



Barcelona, lunes 11 de marzo de 2024

Una simbiosis marina abre la puerta a comprender mejor la evolución de nuestras células

- Una simbiosis entre una cianobacteria y una microalga podría estar evolucionando de manera similar a como lo hicieron las células eucariotas hace más de mil millones de años
- El trabajo, publicado en la revista 'Cell', está coliderado por el Instituto de Ciencias del Mar del CSIC



La relación de tamaño entre la célula *B. bigelowii* y la cianobacteria UCYN-A es parecida a la que existe entre una célula eucariota y sus orgánulos. / iStock

Las células humanas, así como las de los animales, plantas, hongos y otros organismos eucariotas, surgieron originalmente hace cientos de millones de años a partir de la asociación simbiótica de algunas bacterias primitivas que, hasta ese momento, vivían de manera independiente. Esto supuso un salto en la complejidad de la vida sin precedentes, en el que algunas bacterias pasaron a ser los orgánulos de las células que las contenían, permitiendo la compartimentación y el control de funciones de origen bacteriano dentro de la célula eucariota.

“Esta es la teoría de la endosimbiosis, postulada por Lynn Margulis”, apunta **Francisco Cornejo**, investigador del Instituto de Ciencias del Mar del Consejo Superior de

Investigaciones Científicas (ICM-CSIC). “El ejemplo más notable de cianobacterias que se convirtieron en orgánulos”, añade Cornejo, “es el de los cloroplastos, con el que las células vegetales realizan la fotosíntesis”. Sin embargo, estos procesos comenzaron hace más de 1000 millones de años, por lo que son muy difíciles de estudiar.

Ahora, un trabajo que aparece en la prestigiosa revista *Cell* y que lidera Francisco Cornejo, del ICM-CSIC, junto a **Keisuke Inomura**, de la University of Rhode Island (EEUU), se centra en una relación simbiótica mucho más reciente, que “surgió hace unos 100 millones de años, lo que nos permite explorar la evolución de la formación de orgánulos en sus primeros pasos”, aclara Cornejo.

Se trata de la simbiosis marina entre la cianobacteria *C. Atelocyanobacterium thalassa* (conocida como UCYN-A), y la especie de microalga haptófito *Braarudosphaera bigelowii*. “UCYN-A es una cianobacteria endosimbionte, es decir, es un simbiote que vive en el interior de su célula hospedadora”, explica **Jonathan Zehr**, investigador de la University of California (USA), “y que ha perdido muchos genes típicos de cianobacterias, lo que sugiere que podría estar convirtiéndose en un orgánulo”.

Simbiontes y orgánulos con proporciones de tamaño similares

Los investigadores han estudiado la relación entre el tamaño de las cianobacterias, los orgánulos y el de las células de microalgas en varias especies cercanas de *B. bigelowii* que habitan en diferentes zonas del océano Pacífico.

Tener un amplio espectro de muestras de diferentes regiones oceánicas permitió a los investigadores observar relaciones simbióticas de diferentes tamaños, lo que fue clave para descubrir que había una proporción de tamaños conservada entre los microorganismos que forman parte de esta simbiosis.

A pesar de tratarse de algas microscópicas, hay una gran variación en la longitud de sus células (desde los 2-3 micrómetros de la especie de microalga más pequeña, hasta los 20-30 de la especie más grande), y todas ellas albergan linajes de UCYN-A genéticamente distintos, aunque estrechamente relacionados. En todos los casos, hay una proporción constante entre el tamaño de las microalgas y el tamaño de sus cianobacterias endosimbiontes, es decir, que el tamaño de la cianobacteria endosimbionte varía de forma proporcional al tamaño de la célula de la microalga.

El trabajo demuestra, y esto es lo novedoso, que la relación entre el tamaño de la célula de *B. bigelowii* y el tamaño de la cianobacteria UCYN-A es proporcional y muy parecida a la relación de tamaño que hay entre una célula eucariota y sus orgánulos. “Esta relación de tamaño no es aleatoria, sino que es el reflejo de la optimización de los costes y beneficios de un metabolismo coordinado, lo que permite maximizar la eficacia biológica de la simbiosis y, de manera más general, de las células eucariotas”, explica **Mick Follows**, coautor del estudio e investigador del Massachusetts Institute of Technology (USA).

Y es que la relación entre la cianobacteria UCYN-A y la microalga *B. bigelowii* es una simbiosis obligada. La cianobacteria no es capaz de vivir de forma independiente, apunta Cornejo, “porque le faltan rutas metabólicas para obtener algunos nutrientes

esenciales; ahí es donde entra en juego su microalga hospedadora, que le proporciona lo que no es capaz de sintetizar por ella misma”. A cambio, la cianobacteria UCYN-A tiene una capacidad muy especial, la de convertir el nitrógeno atmosférico en amonio mediante un proceso conocido como la fijación de nitrógeno, por lo que puede suministrar amonio a su microalga hospedadora, un nutriente muy difícil de conseguir en muchas zonas del océano. Así, los autores terminan sugiriendo que la cianobacteria UCYN-A podría estar en el proceso de convertirse en orgánulo fijador de nitrógeno, el nitroplasto.

Debido a la enorme similitud que existe entre esta simbiosis y las que dieron lugar a los orgánulos hace cientos de millones de años, el estudio concluye que las proporciones de tamaño juegan un papel fundamental en las relaciones simbióticas que originaron la aparición de estructuras celulares más complejas en la célula eucariota, como las mitocondrias o los cloroplastos, lo que abre una nueva perspectiva al estudio de procesos fundamentales de la evolución de la vida.

Cornejo-Castillo, F.M.; Inomura, K.; Zehr, J.P.; Follows, M.J. **Metabolic trade-offs constrain the cell size ratio in a nitrogen-fixing symbiosis.** *Cell* (2024). DOI: doi.org/10.1016/j.cell.2024.02.016

Mercè Fernández / Comunicación CSIC

comunicacion@csic.es