



INSTITUTO DEL MAR DEL PERÚ

INFORME

ISSN 0378-7702

Volumen 43, Número 2



Abril - Junio 2016
Callao, Perú

NOTA CIENTÍFICA

LOS OASIS SUBMARINOS ABISALES Y FORMAS PRIMITIVAS DE VIDA

OASIS SUBMARINE ABYSSAL AND PRIMITIVE FORMS OF LIFE

Dr. Nestor Teves Rivas¹

ABSTRACT

TEVES N. 2016. Oasis submarine abyssal and primitive forms of life. *Nota Científica. Inf Inst Mar Perú.* 43(2): 229-235.- Several years ago, I called "Submarine Oasis" to temperate bubbles (at about 17 °C) made up by mixing hot waters of hydrothermal vents (350-400 °C) with very cold abyssal waters almost at freezing point. In this environment has developed cents of new species to science. The life cycle is chemosynthetic using methane and sulphydryl acid. It has been theorized that life in our planet started in the same way.

Hace varios años denominé "Oasis Submarinos de las profundidades abisales" a las burbujas de agua templada (17 °C) que se forman por la mezcla de las aguas que salen de las fuentes hidrotermales (350-400 °C) y las aguas abisales a temperaturas casi de congelación. En estos ambientes han proliferado cientos de nuevas especies a la ciencia. El ciclo de vida es quimio sintética a partir del metano y el ácido sulfhídrico.

Se ha teorizado que en forma similar se habría iniciado la vida en nuestro planeta. Esta vida apareció hace tres mil quinientos millones de años en un ambiente que se había enfriado lo suficiente como para permitir que el vapor de agua se condensara y formara el protoocéano y las rocas formaran una masa sólida. Los volcanes emitían gases hacia la atmósfera en formación, incluyendo nitrógeno, hidrógeno y carbono, pero escaso oxígeno.

El develamiento de la actividad hidrotermal submarina se remonta a 1965, cuando se hallaron cuencas de salmueras (brine pools) hidrotermales densas y depósitos de lodos metalíferos en la cresta axial correspondiente a la zona de expansión oceánica del Mar Rojo. Este lugar es conocido como SIMA ATLANTIS II, que contiene 94 millones de toneladas y leyes de 0,45% de cobre (Cu), 2,07% de cinc (Zn), 39 ppm de plata (Ag) y 0,5 ppm de oro (Au), siendo el mayor depósito metalífero submarino conocido.

El descubrimiento de las fuentes hidrotermales submarinas tuvo lugar en el año 1977, por un grupo de investigación científica que realizaba estudios geotérmicos en la Dorsal de las islas Galápagos (Océano Pacífico). Lo que los tripulantes y los integrantes del grupo científico habían visto desde el minisubmarino norteamericano Alvin, del Woods

Hole Oceanographic Institution, era un espectacular paisaje constituido por un gran número de fumarolas negras colonizadas por densas poblaciones de exóticos y desconocidos animales. Este hallazgo fue publicado en el National Geographic Magazine (Fig. 1). Estos científicos, identificaron cinco oasis submarinos en las proximidades de las Islas Galápagos, donde habitan cientos de especies nuevas a la ciencia con un ciclo de vida quimiosintético (a partir del metano) diferente del fotosintético de la superficie (a partir del CO₂). Tras el descubrimiento de estos extraordinarios ecosistemas abisales se han realizado numerosos estudios sobre ellos y si en un principio, a los investigadores ya les resultaban espectaculares y extraordinarios, fue mayor el interés cuando se descubrió que eran las bacterias quimioautotróficas (que llevan a cabo procesos de síntesis de materia orgánica a partir de compuestos inorgánicos reducidos, que obtienen de las fuentes hidrotermales que fluyen del interior de la Tierra) las responsables de la producción primaria de la que dependen dichos ecosistemas. Además, las fuentes hidrotermales submarinas son sistemas quimiosintéticos, puesto que en ellos los organismos vivos se desarrollan sin necesidad de energía solar.

