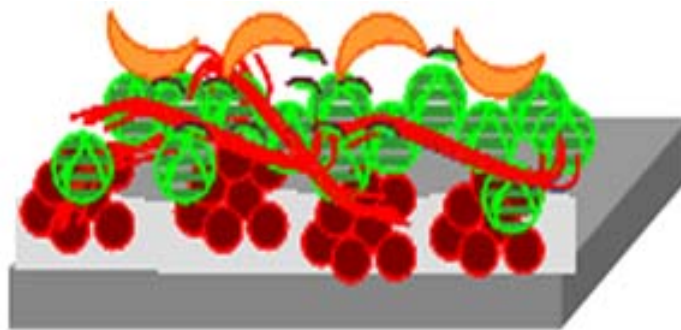


05/2009

¿Qué secreto esconden las cuevas?

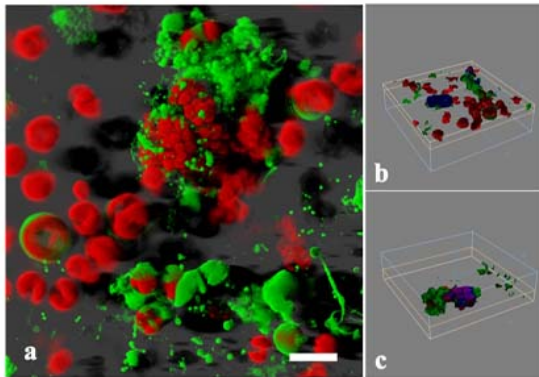


El siguiente artículo explora los secretos que se esconden entre las cuevas y los monumentos arqueológicos que carecen de luz natural y nutrientes. La biodegradación es uno de estos secretos, y puede convertirse en un problema para la conservación de estos bienes de interés cultural. ¿El motivo? La presencia de una serie de microorganismos fotosintéticos que forman la materia orgánica y atraen a otras bacterias y hongos que pueden degradarla. Esta capa que generan, llamada biofilm, ha sido ampliamente analizada mediante técnicas de microscopía de barrido láser confocal y algunas otras, lo que ha permitido clasificarlas según las condiciones ambientales, especies dominantes y dimensión de la comunidad. Por ahora, se sabe que su distribución es heterogénea y que responde a la necesidad de estos organismos de adaptarse al ambiente. Pero el estudio también ha permitido valorar la efectividad de algunos métodos de limpieza y conservación-como por ejemplo, iluminar los espacios con luz verde-, y planear futuras estrategias de conservación.

Las cuevas turísticas o los monumentos arqueológicos subterráneos con pinturas se alteran de forma gradual, debido a una gestión inadecuada en su mantenimiento. Suelen encontrarse en lugares con escasa luz natural y, a veces, pobres en nutrientes. Cuando son iluminadas artificialmente para visitarlas, la piedra natural o los sustratos artificiales son recubiertos por una comunidad compleja fotosintética englobada en materiales polisacáridos, llamada biofilm.

La presencia de los microorganismos fotosintéticos favorece a otros organismos, tales como bacterias heterótrofos u hongos, que aprovechan la materia orgánica formada por los autótrofos. Las sustancias producidas por el conjunto de organismos, la penetración de algunos en el sustrato, los cambios de volumen debidos a la alternancia de hidratación y sequía o el color de las biopelículas recubriendo las paredes u obras de arte se llaman, colectivamente, biodegradación. Los procesos producen cambios indeseables que tienen amplias repercusiones económicas y sociales cuando los sustratos colonizados son bienes de interés cultural.

Desde el Servicio de Microscopía de la Universitat Autònoma de Barcelona y del Departamento de Productos Naturales y Biología Vegetal de la Universitat de Barcelona, se están realizando estudios sobre las comunidades formadas por microorganismos fotosintéticos que viven en cuevas con pinturas prehistóricas o que se visitan debido a su belleza. En el trabajo actual se caracterizó la estructura tridimensional de biofilms fotosintéticos desarrollados en diferentes ambientes -espeleotemas, paredes y techos - de tres cuevas turísticas de España, Zuheros (Córdoba), Nerja (Málaga) y Collbató (Barcelona). Este estudio ha permitido a las investigadoras, Mónica Roldán y Mariona Hernández-Mariné, poder evaluar a posteriori la idoneidad y efectividad de los procesos de eliminación y limpieza de estos ambientes, mediante el uso de diferentes biocidas y la aplicación de luz verde, la cual es poco absorbida por los microorganismos fotosintéticos.



Microscopia de rastreo láser confocal. Ejemplo de un biofilm estratificado formado por algas verdes en la parte superior del biofilm y cianobacterias en la inferior. En color rojo podemos observar la fluorescencia de los pigmentos fotosintéticos y en verde, materiales polisacáridos.

Los biofilms están formados por cianobacterias, algas verdes, diatomeas, líquenes y / o musgos, dependiendo del ambiente donde fueron recogidos. Gracias a la utilización de técnicas como la microscopía de barrido láser confocal se determinaron diferentes tipos de biofilms, relacionándolos con sus condiciones ambientales (iluminación, humedad, ...). La clasificación se realizó según los siguientes parámetros: especies dominantes y su disposición espacial en tres dimensiones, y el grueso de la comunidad. Por ejemplo, los biofilms próximos a la boca de las cuevas presentaban una estratificación vertical, aparentemente siguiendo el gradiente vertical de la luz, donde las diatomeas y los clorófitos estaban localizados en la superficie, y los

cianobacterias estaban localizados en la parte inferior de la biopelícula. En cambio, en las zonas con poca iluminación natural y artificial, el biofilm estaba dominado por cianobacterias y no presentaba una estructura vertical definida. Esta distribución heterogénea refleja diferentes estrategias de adaptación al ambiente y debe dar ciertas ventajas, al menos a algunos de los microorganismos que constituyen estas comunidades. Como conclusión, el estrés lumínico y la baja humedad fueron asociados a una disminución del grosor de la comunidad y de la diversidad de especies. También es importante, en las áreas iluminadas artificialmente, la duración y calidad de la luz. La información recogida se utilizará para diseñar estrategias de protección en cuevas y monumentos de interés cultural.

Agradecimientos. El trabajo fue parcialmente soportado por el proyecto CGL2006-07424. También se agradece a los gestores de las cuevas su colaboración durante la realización del trabajo.

Mónica Roldán i Mariona Hernández-Mariné

Universitat Autònoma de Barcelona. Servei de Microscòpia a la Facultat de Ciències
monica.roldan@uab.es

Referencias

Exploring the secrets of the three-dimensional architecture of phototrophic biofilms in caves.
Roldán M. & Hernández-Mariné M. International Journal of Speleology, 38(1): 41-53. January 2009.

[View low-bandwidth version](#)