



Madrid/Granada, viernes 15 de febrero de 2019

Una expedición viaja al sistema hidrotermal extremo de Dallol (Etiopía) para estudiar la frontera de la vida

- Coordinada por investigadores del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra, la expedición pertenece al proyecto Prometheus, del Consejo Europeo de Investigación
- Dallol es un sistema poliextremo que combina temperaturas extremas, hipersalinidad e hiperacidez, con altas concentraciones de hierro y carencia de oxígeno



Sistema hidrotermal de Dallol, en Etiopía. / Foto: Olivier Grunewald

En el valle del Rift, a ciento veinte metros bajo el nivel del mar se halla la depresión de Danakil, una extensa planicie de sal producida por inundaciones y evaporaciones sucesivas de agua del Mar Rojo, la última ocurrida hace unos 32.000 años. Se trata de una zona extremadamente activa geológicamente, debido a la divergencia de las placas tectónicas en el cuerno de África, que alberga una cadena de volcanes en cuyo

extremo norte se halla el Dallol, un sistema hidrotermal único en el mundo que puede fijar los límites en los que se desarrolla la vida. Ahora, una expedición científica coordinada por investigadores del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra estudiará allí las condiciones límite en las que puede desenvolverse la vida. La expedición, que se desarrollará hasta el día 19 de febrero y cuenta con seis investigadores del instituto, se enmarca en el proyecto *Prometheus*, financiado por el Consejo Europeo de Investigación (ERC).

Dallol: un sistema poliextremo

La interacción del magma subterráneo con la sal ha generado en Dallol un sistema hidrotermal que combina temperaturas extremas (108 grados), hipersalinidad e hiperacidez con altas concentraciones de hierro y carencia de oxígeno. La región muestra fumarolas y numerosos manantiales de salmueras ácidas que construyen un bellissimo paisaje de terrazas de sal con piscinas de colores, que crean una paleta que evoluciona desde el blanco y el verde lima a los amarillos, rojos y marrones.

Igualmente, el sistema presenta una asombrosa variedad de estructuras minerales complejas, desde pilares de varios metros de altura a nuevas formaciones de menor tamaño con morfologías que recuerdan a nenúfares, tulipanes, flores de sal, perlas o gusanos, conformando lo que podría considerarse un jardín mineral.

Dallol resulta único además porque, a diferencia de otros sistemas hidrotermales, como Yellowstone, allí los colores parecen deberse únicamente a procesos minerales. “Hemos demostrado que la hiperacidez, la evolución de las salmueras, el color y la cristalización de los minerales en Dallol pueden explicarse mediante procesos inorgánicos dominados por la oxidación del hierro y su interacción con los cloruros y sulfatos. Si hay organismos vivos en esas aguas, no juegan ningún papel en la geoquímica del sistema”, afirma Juan Manuel García Ruiz, del Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra y director del proyecto *Prometheus* en el que se enmarca la expedición.

Los límites de la vida

Aunque la vida puede prosperar en condiciones extremas, y se han hallado microorganismos capaces de soportar calor, radiación, presión o acidez desorbitados, el impacto de una combinación de factores extremos apenas se comprende debido a la escasez de ambientes poliextremos.

Si se hallan microorganismos en Dallol supondrían una ampliación de la habitabilidad en entornos terrestres, así como un excelente análogo para contemplar la posibilidad de vida en otros planetas. Y, al revés, si sus aguas resultan por completo inertes nos hallaríamos ante un lugar verdaderamente singular. “Ni nosotros ni otros grupos han hallado, de momento, evidencias concluyentes de que sus aguas alberguen vida, de modo que podríamos hallarnos ante un caso que desmiente el criterio general de que la existencia de agua líquida implica, necesariamente, la de organismos vivos”, concluye Juan Manuel García Ruiz.

Dalol constituye un sistema muy activo, en el que los manantiales se secan o emergen en cuestión de días, y constituye un lugar idóneo para estudiar los procesos geoquímicos en el pasado de la Tierra, como los que tuvieron lugar durante la Gran Oxidación, el periodo en el que las bacterias comenzaron a producir oxígeno en la fotosíntesis y que produjo un cambio global.

Proyecto Prometheus: la difusa frontera entre lo mineral y lo vivo

La Tierra primitiva, en la que se formaron las primeras rocas, se condensó el agua por primera vez y en la que apareció la vida era sin duda un entorno extremo. Investigadores del proyecto *Prometheus* trabajan con condiciones similares en laboratorio y han demostrado que la frontera entre lo mineral y lo vivo es más difusa de lo que se pensaba, al demostrar que pueden formarse estructuras minerales autoorganizadas que adoptan las formas curvas de lo vivo y que, además, pueden dar lugar a las moléculas necesarias para la aparición de la vida.

Denominados biomorfos, se trata de estructuras de sílice y carbonatos formadas por millones de cristales diminutos que se coorientan y crecen fraguando formas similares a las de los organismos vivos. “Al desarrollar este tipo de estructuras en laboratorio demostramos que la forma no puede ser un criterio inequívoco para diferenciar lo biológico de lo mineral, lo que contrariaba la opinión generalizada que relaciona lo vivo con la curva y lo mineral con lo geométrico y la línea recta”, apunta Juan Manuel García Ruiz (IACT, CSIC-UGR), que descubrió estas estructuras.

Pero no solo eso. En 2016 desarrollaron un trabajo muy revelador junto con investigadores de la Universidad de La Sapienza (Roma). Partiendo de la formamida, una de las moléculas orgánicas más simples, observaron que un tipo concreto de minerales autoensamblados, unas membranas tubulares conocidas como jardines de sílice, podían generar, en un mismo experimento, los ladrillos fundamentales para la vida (aminoácidos y bases nitrogenadas).

Además, este trabajo proponía que las condiciones para que se dieran procesos similares en la naturaleza ya existían hace 4400 millones de años, mil millones de años antes de la formación de los fósiles más antiguos confirmados. Unas condiciones que, además, resultan convencionales desde un punto de vista geológico; así, en lugar de requerir ambientes excepcionales, el escenario de la química prebiótica en el que surgió la vida parece ser común a escala universal.

E. Kotopoulou et al. **A Polyextreme Hydrothermal System Controlled by Iron: The Case of Dalol at the Afar Triangle**. *ACS Earth and Space Chemistry*. DOI: 10.1021/acsearthspacechem.8b00141

Juan Manuel García Ruiz. **La belleza del Dalol**. *National Geographic*.