

Medio ambiente



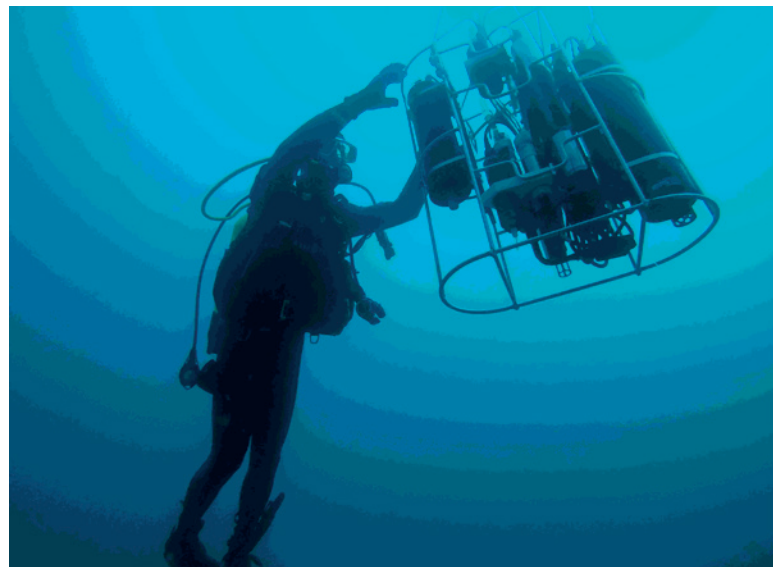
Las técnicas nucleares e isotópicas ayudan a evaluar la acidificación de los océanos y los efectos del cambio climático

RESUMEN

- Los factores que determinan el clima son complejos. Los océanos almacenan aproximadamente una cuarta parte del dióxido de carbono (CO_2) que se emite a través de las actividades humanas y desempeñan un papel importante para limitar los efectos del cambio climático.
- El aumento de las emisiones de carbono y de las temperaturas está perturbando los procesos oceánicos, lo que podría tener importantes consecuencias para los ecosistemas marinos, el clima a escala mundial, la protección de las costas e industrias costeras como la pesca y el turismo.
- Para entender y prever posibles cambios en el clima, es importante entender los procesos que intervienen en el ciclo global del carbono.
- Los niveles cada vez mayores de CO_2 en la atmósfera provocan un calentamiento global, lo que conduce a su vez no solo a un aumento de la temperatura de los océanos sino también a la acidificación de estos, fenómeno que en ocasiones se conoce como “el otro problema del CO_2 ”, junto con el cambio climático.
- El OIEA presta apoyo a los Estados Miembros en el uso de radioisótopos para entender el ciclo del carbono en el océano y cómo la acidificación de los océanos puede afectar al medio marino y a servicios fundamentales de los ecosistemas.

INTRODUCCIÓN: LA RELACIÓN ENTRE LOS OCÉANOS Y EL CLIMA

El ciclo global del carbono describe los flujos de carbono entre distintos compartimientos ambientales (la atmósfera, los océanos, la biosfera terrestre y los sedimentos). Este carbono puede estar presente, por ejemplo, en forma de dióxido de carbono (CO_2) o de metano (CH_4), dos destacados gases de efecto



Investigadores del OIEA miden parámetros como la temperatura y la salinidad del mar para comprender mejor el ciclo global del carbono y los factores que inciden en él.

(Fotografía: R. Cassi/OIEA)

invernadero. Es fundamental cuantificar exactamente estos cambios y las reservas de carbono a fin de construir los modelos climáticos que se emplean para predecir los efectos del cambio climático.

El océano absorbe al menos una cuarta parte del CO_2 liberado a la atmósfera por efecto de actividades antropógenas como la quema de combustibles fósiles. Parte de este CO_2 regresa a la atmósfera, mientras que otra pasa de las aguas superficiales a las profundidades oceánicas, donde el reservorio de carbono es 50 veces superior al carbono almacenado en la atmósfera. Esta capacidad del océano para regular las emisiones de CO_2 en la atmósfera constituye un servicio vital para la naturaleza.

Un cambio en los flujos hacia las reservas de carbono en el océano, como los causados por la actividad humana, podría afectar a la capacidad de almacenamiento del océano, lo que a su vez tendría graves consecuencias para los niveles de CO₂ en la atmósfera. Además, un océano cada vez más caliente y acidificado será incapaz de absorber las mismas cantidades de CO₂, lo que provocará un aumento de las concentraciones de CO₂ que permanecen en la atmósfera y agravará el calentamiento global.

LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

La absorción de CO₂ por el océano no está exenta de consecuencias para la vida marina. Es la causa de la acidificación de los océanos, un cambio en la química de los carbonatos de los océanos que en ocasiones se conoce como el "otro problema del CO₂". La acidificación de los océanos se ha revelado durante el último decenio como un problema clave a escala mundial por sus posibilidades de afectar a los organismos marinos y los ciclos biogeoquímicos.

La acidificación de los océanos incluye una serie de cambios en la química del agua de mar, como una disminución de su pH (una medida de la acidez/alcalinidad), lo que indica que la acidez está aumentando. Estos cambios son mensurables: el pH medio de los océanos ha disminuido alrededor de 0,1 desde el inicio de la Revolución Industrial, lo que equivale a un aumento de la acidez del 26 %. No obstante, resulta difícil estimar todas las consecuencias que la acidificación de los océanos tendrá en la vida marina. Los estudios muestran un amplio abanico de posibles efectos, tanto positivos como negativos, y especies diferentes presentan distintos niveles de resiliencia y adaptabilidad.

Por debajo de un determinado pH y de la correspondiente concentración de carbonatos, las condiciones se vuelven corrosivas para el carbonato de calcio, que muchos organismos emplean para construir conchas y esqueletos. Algunos corales, pterópodos (pequeños caracoles marinos), moluscos bivalvos (como las almejas y los mejillones) y el fitoplancton calcificador parecen ser especialmente sensibles a los cambios en la química del agua de mar.

Además, la energía gastada para superar unas condiciones de acidez cada vez mayor puede reducir la energía disponible para procesos fisiológicos como la reproducción y el crecimiento. Científicos de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente están utilizando técnicas en las que se emplean

radioisótopos para investigar los efectos de la acidificación de los océanos y su interacción con otros factores de estrés, como el aumento de las temperaturas debido al cambio climático o factores de estrés locales como los contaminantes.

ENTENDER LAS CONSECUENCIAS DE LA ACIDIFICACIÓN DE LOS OCÉANOS

Las técnicas nucleares e isotópicas son instrumentos poderosos para estudiar la acidificación de los océanos y han contribuido ampliamente a investigar los cambios habidos en el pasado en la acidez de los océanos y los posibles efectos en los organismos marinos. Por ejemplo, gracias a isótopos del boro, los científicos pueden evaluar el pH de los océanos en el pasado a partir de corales y organismos fosilizados, e identificar "eventos de acidificación" previos que podrían estar relacionados con extinciones masivas y cambios en la estructura de los ecosistemas.

Las técnicas nucleares e isotópicas también pueden emplearse para estudiar los efectos de la acidificación de los océanos en organismos marinos como los corales. Los arrecifes de coral albergan algunos de los ecosistemas más diversos del planeta; con todo, muchos corales son muy sensibles a las variaciones en su entorno y los arrecifes de coral se encuentran entre los ecosistemas más amenazados del mundo.

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente realizan investigaciones con isótopos radiactivos, como el calcio 45, que se pueden utilizar como trazadores para estudiar el ritmo de crecimiento de organismos calcificadores como los corales o los mejillones y otros moluscos, en cuyos esqueletos y conchas encontramos carbonato de calcio. También se emplean trazadores para determinar cómo afecta la acidificación de los océanos a la fisiología de otros organismos marinos, así como las consecuencias de una combinación de factores de estrés, como la acidificación de los océanos, la temperatura y la presencia de contaminantes.

Dados los posibles efectos de la acidificación de los océanos en los medios y ecosistemas marinos, los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente realizan actividades de investigación y prestan apoyo a los Estados Miembros a fin de profundizar en esferas del conocimiento como las implicaciones económicas de la acidificación de los océanos para la pesca.

Además de las actividades de investigación, los laboratorios del OIEA de Mónaco acogen el Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación



Participantes en un curso de capacitación del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos celebrado en China aprenden a medir la química de los carbonatos para estudiar la acidificación de los océanos.

(Fotografía: V. Shi/Universidad de Xiamen, China)

de los Océanos, que promueve la colaboración científica a escala mundial para comprender, sobre la base de los hechos, los posibles efectos de la acidificación de los océanos en el medio ambiente marino y las poblaciones costeras. Asimismo, los laboratorios de Mónaco sensibilizan sobre cómo pueden utilizarse las técnicas convencionales, nucleares e isotópicas para entender el efecto de los cambios en la química del agua de mar y los organismos y ecosistemas marinos, en combinación con otras presiones humanas como la explotación excesiva de los recursos marítimos, la eutrofización y la contaminación.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE CARBONO DEL OCEANO MEDIANTE APLICACIONES NUCLEARES

Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente utilizan radioisótopos para entender la capacidad de almacenamiento de carbono del océano y cómo podría verse afectada esa capacidad por unas condiciones climáticas cambiantes.

