

Oceanografía: El ciclo del carbono a profundidad

Por mucho tiempo se ha planteado la hipótesis de la existencia de una comunidad microbiana en el lecho marino. La evidencia isotópica indica que una biósfera profunda de microbios tanto depura fluidos oceánicos de material orgánica como produce nuevo y pero también viejo carbón orgánico in situ.

Katrina J. Edwards

En recientes décadas hemos sabido que el mayor sistema acuífero reside bajo el océano en los espacios porosos de basalto, la roca volcánica que constituye la mayor parte del lecho marino.

Sorprendentemente, el volumen equivalente a las cuencas oceánicas del mundo circula a través de este acuífero cada 70 000 años aproximadamente. Este acuífero en el subsuelo marino se cree que acoge diversas comunidades de bacteria y archaea. Sin embargo, la dificultad en la toma de muestras de océano profundo, sin hablar de la corteza subyacente ha impedido la caracterización de esta potencialmente extensiva biósfera. Además, en algunas regiones fuertemente sedimentadas del lecho marino, los hidratos de gas sirven como habitat de microbios que consumen metano. Dos documentos en la publicación *Nature Geoscience* proponen que los microbios que viven en estos altamente diferentes entornos lechos oceánicos, sirven como fuente de antiguo carbón orgánico en el fondo del océano.

Los análisis de núcleos de basalto del fondo del océano han revelado la presencia de peculiares características texturales – canales y fosos- que se cree son producidos durante la alteración microbiana de la roca. Los estudios moleculares sugieren que la bacteria y la archaea residen en los flancos de la cresta basáltica en medio del océano.

Y cálculos termodinámicos y bioenergéticos basados en la energía liberada durante las reacciones agua-roca, sugieren que los flancos de la cresta basáltica pueden sostener el crecimiento de litoautótrofos, que son microbios que obtienen energía a través de la oxidación de compuestos inorgánicos. Sin embargo, ha resultado difícil verificar los procesos microbianos propuestos que tienen lugar en el fondo marino, y evaluar su magnitud e implicaciones, dada la dificultad asociada con hacer muestras de la roca del subsuelo marino para estudios científicos.

Las perforaciones recientes en el lecho marino pueden ayudar a resolver la incertidumbre proporcionando acceso sin precedentes al reino de la corteza rocosa. McCarthy y sus colegas proporcionan *argumentos* de la existencia de una biósfera de subsuelo en el lecho marino usando medidas de la composición de isótopos de carbono estables del carbón orgánico disuelto en fluidos de ventilación de un pozo de sondeo del sistema hidrotérmico en el flanco de la cresta enfrente de Juan de Fuca en el centro de expansión en el Pacífico Noroeste.

Ellos muestran que la composición de isótopos estables de carbono orgánico disuelto en los fluidos de ventilación se agota en relación con el agua del mar y cae dentro del rango conocido para el dióxido de carbono para quimioautótrofos fijos- microbios que obtienen energía de la oxidación tanto de compuestos orgánicos como de inorgánicos.

Las medidas de isótopos de radiocarbono fueron creadas para determinar la edad de carbono orgánico disuelto. Los valores coinciden con los antiguos carbonos inorgánicos disueltos -11 800 – 14 000 años antes del presente- indicando que los microbios quimiosintéticos sintetizan carbono orgánico disuelto de fluidos envejecidos que viajan por la corteza acuífera.

Los descubrimientos sugieren que el carbono orgánico disuelto que viaja de la cuenca oceánica hacia la corteza es efectivamente borrado del agua marina durante su viaje.

Las implicaciones de estos descubrimientos pueden ser bastante asombrosos – sugieren que la biósfera del subsuelo marino es suficientemente grande para mantener una significativa producción primaria *in situ* y de exportar el viejo carbono orgánico disuelto a lo profundo del océano. Esto puede tener ramificaciones para el ciclo global del carbono y la composición y fuente de la materia orgánica disuelta en el océano.

Es incierto si los quimioautótrofos generan carbón orgánico disuelto en otros entornos hidrotérmicos. El flanco de la cresta Juan de la Fuca es inusual comparado con la mayoría de las crestas medias en medio del océano. Durante el último máximo glacial, sedimentación del Pleistoceno prematuramente sepultó el flanco de la cresta. Esto creó un sistema hidrotérmico en el cual los fluidos son lentos, tibios y anóxicos. Los cálculos de actividad quimiosintética en los flancos de la cresta típicamente se han enfocado en ambientes óxicos, abiertos de baja temperatura, y han mostrado que la bacteria puede contribuir al desgaste de la roca en estos entornos. McCarthy y sus colegas extienden la presencia de la producción

quimiosintética a las condiciones más inusuales en la cresta de Juan de la Fuca.

El antiguo carbón en el profundo océano también está en el centro de atención en un habitat muy diferente del profundo océano – filtraciones de hidrato de metano, 100 kilómetros al noreste del flanco de la cresta Juan de la Fuca. Pohlman y sus colegas sugieren que el carbón derivado del metano añejo puede contribuir al estanque de carbón orgánico disuelto en el océano profundo. Ellos se embarcaron en un estudio de un isótopo de radiocarbono de carbono orgánico disuelto en el agua profunda que cubre las filtraciones de hidrato de metano frente a la isla de Vancouver. Descubrieron que el carbono orgánico disuelto en el mar profundo era considerablemente más añejo comparado con el fondo de carbono orgánico disuelto en el agua de mar y agotado en C. Los autores atribuyen la fuente de este único signo isotópico a la degradación de fósil de metano. El cálculo del balance de la masa apoya la sugerencia significativa de que el flujo global de metano derivado disuelve la materia orgánica en el océano profundo. Sin embargo, se recomienda precaución, pues el tamaño de los depósitos de hidratos de gas y su susceptibilidad a la biodegradación es desconocida.

Los descubrimientos de estos dos estudios arrojan nueva luz sobre el ciclo del carbono en el océano, y las fuentes y sumideros de l elusivo estanque de carbón orgánico disuelto en el océano profundo. Ambos ponen en tela de juicio el punto de vista canónico de la producción de materia orgánica disuelta en los océanos del mundo que afirma que la mayoría de la materia orgánica disuelta se obtiene de la fijación fotosintética del carbón moderno en la columna de la forma superior del agua. Claramente, se necesitan estudios futuros para entender la producción y el flujo del quimiosintético carbón orgánico disuelto en los flancos de las crestas, y el carbón orgánico disuelto derivado del metano de filtros, para explicar cómo se han acoplado los ciclos biogeoquímicos del carbón en el océano profundo.