

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor



La acidificación del océano y los arrecifes del Pacífico mexicano

La Paz, B.C.S., a 27 de febrero de 2011



Héctor Reyes Bonilla¹, Mónica Cecilia Mozqueda Torres¹, Luis E. Calderón Aguilera² y Gabriela Díaz Érales¹.

¹Universidad Autónoma de Baja California Sur,

Departamento Académico de Biología Marina

²Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Departamento de Ecología Marina.

hreyes@uabcs.mx



Resumen

La emisión de CO₂ a la atmósfera está acidificando el océano y alterando su equilibrio químico. Los esqueletos de los corales están constituidos por carbonato de calcio y un pH bajo inhibe la formación de arrecifes. Se evaluó el estado de saturación de la aragonita (indicador de la facilidad para el depósito de carbonato de calcio por los organismos), en arrecifes del Pacífico mexicano en la actualidad y hasta 2050, y se encontró que para 2030 ninguno de ellos podrá desarrollarse adecuadamente. El impacto potencial es enorme, considerando la multitud de servicios ambientales que provee este tipo de ecosistema.

Palabras clave: Omega de aragonita, Dióxido de carbono, Cambio global.

Abstract

The emission of CO₂ into the atmosphere is acidifying the ocean and altering their chemical balance. The skeletons of corals are composed of calcium carbonate and low pH inhibits the formation of reefs. We evaluated the state of saturation of aragonite (an indicator of the facility for the deposit of calcium carbonate by organisms) in the Mexican Pacific reefs current and 2050, and found that by 2030 none of them will develop properly. The potential impact is enormous, considering the multitude of environmental services provided by this type of ecosystem.

Key words: Omega aragonite, carbon dioxide, global change.

Area temática: Área 1. Físico-Matemáticas y Ciencias de la Tierra.

Problemática

La literatura científica, las agencias ambientales de los gobiernos y numerosas Organizaciones no Gubernamentales, han llamado la atención del público sobre los problemas que puede traer consigo el cambio global sobre la física, la química y la vida en el océano. Los expertos han hablado repetidamente sobre la elevación de la temperatura y el nivel del mar, y el aumento en velocidad e intensidad del deshielo de los polos, y concluido que habrá modificaciones en la distribución y abundancia de los organismos. Estos fenómenos pueden causar serias pérdidas económicas ya que modificarían el entorno marino y la vida del 40% de la población mundial, que reside a menos de 100 km de la costa.

Además de las afectaciones mencionadas, existe un problema adicional causado por el cambio global que es quizá de la misma importancia pero que ha sido relativamente poco difundido: el aumento en la acidez del océano debido a la entrada de dióxido de carbono desde la atmósfera. Este gas se integra al mar por difusión directa y de manera natural se incorpora al ciclo de los carbonatos, por lo que eventualmente grandes concentraciones son depositadas en forma de esqueletos de organismos o como cristales inorgánicos que forman los sedimentos. Desafortunadamente, el exceso de CO₂ en el aire producto de la quema de combustibles fósiles atenta con modificar intensamente la vida marina ya que durante cada paso del ciclo de los carbonatos se genera un protón, y este contribuye a bajar el pH del agua. Así, mientras más CO₂ entre al mar, éste se vuelve progresivamente más ácido. Este problema atenta con disminuir la abundancia de recursos pesqueros clave al afectar su reclutamiento y reducir la calidad de los servicios ambientales otorgados por los arrecifes de coral y otros ecosistemas, a debilitar su resistencia a ciclones o tormentas.