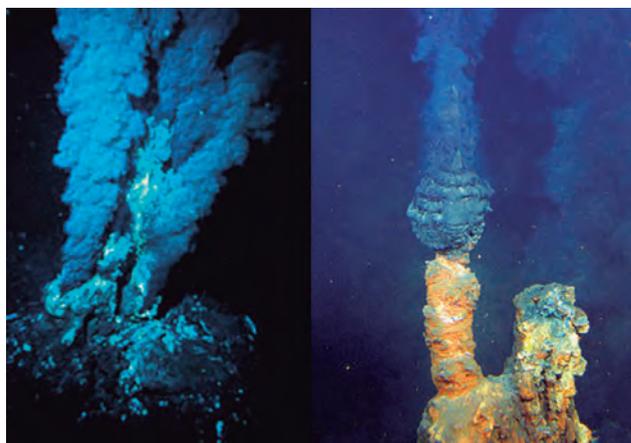


Figura 1.- Fuentes hidrotermales submarinas

¹ Dpto. de Oceanografía y Pesquería, FOPCA/UNFV.

Los investigadores que estudiaron las fuentes hidrotermales submarinas propusieron una hipótesis inicial en la década de 1970-1980, que se ha ido consolidando a lo largo de los años posteriores hasta convertirse en la más aceptada hoy en día. Esta hipótesis puntualiza que los sitios de ocurrencia de síntesis de los compuestos químicos necesarios para el desarrollo de formas de vida primitiva, fueron los sistemas hidrotermales submarinos. En estos ambientes, el agua de mar circula a través de la corteza oceánica, además de interactuar con ella, y entra en las grietas y fisuras (por las que la lava es expulsada), donde se calienta y experimenta cambios químicos debidos a la interacción con la roca. Posteriormente, el agua de mar calentada es expulsada hacia arriba a través de las chimeneas y de las grietas hidrotermales, proceso durante el cual adquiere el ácido sulfhídrico (H₂S). Una vez realizado este proceso, se obtienen las condiciones necesarias para que las bacterias quimiosintéticas utilicen el ácido sulfhídrico como fuente de energía metabólica, permitiendo, así, su generación, reproducción y floración, constituyendo el alimento para los organismos de dichos ecosistemas, como los cangrejos, almejas, mejillones y gusanos tubiformes (Anexo).

En 1976 se había descubierto en la Dorsal de Galápagos un sistema hidrotermal de baja temperatura con lodos ricos en nontronita y óxido de manganeso. En 1979, en el Umbral del Pacífico Este se encontraron las chimeneas mineralizantes activas (black smokers) en las que se reportó la emisión de agua a 350 °C muy rica en metales, sulfuros de metales básicos con metales preciosos y sulfatos (baritina y anhídrita). Los minerales aportados, además de servir de nutrientes, pueden originar yacimientos minerales vulcanogénicos, los nódulos de manganeso, las costros y torres de manganeso y hierro ricos en cobalto, níquel, cobre y oro, los sulfuros masivos polimetálicos tipo kuroko y los pórfidos de cobre.

Posteriormente, se han descubierto más de 100 sistemas de fuentes hidrotermales de fondo oceánico con temperatura de hasta 405 °C (Fig. 2), la mayor parte se distribuyen en los océanos Pacífico y Atlántico, aunque también se hallan en el océano Índico y Mar Mediterráneo.

También se han descubierto fuentes hidrotermales someras o de poca profundidad que se relacionan a márgenes de placas (Fig. 3). Tenemos en la rada de Kratemaya en el arco de islas de las Kuriles en Rusia, en la bahía de Plenty en Nueva Zelanda, en las Islas de Nueva Bretaña, Ambitle y Lihir, en el arco de Bismarck en Papúa Nueva Guinea, en el Mar Egeo y las Islas Eolias, en el Mediterráneo Central y Oriental, en Dominica en las Antillas, en diversas localidades del Margen Pacífico Occidental, dorsal de Kolbeinsey

en Islandia, monte submarino de Joao de Castro en las Azores, arcos de islas de Kermadec al norte de Nueva Zelanda, en Bahía Concepción y Punta Banda en la Península de Baja California, en Punta Mita en Nayarit, México y en White Point en California.

