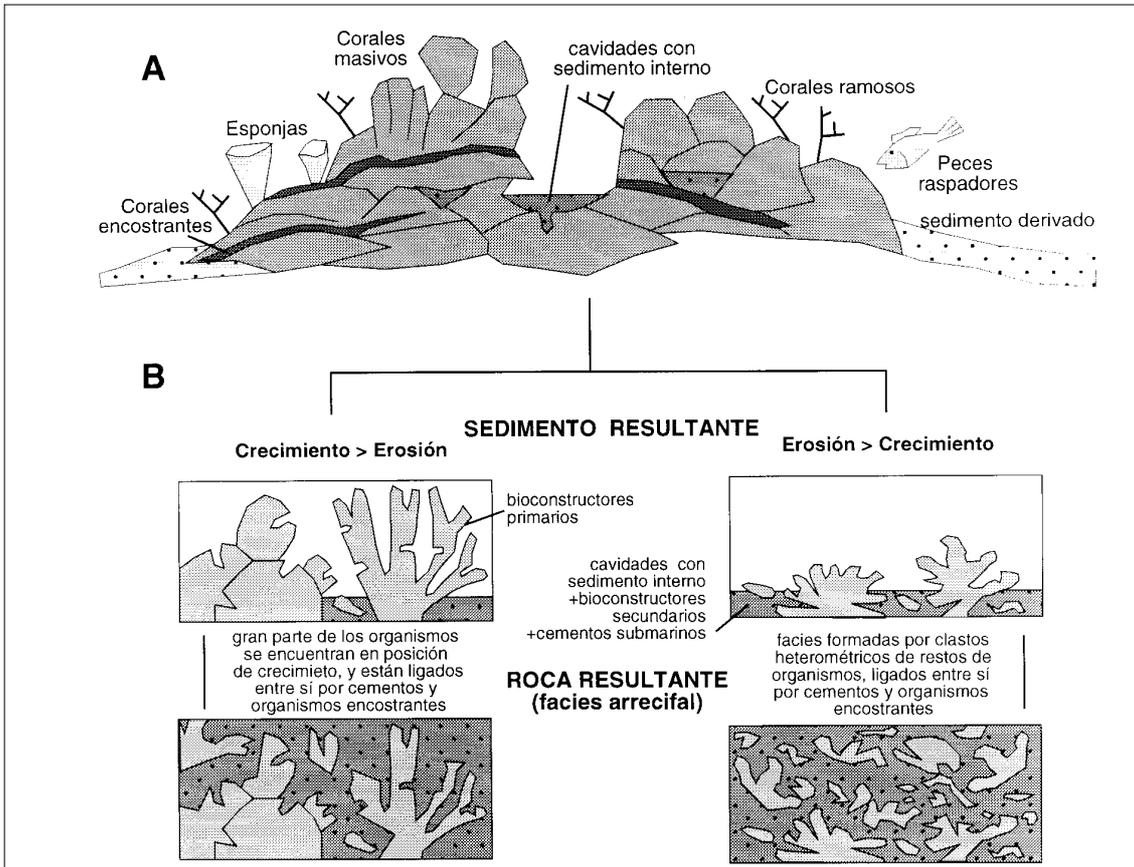


Figura 5. A: Estructura resultante de la interacción entre los diferentes procesos sedimentarios en un arrecife: crecimiento de bioconstructores primarios y secundarios (por ejemplo, corales y esponjas); erosión (por ejemplo, bioerosión por peces raspadores); y sedimentación en las cavidades del arrecife. B: El tipo de sedimento resultante es función de la importancia relativa de las tasas de crecimiento y de erosión.

Hay que tener en cuenta que el sedimento y en último término la roca resultante tiene una naturaleza particular para cada arrecife, puesto que los procesos constructivos y destructivos han sido variables en el tiempo y en el espacio. Así ocurre con los procesos biológicos ya que, como se ha mencionado, cada nicho ecológico ha sido habita-

do por una asociación de organismos particular y diferente en las distintas etapas geológicas. De igual manera, los procesos físicos y químicos han sido variables en el tiempo y en el espacio, ya que dependen de factores tales como la circulación oceánica y atmosférica o la composición de las aguas.

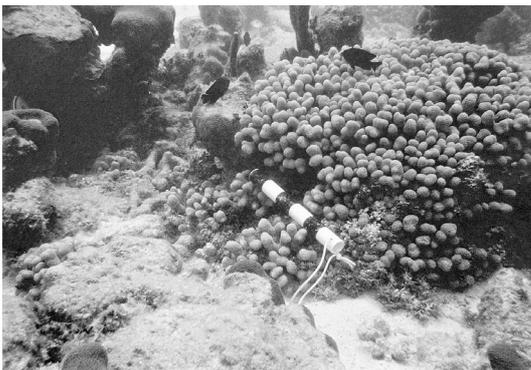


Figura 6. La fotografía de la izquierda muestra un aspecto de un coral ramoso y de diversas colonias masivas y globulares, degradadas por bioerosión. El efecto combinado de ésta, y la erosión por el oleaje y tormentas, hace que en el registro geológico apenas se preserven los organismos bioconstructores en posición de crecimiento. La fotografía de la derecha muestra la facies resultante en un arrecife Holoceno de Belize. Se trata de un conjunto de clastos de corales mal clasificados, ligados entre sí por cementos marinos y por la acción de organismos encostrantes. La porosidad intersticial es muy elevada, de ahí el potencial de los arrecifes como almacenes de hidrocarburos.

