

LOS *cabellos de Venus*: RESURGIR DE LA VIDA TRAS EL CATACLISMO*Venus hairs: LIFE COMEBACK AFTER THE CATACLYSM*

por CRISTIAN RAMÍREZ RODRÍGUEZ

ALUMNO DEL GRADO EN BIOLOGÍA. FACULTAD DE CIENCIAS. UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.

macahon96@gmail.com

Palabras clave: volcán, recolonización marina, bacterias oxidadoras de azufre, El Hierro

Enviado: 12 de junio de 2017

Keywords: volcano, marine recolonization, sulfur oxidizing bacteria, El Hierro island

Aceptado: 3 de julio de 2017

La erupción submarina del volcán Tagoro en las aguas de la isla El Hierro en 2011 brindó a un grupo científico internacional, formado por españoles, italianos e ingleses, en colaboración con el Instituto Español de Oceanografía, la excepcional oportunidad de estudiar *in situ* y a una corta escala de tiempo el proceso de recolonización y recuperación de un ecosistema recién destruido por masivas emisiones de CO₂ y H₂S junto a un gran aumento en la temperatura y turbidez del agua y una importante reducción en la concentración de O₂ disuelto. La pieza clave de este proceso, objeto principal de la investigación, resultan ser unos agregados bacterianos en forma de misteriosos y llamativos filamentos grisáceos que han crecido alrededor del cono volcánico del Tagoro en una extensión de casi 2000 m², denominados como *cabellos de Venus* por su curiosa morfología.

The submarine eruption of Tagoro volcano in the vicinity of El Hierro island in 2011 renewed an exceptional exceptional opportunity to study in situ and to a short timescale the process of recolonization and recovery of an ecosystem recently destroyed by the massive emissions of CO₂ and H₂S with the accompanying features of great increase in water temperature and turbidity and a significant loss of dissolved O₂. The main object of the investigation were bacterial aggregates in the form of mysterious and striking grayish filaments that have grown around the volcanic cone of the Tagoro in an extension of almost 2000 m², named Hair of Venus by its curious morphology.

Introducción

La dramática fragilidad de los ecosistemas contrasta, casi de forma incongruente, con la espeluznante velocidad con que la vida reconquista regiones devastadas por cataclismos aniquiladores. La isla de El Hierro vivió en 2011 un episodio de inusitada violencia geológica del que, probablemente, surja el germen de una nueva isla canaria. Como siempre, son los microbios los que inician los cimientos del nuevo ecosistema.

Un peligroso sistema de estudio...

El transporte al lugar de interés así como la recolección de muestras, no exentos de peligro, se hicieron con un buque y un submarino autónomo sumergible del Instituto Español de Oceanografía (IEO). Se recolectaron tanto muestras del medio físico para su caracterización y análisis geoquímico como muestras biológicas de los *cabellos de Venus* y otros organismos procariotas y eucariotas asociados para comprender mejor sus interacciones. A continuación tuvo lugar la preparación y observación en distintos tipos de microscopía para caracterización morfológica. Se realizaron también ensayos de actividades

enzimáticas extracelulares. Finalmente se procedió a la extracción y secuenciación de ADN de muestras aisladas de estos agregados microbianos y también de muestras microbianas conjuntas para ser ambas posteriormente sometidas a análisis bioinformáticos y poder así hacer comparaciones filogenómicas y metabólicas.

...rinde resultados impresionantes

Los análisis del medio físico muestran un sustrato de lavas basálticas formadas por silicatos, hierro, aluminio, calcio, magnesio, titanio y por concentraciones variables de sulfuros. Además a nivel biótico, este último dato queda corroborado por la morfología a microscopía de los filamentos y su alto contenido en sulfuro. Estas características la sitúan dentro del orden de bacterias filamentosas oxidadoras de azufre *Thiotrichales* donde destacan los géneros *Beggiatoa* y *Thioploca*. Sin embargo a diferencia de estos, los *cabellos de Venus* no poseen vacuolas, dándole así la condición de candidato a un nuevo género y especie al que han denominado *Thiolava veneris* después de los análisis metagenómicos que muestran una identidad máxima del 51 % con la especie conocida más cercana.

Sin duda lo más llamativo de la investigación es el potencial metabólico tan amplio que posee este organismo. Debido a las exigencias del entorno, de características extremas por las altas concentraciones de sulfuros, la escasez de luz y de oxígeno y la temperatura que supone vivir en los alrededores de un volcán submarino, eran de esperar resultados a destacar en términos metabólicos.

