

"SIMBIOGÉNESIS como PROCESO EVOLUTIVO en LÍQUENES: coexistencia e interacciones entre HONGOS, MICROALGAS Y BACTERIAS"



Eva BARRENO

«Lichen Symbiogenesis Team»

Resumen

Los líquenes se originan por asociaciones simbióticas mutualistas y cíclicas; involucran al menos un hongo heterotrófico "micobionte" y uno o varios organismos autótrofos fotosintéticos "fotobiontes" (productores primarios), microalgas verdes o cianobacterias, incluso ambas. Los talos son fenotipos simbiogenéticos únicos con organización específica (holotipos) y fisiología compleja que se basan en las interacciones funcionales y genéticas entre los simbioses, y son considerados como microecosistemas. La liquenización permite a los mutualistas desarrollarse en hábitats con condiciones ambientales extremas (incluso el espacio exterior), desarrollo que, de otro modo, no sería posible para cada uno de los simbioses por independiente.

Nuestro equipo descubrió una complejidad adicional en un líquen, *Ramalina farinacea*, de amplia distribución en el hemisferio norte, en el que la coexistencia de dos especies de microalgas (*Trebouxia lynnae* (TR9) y *T. jamesii*) aparece como un carácter consistente entre las poblaciones de este líquen desde California a las islas Canarias y Europa. La literatura actual muestra que la coexistencia en el interior de los talos de múltiples taxones (géneros y especies) de microalgas es un fenómeno mucho más común de lo que se pensaba anteriormente. Por ello, decidimos analizar tanto la diversidad de microalgas como su estructura comunitaria en un solo talo del líquen modelo *R. farinacea* mediante la aplicación de un método de pirosecuenciación 454. Los resultados obtenidos han mostrado una inusitada y desconocida diversidad de microalgas, que abarcó 31 OTU representativas de diferentes géneros. A lo largo de las ramificaciones del talo, también se detectaron variaciones en la distribución de ficobiontes que podrían correlacionarse con diferentes condiciones microambientales.

Diversos estudios moleculares recientes (pirosecuenciación, HGS) han evidenciado que los líquenes también albergan comunidades bacterianas específicas que parecen estar involucradas en los

recursos de nitrógeno, el reciclado de los iones minerales, las hormonas, etc., y con importantes aplicaciones biotecnológicas. Además, para la síntesis de ciertas sustancias líquénicas, son imprescindibles ciertas levaduras de basidiomicetos.

Lo expuesto desmonta el viejo paradigma de que los líquenes son asociaciones simbióticas entre un hongo y una alga. En consecuencia, los líquenes ilustran sobre cómo pueden aparecer novedades ecológicas y evolutivas a través de asociaciones físicas entre diferentes tipos de organismos (simbiogénesis). La coexistencia de especies de microalgas y bacterias fisiológicamente diferentes podría explicarse por una mayor aptitud para colonizar hábitats particulares o bajo condiciones ambientales específicas; podría ser un fenómeno más común en los líquenes ecológicamente más capaces de adaptarse a condiciones variables y fortalece el concepto de los líquenes como microecosistemas multispecíficos.

Otros resultados han sugerido cambios concertados, con una diferenciación genética notable, entre los micobiontes y los fotobiontes de diferentes hábitats en distintas áreas geográficas, que apoyan un modelo en el que la especiación de los simbioses del líquen conduce hacia dos linajes claramente distinguibles. La diversificación ecológica podría incluir una fase transitoria que consiste en asociaciones con más de un fotobionte. Por otro lado, se ha detectado que los fenómenos de transferencia horizontal (HGT) de genes entre los simbioses son frecuentes en los talos. En términos de teoría ecológica, las comunidades de los talos líquénicos parecen ser buenos ejemplos de cómo las interacciones entre las especies pueden ser un mecanismo clave por el cual la biodiversidad compleja afecta la eficiencia y productividad de los ecosistemas, lo que da lugar a cambios no aditivos, "holobiontes", y permite que diversos conjuntos capturen una mayor fracción de los recursos.

En conclusión, se han abierto nuevas vías tanto para la investigación evolutiva y medioambiental como para la biotecnológica. Los análisis futuros serán relevantes para los estudios ecofisiológicos y evolutivos, así como para entender los roles de los múltiples microorganismos en las simbiosis líquénicas.