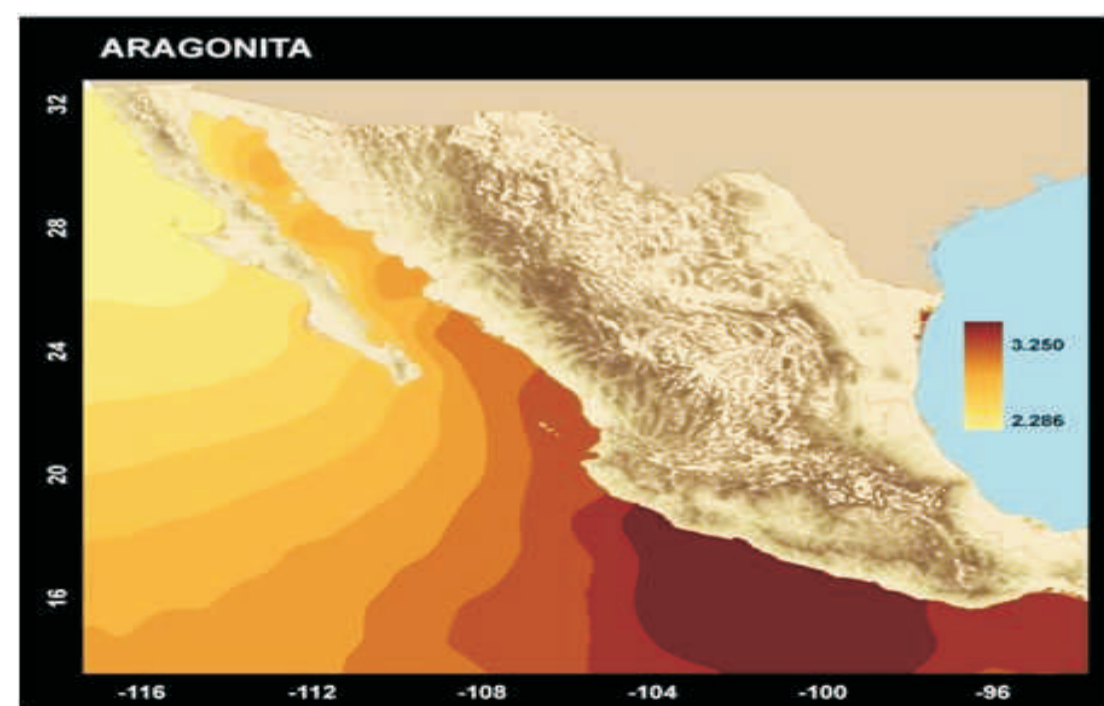


Fig. 1. Niveles de saturación de aragonita (Ω) en superficie a lo largo del Pacífico mexicano. Los colores oscuros indican mejores condiciones para el desarrollo arrecifal.

Usuarios

Las Agencias del gobierno federal SEMARNAT, CONABIO, SAGARPA, SECTUR, SE. La información sobre las condiciones actuales y futuras de la acidez oceánica tiene relevancia para grupos clave que utilizan la zona costera (pescadores comerciales y deportivos, prestadores de servicios turísticos, gobiernos municipales y estatales).

Proyecto

La acidez tiene consecuencias desde el nivel de la célula hasta el del ecosistema. A nivel interno de los organismos marinos, un ambiente ácido dificulta las reacciones enzimáticas, altera los procesos de desarrollo larval, y disminuye la sobrevivencia de peces e invertebrados juveniles. Por otra parte, el bajo pH debilita los esqueletos de especies clave como corales, moluscos o erizos de mar, dejándolos más expuestos a sus depredadores, o bien deshace los sedimentos carbonatados y con ello dificulta el crecimiento de los arrecifes.

En México no existen sistemas de monitoreo formal de la acidez oceánica, aunque la Administración Nacional Oceanográfica y Atmosférica de los Estados

Unidos (NOAA) provee excelente información sobre la situación del sistema de carbonatos a gran escala en el Mar Caribe y el Programa Mexicano del Carbono tiene como plan a futuro generar una red nacional para este fin. No obstante eso, ya es posible tener información a este respecto para nuestro país aprovechando la disponibilidad de herramientas satelitales y bases de datos internacionales.

La investigación que aquí se reseña forma parte del trabajo que está realizando el Cuerpo Académico de Biología de la Conservación de la UABCS en combinación con el grupo "Arrecifes del Pacífico" de la Red Mexicana de Investigación Ecológica a Largo Plazo (Mex-LTER). El objetivo es analizar las condiciones actuales de la acidez en zonas arrecifales del Golfo de California y el Océano Pacífico, empleando como indicador los valores de estado de saturación de aragonita (Ω ar). Este mineral es una forma típica como se presenta el carbonato de calcio en organismos marinos, y el índice revela la facilidad relativa para el carbonato sea depositado en forma de esqueletos. De manera específica se pretende determinar qué sitios presentan mejores condiciones para el desarrollo de comunidades coralinas en el occidente de México.

El estudio inició con una búsqueda de información satelital y de bases de datos oceanográficas internacionales sobre el promedio anual y estacional de la temperatura y la salinidad superficial en el Pacífico de México entre 1984 y 2009, y con esas dos variables se calculó la alcalinidad actual de la región usando la ecuación de Lee et al. (Geophys. Res. Lett. 33 L19605: 1-5) a una escala de 1° x 1° de latitud-longitud. El siguiente paso consistió en combinar dichas variables con información sobre la concentración actual de CO₂ en la atmósfera y con datos sobre concentración promedio anual de silicatos y fosfatos, con el fin de calcular para cada sección de estudio el valor de W aragonita (Fig. 1). Los resultados (Fig. 2) muestran que el Pacífico tropical mexicano y la parte suroeste del Golfo de California ofrecen un entorno apto para los arrecifes ($\Omega > 3.1$), y que localidades como las Islas Marías (Nayarit), Manzanillo (Colima) y Zihuatanejo (Guerrero) presentan el mejor potencial para el desarrollo arrecifal. Esto ha sido confirmado con revisiones de campo en dichas localidades, las cuales concentran el 90% de los arrecifes en la costa oeste del país.

