

## CYANIDIUM SP. COLONIZADORA DE CUEVAS TURÍSTICAS

**Y. del Rosal<sup>1</sup>, V. Jurado<sup>2</sup>, M. Roldán<sup>3</sup>, M. Hernández-Mariné<sup>4</sup> y C. Saiz-Jiménez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Investigación Cueva de Nerja, Fundación Cueva de Nerja, 29787 Nerja, Málaga; [yolanda@cuevadenerja.es](mailto:yolanda@cuevadenerja.es)

<sup>2</sup> Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, código postal Sevilla; [vjurado@irnase.csic.es](mailto:vjurado@irnase.csic.es); [saiz@irnase.csic.es](mailto:saiz@irnase.csic.es)

<sup>3</sup> Servicio de Microscopía, Facultad de Ciencias Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona; [monica.rolan@uab.es](mailto:monica.rolan@uab.es)

<sup>4</sup> Departamento de Botánica, Facultad de Farmacia, Universidad de Barcelona, 08028 Barcelona; [marionahernandez@ub.edu](mailto:marionahernandez@ub.edu)

### Introducción

Las cuevas albergan variados grupos de microorganismos, entre los que se encuentran los de metabolismo fotosintético, que se desarrollan en las zonas iluminadas.<sup>1,2</sup> En general, estos microorganismos forman parte de comunidades estructurales complejas denominadas biofilms, que también pueden estar formados por microorganismos heterótrofos e incluso pequeños invertebrados. De forma natural, los organismos fotosintéticos colonizan las zonas más externas de las cuevas pero en las cuevas turísticas, el sistema de iluminación eléctrica permite su desarrollo en las zonas más profundas, alrededor de los focos de luz. En estos medios es común la presencia de una flora que se relaciona con la otros ambientes aerofíticos, cuyo desarrollo depende de la biorreceptividad del sustrato y de las condiciones ambientales disponibles. La disponibilidad de algunos requisitos como agua, radiación fotosintética activa (PAR) o propiedades del sustrato determinan el tipo de microorganismo presente y su abundancia.

En este trabajo se muestran los resultados del análisis de biofilms fotosintéticos de dos cuevas turísticas del sur de España (Málaga), que han permitido identificar una especie del género *Cyanidium* sp. El género *Cyanidium* pertenece al grupo de las Cyanodiophyceae, algas rojas unicelulares primitivas de pequeño tamaño y gran resistencia. Este género incluye grupos morfológicamente similares<sup>3</sup>, descritos a partir de hábitats extremófilos geotermales y de hábitats no termófilos ni ácidos, como rocas de acantilados y cuevas, donde habitan morfoespecies mesófilas identificadas morfológicamente y corroboradas molecularmente.<sup>4,5</sup>

### Material y Método

Los biofilms analizados se desarrollaban en espeleotemas de la Cueva de Nerja (Nerja, Málaga) y de la Cueva del Tesoro (Rincón de la Victoria, Málaga), ubicadas en la costa y separadas entre sí por unos 45 km aproximadamente. En la Cueva de Nerja, la monitorización ambiental ha permitido conocer los datos de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono del aire de las Galerías Turísticas, que registran una media anual de 18,2 °C, 82 % y 667 ppm respectivamente<sup>6</sup>. El estudio ambiental de la Cueva del Tesoro determinó un gradiente de temperatura, humedad relativa y concentración de dióxido de carbono en el aire que aumentaba desde las zonas más externas hacia las más internas, con datos que oscilaban entre 15,8-22,7 °C, 85-100 % y 375-20.000 ppm respectivamente.<sup>7</sup>

El estudio morfológico de los biofilms fotosintéticos se basó en la combinación de técnicas de microscopía. Las características de especies individuales se observaron mediante microscopía convencional, microscopía confocal y técnicas de microscopía electrónica. La identificación taxonómica se basó en Ettl y Gärtner<sup>5</sup> y Albertano et al.<sup>3</sup> La observación directa de material de campo y de cultivos de enriquecimiento de las muestras se llevó a cabo mediante un microscopio óptico Axioplan (Carl Zeiss, Oberkochen, Germany) y las imágenes fueron captadas mediante una cámara digital AxioCam MRc5 y procesadas con el software Axioplan LE. La microscopía confocal se empleó para observar los microorganismos vivos y las imágenes se obtuvieron mediante un equipo Leica TCS-SP5 CLSM (Leica Microsystems Heidelberg GmbH, Mannheim, Germany) y un objetivo Plan-Apochromatic 63 (NA 1.4, glicerol). Los biofilms fueron observados mediante multicanales de detección<sup>8</sup> y la fluorescencia de los pigmentos de clorofila y ficobilinas permitió identificar a los microorganismos en el interior de los biofilms y establecer su relación con el sustrato. La observación de las muestras mediante microscopio