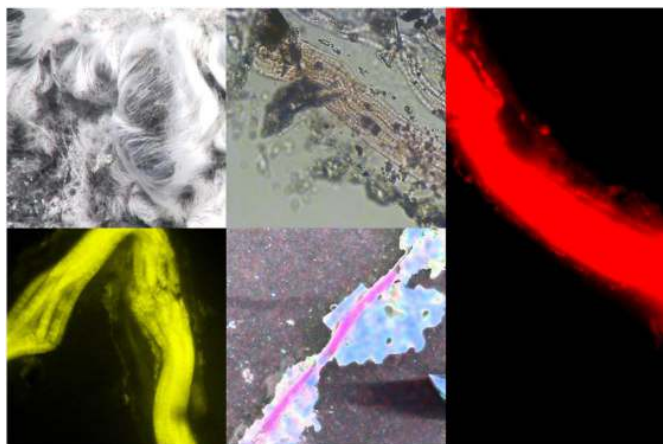


Figura 1. Imágenes macroscópicas y microscópicas de los filamentos de los *cabellos de Venus* ordenados de mayor a menor escala. Derechos de la imagen: Roberto Danovaro y otros (2017). *A submarine volcanic eruption leads to a novel microbial habitat. Nature Ecology & Evolution.*

En los análisis llevados a cabo se han hallado genes implicados en el ciclo del ácido tricarbóxico como proceso para explotar sustratos orgánicos, tres vías distintas para la fijación de carbono, oxidación no asimilativa de H_2S a SO_4^{2-} y la oxidación de tiosulfato. Además destaca la capacidad de nitratorreducción asimilativa y no asimilativa (NO_3^- a NH_4^+) que se dan de manera compartimentada. Otro resultado llamativo fue el hallazgo de genes codificadores de hidrogenasas resistentes a la oxidación. Este dato sugiere una vía de obtención de energía a partir de hidrógeno molecular. Por último, cabe destacar el descubrimiento de una proteína que guarda una similitud del 60 % con una conocida ATPasa translocadora de metales pesados. Esto le aporta una gran importancia ecológica debido a su capacidad para detoxificar medios con alto contenido en metales pesados.

Este gran abanico metabólico y, principalmente, la intrincada y diversa combinación de rutas metabólicas implicadas en la asimilación de carbono inorgá-

nico, no han sido anteriormente descritas para ningún genoma bacteriano. Sorprendentemente, existe una ausencia de genes implicados en cualquier tipo de fotosíntesis, por lo que se excluye este proceso del metabolismo de los *cabellos de Venus*.

Con respecto al total de organismos presentes en las muestras recogidas se encuentran desde una importante diversidad de procariotas (principalmente del filo Proteobacteria) hasta un conjunto considerable de metazoos pasando por distintas fases larvarias y adultas de fauna bentónica demostrando el potencial de los *Cabellos de Venus* para albergar y mantener los ciclos de vida completos de muchas especies de organismos para las que estos agregados suponen una importante fuente de alimento y sustento. Solamente la comunidad procariota de Woody Crack, situada en la dorsal centro-atlántica, posee una similitud del 15 % con la estudiada en el Tagoro, siendo la más parecida a éste.

Conclusión (por ahora)

Los resultados de la investigación, por el momento, dan a conocer las peculiares adaptaciones metabólicas del candidato *Thioplava veneris* como motor principal del ecosistema que se sustenta sobre estos agregados bacterianos. También aporta un mayor conocimiento en relación con la recuperación de la vida tras una catástrofe natural como es la erupción de un volcán submarino y la creación de nuevos hábitats por parte de una biodiversidad amplia y anteriormente desconocida.

Referencias

- ¹Roberto Danovaro y otros (2017). A submarine volcanic eruption leads to a novel microbial habitat. *Nature Ecology & Evolution*. doi:10.1038/s41559-017-0144
- ²Hisaya Kojima y otros (2015). Ecophysiology of Thioploca ingrica as revealed by the complete genome sequence supplemented with proteomic evidence. *The ISME Journal* (2015) 9, 1166–1176; doi:10.1038/ismej.2014.209
- ³Chernitsyna S M y otros. *Microbiology* (2016) 85: 562. doi:10.1134/S0026261716050027
- ⁴Buck K R y otros. (2014), Thioploca spp. sheaths as niches for bacterial and protistan assemblages. *Mar Ecol*, 35: 395–400. doi:10.1111/maec.12076
- ⁵M G Prokopenko y otros (2013). Nitrogen losses in anoxic marine sediments driven by Thioploca-anammox bacterial consortia. *Nature* 500, 194–198. doi:10.1038/nature12365