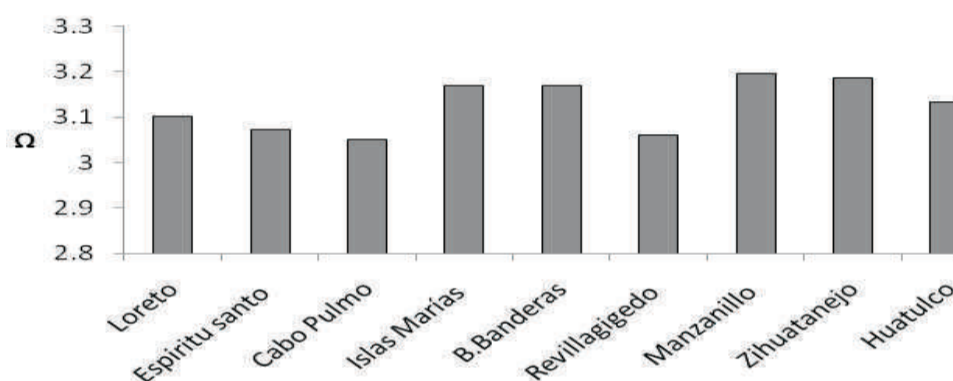


Fig. 2. Promedios de saturación de aragonita en aguas superficiales de arrecifes del Pacífico mexicano (2009). Los valores altos indican que el sitio presenta un ambiente mas apto para el crecimiento coralino.

El segundo objetivo del trabajo busca estimar la elevación de la acidez en las regiones citadas por década y hasta el año 2050, tomando en cuenta pronósticos de elevación de la temperatura y del dióxido de carbono respaldados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés). Para esta fase se usaron las predicciones del modelo acoplado océano-atmósfera ISAM en tres escenarios. El B1 indica un mundo "ecológicamente amigable", con elevaciones de temperatura atmosférica de menos de 2°C para el año 2100, y que presenta una tasa de aumento poblacional no muy alta. También se tomó el escenario A1FI, según el cual la elevación de la temperatura será superior a 4°C debido a que se mantiene una la quema de combustibles fósiles en una sociedad altamente globalizada, de rápido crecimiento y que puede llegar a 9 billones de personas para el 2050. Finalmente, se siguió el escenario IS92a ("intermedio"), el cual propone elevaciones térmicas de 2.5° a 3°C, con menor dependencia mundial del petróleo y el carbón, pero con altas tasas de crecimiento poblacional.

La situación de la Ω aragonita en el Pacífico mexicano en años por venir es preocupante (Fig. 3). Para 2050 los valores promedio del indicador en la región disminuyen entre 13% (B1), 15% (IS92a) o 22% (A1FI) de los valores actuales, pero es mas importante el hecho que no obstante cual escenario represente la realidad a futuro, para 2030 todas las zonas arrecifales del Pacífico mexicano habrán sufrido una disminución en la capacidad de calcificación que impedirá que dichos ecosistemas puedan desarrollarse adecuadamente.

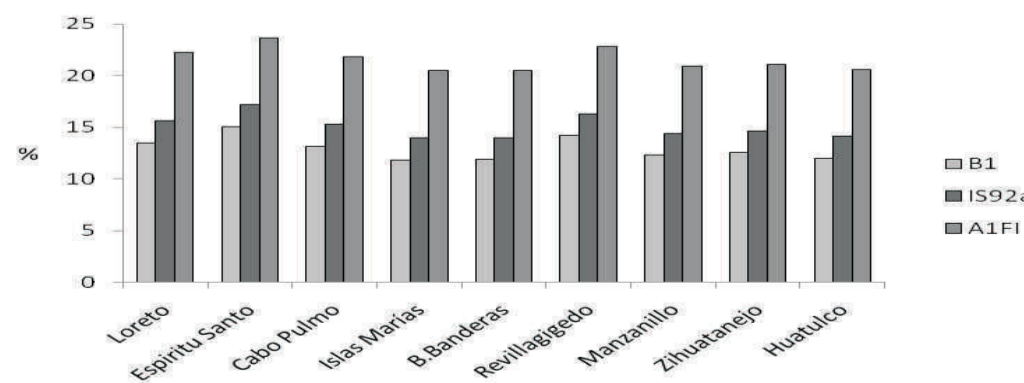


Fig. 3. Disminución en la saturación de aragonita en arrecifes del Pacífico mexicano, estimada a partir de tres escenarios del modelo atmósfera-océano ISAM.

Impacto socioeconómico

Debido a desacuerdos entre gobiernos, las medidas de control de emisiones de gases invernadero no han sido aplicadas de forma eficiente, y la elevación de la acidez en el océano parece ser inevitable. Los arrecifes de coral estarán entre los ecosistemas mas afectados y podría haber daños económicos enormes si se llegaran a perder los servicios ambientales que proveen, incluyendo zonas de refugio, crianza y alimentación de especies comerciales, atractivos turísticos y protección en caso de tormentas. Aquí sugerimos que en virtud de esta situación y de manera precautoria, las autoridades federales y estatales en México deben ejercer mayor control sobre aquellas actividades humanas que están bajo su control y puedan afecten los arrecifes, incluyendo la sobrepesca comercial y el turismo masivo.

Contacto: <http://pcti.mx>, hnolasco2008@hotmail.com