ARRECIFES DE CORAL Y CONCENTRACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

Existe un consenso científico casi generalizado que admite que el calentamiento global del clima detectado en el planeta en los últimos años se debe, en buena parte, al incremento progresivo en la atmósfera de la concentración de gases y partículas. Éstos actúan como una pantalla que hace que una parte de la radiación solar quede atrapada en las capas más superficiales de la atmósfera, produciéndose el denominado efecto invernadero. El dióxido de carbono (CO₂) es el gas que tiene una mayor contribución en el efecto invernadero. La emisión de CO₂ a escala planetaria, que ha sufrido un dramático incremento en las últimas décadas como consecuencia de la combustión masiva de los combustibles fósiles, se ha revelado como uno de los agentes de mayor responsabilidad en el calentamiento global de la atmósfera.

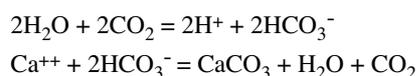
Para algunos investigadores, el calentamiento global detectado en los últimos años, es menor del que cabría esperar, teniendo en cuenta la cantidad de CO₂ emitido. Esto es debido a la existencia de ecosistemas naturales que controlan la cantidad de CO₂ presente en la atmósfera. Dentro del ecosistema terrestre, un mecanismo de control bien conocido es la captación de este gas por parte de las plantas para realizar la fotosíntesis. De este modo, el CO₂ se incorpora a la estructura de los vegetales terrestres, disminuyendo, en último término, su concentración en la atmósfera. Conviene sin embargo recordar que, cuando un ecosistema vegetal ha alcanzado su madurez, existe un equilibrio entre el CO₂ captado y el CO₂ emitido a la atmósfera, de modo que extensas zonas forestales, como las selvas tropicales, apenas ejercen efecto en la disminución de la concentración del CO₂ atmosférico.

El agua de los mares y de los océanos constituye la reserva de CO₂ más importante del planeta. En concreto, el agua marina contiene una cantidad de CO₂ disuelto cuatro veces mayor que el que se encuentra libre en la atmósfera. Parte del CO₂ presente en la atmósfera puede disolverse en las aguas marinas. Esta disolución es función de la temperatura, de modo que las aguas frías son capaces de disolver mayores cantidades de este gas antes de alcanzar su nivel de saturación. De hecho, las aguas marinas frías de las latitudes elevadas se encuentran subsaturadas en CO₂ y, por lo tanto, tienen capacidad para captar el CO₂ presente en la atmósfera.

Debido a las diferencias de densidad entre las aguas oceánicas, existe un flujo continuo de las masas oceánicas frías, subsaturadas en CO₂, hacia zonas de latitudes bajas, donde las aguas marinas incrementan su temperatura. El calentamiento de las aguas hace que se alcance el límite de saturación del CO₂, de modo que este gas es transferido de nuevo a la atmósfera. Sin embargo, la transferencia de CO₂ de los mares a la atmósfera es menor cuando las condiciones ambientales son adecuadas para la captación de este gas por parte de determinados organismos marinos, caso de los organismos que

construyen los arrecifes. Por lo tanto, al igual que ocurre en el ecosistema terrestre, los mares tienen también mecanismos de control que limitan la concentración del CO₂ disuelto en sus aguas.

Como se ha explicado en anteriores apartados, en los arrecifes el CO₂ es captado por las algas marinas para realizar la fotosíntesis y también por diversos organismos invertebrados, en especial los corales y las algas calcificadas o de tallos calcáreos, que utilizan el CO₂ disuelto en las aguas (generalmente presente en forma hidratada: HCO₃⁻), para construir sus esqueletos a partir de la precipitación de carbonato cálcico (CO₃Ca). La fórmula simplificada de este proceso, conocida como ecuación de equilibrio del dióxido de carbono, se puede expresar de la siguiente manera:



Por lo tanto, el crecimiento de los organismos productores de carbonato contribuye a reducir la concentración de CO₂ disuelto en las aguas, y en último término el presente en la atmósfera. La producción orgánica de carbonato no es exclusiva de los medios marinos, sino que puede darse también en medios continentales, por ejemplo en los lagos. Sin embargo, los organismos más efectivos en dicha producción son los que construyen los arrecifes, en especial los corales y las algas calcáreas.

Puesto que la dinámica sedimentaria presente en los arrecifes conlleva la formación de sedimentos carbonatados, que tras su enterramiento y litificación se convierten en rocas carbonatadas, el resultado final es la generación continua de un importante almacén de CO₂. La acumulación de sedimento carbonatado ha sido constante a lo largo de la historia geológica y prueba de su importancia es que aproximadamente 1/6 de las rocas presentes en la corteza terrestre son de naturaleza carbonatada, lo que supone un enorme almacén de CO₂ fósil, que forma parte de la estructura mineral de los carbonatos.