Formas primitivas de vida.- Las formas primitivas de vida fueron organismos unicelulares, denominadas archeas y bacterias verdaderas. El descubrimiento de las archeas cerca de las fuentes hidrotermales de océano profundo, ha llevado a teorizar que habrían estado presentes cuando apareció la vida hace tres mil quinientos millones de años, en condiciones similarmente extremas. El cambio de moléculas inorgánicas a la primera célula orgánica, una bacteria autoreproductiva, habría ocurrido en estas fuentes hidrotermales, en condiciones similares a las que se han observado hoy en día. Estas formas primitivas habrían usado compuestos químicos, metano, como fuente de energía en forma similar a los microbios que viven actualmente en el océano profundo y en las rocas del manto. Los estromatolitos son estructuras sedimentarias en capas formadas por acreción de material microbioal que existieron hace tres mil quinientos millones de años.

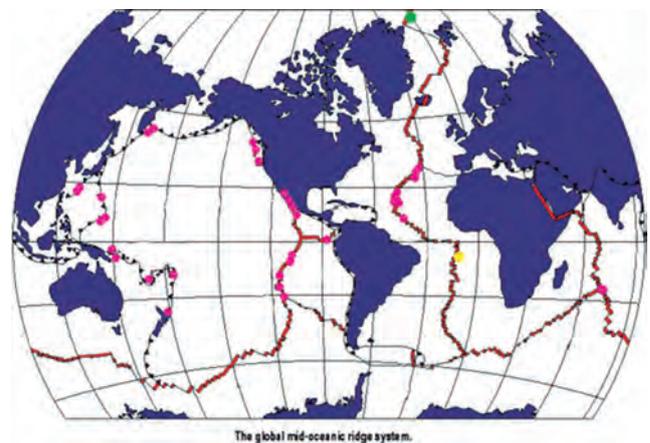


Figura 2.- Fuentes hidrotermales submarinas



Figura 3.- Fuentes hidrotermales submarinas someras

A fines del Arqueano (dos mil quinientos millones de años) las cianobacterias evolucionaron para usar la luz solar y el dióxido de carbono de la atmósfera para utilizar esta energía en la fotosíntesis.

El oxígeno generado como subproducto de la fotosíntesis al principio fue disuelto en el océano y, combinado con hierro formó unidades de hierro bandeado. El oxígeno empezó a acumularse en la atmósfera, iniciándose el proceso que en los siguientes mil millones de años permitiría la vida con respiración de oxígeno.

El oxígeno en la atmósfera formó la capa de ozono, escudo protector de la radiación ultravioleta, haciendo posible que la vida emergiera del océano y pudiera sobrevivir.

En la era Archeozoica, los continentes se hicieron más grandes y se formaron algunas de las cadenas montañosas. La corteza se fue diferenciando del manto y se inició la tectónica de placas. Registros en rocas antiguas indican períodos de orogénias (formación de cordilleras) y erosión que formaron sedimentos, los cuales fueron arrastrados a regiones costeras de aguas someras, donde se produjeron condiciones de hábitat favorables para la proliferación de la vida marina. Las glaciaciones en esta era fueron muy extendidas llegando cerca del ecuador.

Se han encontrado microbios a 7 km bajo la superficie en granitos y basaltos del manto que sobreviven en compuestos de carbono como el petróleo. Otros viven sin oxígeno y metabolizan hidrógeno y estarían relacionados a microbios primitivos de los albores de nuestro planeta. Estos microbios reparan su propio ADN.

Los primeros organismos con un núcleo, los eucariótidos, aparecieron en los registros fósiles hace unos dos mil cien millones de años, se les ha encontrado en petróleo crudo y rocas sedimentarias antiguas.

Compuestos de carbono en forma de U con ramificaciones laterales se presentan en rocas del Proterozoico Medio de mil seiscientos millones de años. En el Proterozoico Superior biomarcas indican registro de esponjas.