El océano almacena carbono principalmente por medio de dos mecanismos: la bomba de solubilidad y la bomba biológica de carbono.

En la bomba de solubilidad, el CO_2 se transporta de la atmósfera a las profundidades oceánicas mediante procesos físicos y químicos, como el intercambio gaseoso, la disolución y la circulación oceánica. Por medio de la bomba biológica de carbono, el fitoplancton, es decir, las plantas marinas microscópicas que se encuentran en el escalafón más bajo de la cadena alimentaria oceánica, toma, como parte de la fotosíntesis, CO_2 en la superficie del océano y lo convierte en partículas de carbono orgánico disuelto (moléculas que contienen carbono producidas por lo general por seres vivos). Una parte de este carbono llega hasta las profundidades oceánicas, donde se recicla de nuevo en carbono inorgánico y se almacena, aislado de la atmósfera.

Si la bomba biológica de carbono del océano dejara de operar, el CO_2 en la atmósfera podría aumentar en el orden de entre 200 y 400 partes por millón (ppm) por encima del nivel actual de 400 ppm, que se alcanzó por vez primera en 2015.



Un científico de los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente toma muestras de agua de mar para estudiar el papel de los microbios en el ciclo del carbono en el océano.

(Fotografía: R. Hansman/OIEA)

El flujo de carbono hacia las profundidades oceánicas puede medirse directamente capturando en trampas de sedimentos partículas que se hunden (organismos microscópicos vivos y muertos, materia fecal) e, indirectamente, mediante radioisótopos naturales del torio y el polonio.

Esos radioisótopos cuyas tasas de decaimiento se conocen, se emplean como “relojes” para determinar la velocidad a la que se hunden las partículas que contienen carbono. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente examinan el destino del carbono por medio de radioisótopos para analizar los procesos microbianos en las profundidades oceánicas. Los microbios son responsables de la transformación en carbono inorgánico del material orgánico procedente de las partículas que se hunden. Tanto el radiocarbono natural como los trazadores marcados con radioisótopos pueden utilizarse para medir estos procesos microbianos como expresión del ciclo del carbono en las profundidades oceánicas.

La aplicación de estos instrumentos en una gama de contextos oceánicos ayuda a determinar el alcance del flujo del carbono que se hunde en distintos ecosistemas y a evaluar su sensibilidad al cambio climático. Los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente participan en misiones de investigación en todo el mundo para recoger muestras que permitan medir el flujo de partículas, también en el océano Ártico, una región sensible al calentamiento oceánico, y en zonas de mínimo de oxígeno como en las costas del Perú y Mauritania. Según las previsiones, esas zonas se ampliarán en los futuros escenarios de cambio climático.

Entender las tasas de reciclaje del carbono y las condiciones que influyen en esas tasas es importante para evaluar la capacidad de las profundidades oceánicas de almacenar carbono y de qué manera podría variar en un entorno climático y un medio marino cambiantes.

ÁMBITOS EN LOS QUE LOS ESTADOS MIEMBROS PUEDEN RECIBIR ASISTENCIA DEL OIEA

1. Para examinar de qué manera la ciencia y la tecnología nucleares pueden contribuir a comprender mejor el cambio climático, la acidificación de los océanos y sus consecuencias para la vida marina y las industrias costeras.
2. Para participar en las actividades de investigación colaborativa del Centro Internacional de Coordinación sobre la Acidificación de los Océanos, que promueve una cooperación mundial eficaz para hacer frente a las amenazas que la acidificación de los océanos plantea al medio marino.
3. Para colaborar con los Laboratorios del OIEA para el Medio Ambiente en actividades de creación de capacidad y de capacitación en el uso de la tecnología nuclear para redoblar los esfuerzos encaminados a contener las consecuencias de la acidificación de los océanos.

Las *Sinopsis* del OIEA son elaboradas por la Oficina de Información al Público y Comunicación (OPIC).

Redacción: Aabha Dixit • Diseño: Ritu Kenn

Para más información sobre el OIEA y su labor, visite www.iaea.org, síganos en



o lea la publicación emblemática del OIEA, el *Boletín del OIEA*, en www.iaea.org/bulletin

OIEA, Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Viena, Austria

Correo electrónico: info@iaea.org • Teléfono: +43 (1) 2600-0 • Fax +43 (1) 2600-7