ARRECIFES DE CORAL: SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS

En la actualidad, el 10% de los arrecifes que existen en el mundo se encuentran ya seriamente degradados, y un porcentaje más elevado está amenazado. Eventos naturales tales como los huracanes o la acción de depredadores marinos tienen cierto impacto en los arrecifes, pero no suponen una amenaza para su supervivencia. Sin embargo, las actividades humanas, incluso aquellas que se desarrollan en zonas alejadas de los arrecifes, pueden tener graves consecuencias en estos frágiles ecosistemas. Algunas de estas amenazas son la sobreexplotación pesquera y la utilización de métodos de pesca destructivos, la urbanización y la explotación agrícola en zonas costeras o el desarrollo mal administrado de las diferentes actividades turísticas que se desarrollan en el propio arrecife. Estas joyas submarinas

están siendo destruidas a un ritmo muy acelerado, particularmente en áreas adyacentes a las poblaciones humanas. Si continúa este decaimiento, se producirá una pérdida muy significativa de los arrecifes mundiales y de los recursos y beneficios que de ellos se derivan.

Entre estos beneficios se encuentra la capacidad de los arrecifes como controladores de la concentración de CO₂. Esta capacidad queda seriamente mermada si existen determinados cambios en el ecosistema, ya que el mecanismo de producción orgánica de carbonato es muy sensible a dichos cambios. Por ejemplo, los materiales terrígenos (arcillas o limos) procedentes de aportes continentales producidos por la deforestación, quedan en suspensión en las aguas marinas y causan un colapso en la producción orgánica de carbonato, ya que la arcilla puede cegar los aparatos respiratorios de los organismos, puede enterrar los sustratos duros necesarios para su fijación o puede disminuir e impedir la penetración de la luz necesaria para su desarrollo.

Con motivo de la proclamación, en 1997, del Año Internacional del Arrecife, se abrió una página en Internet, cuya dirección es <http://www.coral.org/IYOR>. Se recomienda su consulta a las personas interesadas en conocer más detalles sobre el estado actual de los arrecifes de coral y las iniciativas que se están tomando para su preservación. Asimismo, recomendamos consultar el material informativo y didáctico sobre los arrecifes de coral que se encuentran en la página de Internet:

<http://www.uni-stuttgart.de/UNISer/igps/home.html>.

Puede consultarse, además, una completa lista bibliográfica sobre los arrecifes de coral en la dirección:

<http://www.soest.hawaii.edu/SEAGRANT/iyorbib.html>.

CONCLUSIÓN

Los arrecifes son los ecosistemas marinos de mayor diversidad biológica y de su conservación depende la preservación de especies marinas únicas. Además, constituyen sistemas sedimentarios bioconstruidos, que, en escala, superan la arquitectura de cualquier otro ser vivo, incluido el hombre. La capacidad de sus organismos como productores de carbonato ha hecho, por un lado, que a lo largo de toda la historia geológica hayan contribuido a la formación de grandes masas de rocas carbonatadas, y, por otro, que constituyan un mecanismo de control del CO₂ presente en las aguas marinas y en la atmósfera, puesto que representan un importante almacén de este gas en forma de carbonato cálcico.

La captación del CO₂ atmosférico para la construcción de los arrecifes puede ser capaz de compensar, en cierta medida, la intensidad del efecto invernadero. Sin embargo, en caso de que exista algún agente inhibidor para la producción de carbonatos (caso de los aportes terrígenos o de la contaminación de las aguas marinas), la degradación y la destrucción de estos reguladores climáticos implicará que una parte significativa del CO₂ atmosférico ya no podrá ser captado por los organismos ni, por tanto, almacenado en los sedimentos carbonatados.

BIBLIOGRAFÍA

Bathurst, R. G. G. (1975). *Carbonate sediments and their diagenesis*. Developments in Sedimentology, 12. Elsevier Scient. Publ. co., 658 pp.

Scoffin, T.P. (1986). *An introduction to carbonate sediments and rocks*. Blackie ed., Glasgow and London. 274 pp.

Sorokin, Y.I. (1995). *Coral reef ecology*. Ecological studies, v. 102. Springer ed. 465 pp

Tucker, M. E. & Wright, V.P. (1990). *Carbonate sedimentology*. Blackwell Scient. Public. 482 pp. ■

Nota del editor: En la página Web www.oism.org/lpproject es posible encontrar argumentaciones en contra del calentamiento global. La complejidad de los problemas ambientales se pone nuevamente de manifiesto al comprobar que, por medio de Internet, casi 20.000 científicos solicitan al gobierno de EE. UU. que rechace los acuerdos de Kyoto (1997) sobre reducción de gases que incrementan el efecto invernadero. Sus argumentos científicos y razones pueden ser muy útiles para propiciar un debate sobre el tema.