Una explosión de vida continuó y hace unos quinientos cuarenta y dos millones de años (límite Precámbrico – Cámbrico) existían casi todos los Phyla que encontramos en el mundo moderno.

En el valle de Nunavut, cerca del círculo ártico (norte-centro de Canadá) en la isla de Ellesmere, se encontró

en el 2004, un fósil intermedio entre un pez y un animal de 4 patas, tenía branquias, escamas y aletas, probablemente pasó la mayor parte de su vida en el agua, pero también tenía pulmones, un cuello flexible y un esqueleto que podía sostener su cuerpo en aguas poco profundas o en tierra. Se le ha denominado TIKTAALIK (pez grande de agua dulce). Sus aletas contienen huesos que constituyen apéndices como patas que el animal podía usar para desplazarse. Las rocas sedimentarias que contienen estos fósiles se depositaron hace unos trescientos setenta y cinco millones de años (Devónico).

Los reptiles y pájaros aparecieron hace trescientos cuarenta millones de años, los mamíferos de doscientos a doscientos cincuenta millones de años, los monos de sesenta a ochenta millones de años. El ancestro común de chimpancé – humanos apareció hace seis a siete millones de años en África y los hombres modernos (homo sapiens) hace doscientos mil años.

La comparación del ADN de humanos y chimpancés revela solo cinco diferencias en doscientos cincuenta nucleótidos.

Todo lo expuesto, me permite concluir en que los “Oasis Submarinos” de las zonas abisales presentan condiciones extremas; sin embargo, han permitido una vida extraordinaria de varios cientos de especies nuevas a la ciencia como los gusanos tubiformes, las almejas blancas, camarones sin ojos, caracoles escamosos, entre otros. Además, que las bacterias y archeas que viven cerca de las fuentes hidrotermales permiten teorizar que la vida en nuestro planeta se habría originado en forma similar a las condiciones actuales, por procesos de quimiosíntesis que se inician con el metano y el ácido sulfhídrico.

REFERENCIAS

- TEVES N. 1977. Formación y tipos de yacimientos minerales submarinos. Bol. Soc. Geol. Perú T57-58 pags. 73-80.
- TEVES N. 1980. Exploración submarina en sumergibles. Rev. El Ingeniero Geólogo. Escuela Geología UNMSM N°17, pags. 75-81.
- TEVES, N. 2007. Hallazgos recientes en las profundidades abisales. Rev. Geol. Cap. Ing. Geol. CDL/CIP N°3. https://es.wikipedia.org/wiki/fuente_hidrotermal
https://es.wikipedia.org/wiki/fuente_hidrotermal
<https://www.vistaalmar.es/.../1291-nuevos-respiraderos-hidrotermales-submarinos>
www.astronoo.com/es/articulos/vida-en-los-abismos.html
www.veoverde.com/2014/07/animales-fantasticos-el-cangrejo-yeti/
[boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5801/\(3\)Canet.pdf](http://boletinsgm.igeolcu.unam.mx/bsgm/vols/epoca04/5801/(3)Canet.pdf)



Peces, esponjas, moluscos y crustáceos en fuentes hidrotermales

ANEXO



Esponja cerca de fuente hidrotermal en el Golfo de California



Cangrejos y mejillones adaptados al ambiente de fuentes hidrotermales



Nuevo tipo de medusas descubierto en fuentes hidrotermales del océano Pacífico



Gusano *Alvinella pompejana* de fuentes hidrotermales en el Pacífico ecuatorial (Vista dorsal y ventral)



Caracol escamoso (*Chrysomallon squamiferum*) encontrado en las profundidades del océano Índico, su valva está cubierta de pirita



Gusano hidrotermal



Gusano hidrotermal del fondo del océano Atlántico



Almejas blancas cerca de fuente hidrotermal



Camarones que se alimentan de bacterias cerca de fuentes hidrotermales



Cangrejos cerca de fuente hidrotermal



Camarones sin ojos, con células sensibles a la luz en el dorso a 5.840m cerca de islas Caimán



Sladinia remiger en cañón submarino Oahu, Hawaii



Pulpo en ambiente abisal