

Estudio del componente biológico de las aguas mineromedicinales y termales de Ourense: Burgas y Outariz.

Rosa Meijide-Faílde¹

1. Grupo de Terapia Celular y Medicina Regenerativa. Dep. de Medicina. Universidade de A Coruña (UDC). INIBIC. CHUAC. A Coruña, Spain.

Manel Leira², J E Torres Vaamonde³, M^a C López Rodríguez⁴; Rafael Carballeira⁴

2. Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Portugal 3. Grupo de Microbiología, Departamento Biología Celular y Molecular, Universidade da Coruña, A Coruña Spain. 4. Departamento de Botánica, Facultad de Biología, Universidad de Santiago de Compostela,

Palabras Clave

Biofilm; cianobacteria, diatomea, fuentes termales, Ourense

Resumen

En este trabajo se exponen los resultados obtenidos de la caracterización y análisis de microalgas y cianobacterias del “biofilm” obtenido en dos Manantiales de la ciudad de Ourense (NO España): As Burgas, Outariz 2 o Burga de Canedo que tienen un rango de temperatura entre 60 ° C y 67 ° C y un predominio de bicarbonato sódico en su composición química. En las muestras de As Burgas, el contenido algal se encuentra dominado por especies de cianobacterias de los géneros *Phormidium* y *Synechococcus*, acompañadas por algunas diatomeas del género *Rhopalodia*. Las muestras de Outariz 2 se caracterizan por la gran abundancia de cianobacterias de los géneros *Komvophoron jovis*, *Oscillatoria* y *Lyngbia* y en menor medida de diatomeas aunque en mayor proporción que en las Burgas.

1. Introducción

Las aguas termales han recibido una enorme atención en los últimos años, particularmente en lo relativo a los organismos microbianos. Son sistemas en donde se ha obtenido información interesante y muy útil para un conjunto diverso de usos académicos y aplicados (Arnheim et al, 1990; Watson et al, 1992). Las aguas termales han sido uno de los primeros sitios donde se descubrió un tercer dominio de la vida, el *Archaea* (Barns et al., 1994, 1996). Los ambientes extremos, como algunas fuentes termales, se han vuelto aún más interesantes, no sólo para aquellos que están tratando de descubrir la vida en lugares distintos a la Tierra, sino también por las posibles aplicaciones terapéuticas y cosméticas. Así, algunas microalgas y cianobacterias encontradas en estos

ecosistemas han desarrollado mecanismos que les permiten producir una serie de moléculas orgánicas como son: pigmentos naturales (ficocianina, ficoeritrina, carotenoides liposolubles, clorofilas, β carotenos, cantoxantina y astaxantina); antioxidantes naturales: vitaminas C, E y superoxidismutasa; ácidos grasos polinsaturados: EPA, DHA; proteínas: aminoácidos, proteínas selénicas; vitaminas, oligoelementos y alcaloides y terpenos, entre otras. Muchas de estas sustancias se emplean en la industria farmacéutica y cosmética, por sus propiedades antiinflamatorias, cicatrizantes, desinfectantes, antifúngicas, antioxidantes, protectoras solares, antivirales, nutritivas y antiestrés. (Harvey, 2000).

Las aguas termales se han localizado en todos los continentes, excepto la antártica, y el estudio de su flora, aunque el número de estudios es por ahora limitado, ya se ha logrado en muchas de las regiones del mundo. Aunque es ampliamente conocida la existencia de fuentes termales en el NO de la Península Ibérica, los estudios de su componente algal son escasos. En la actualidad, aunque hay algunas publicaciones que detallan los resultados de las investigaciones del componente algal de aguas termales los estudios sobre la diversidad de especies de algas en estos ambientes hidrotermales son todavía preliminares. De hecho la poca información existente es de Noguerol (1984, 1990, 1991) que describe 71 taxa de las termas de ‘As Burgas’, ‘Lovios’, ‘Baños de Molgas’ y ‘Caldas de Partovia’ siendo *Cyanophyceae* (53 taxa), la mayoría de los taxa identificados en estos estudios, dividiéndose los restantes en *Bacillaryophyceae* (11 taxa) y *Chlorophyceae* (7 taxa).

En base a esto, consideramos importante ahondar en el estudio del componente algal de estos biotopos.

2. Material y métodos

En el curso de este trabajo se han recolectado diversas muestras de cada uno de los dos manantiales correspondientes con las termas denominadas As Burgas y Outariz 2 en Ourense. Las zonas muestreadas presentan una diversidad de condiciones ambientales con temperaturas del agua que oscilan entre 39 y 65 °C. Las muestras se recolectaron por duplicado en distintos puntos de las fuentes en junio de 2012. Una de las muestras se fijó con formol al 4%, mientras que la segunda se conservó para su examen in vivo y posterior cultivo. Las muestras de diatomeas se observaron después de la eliminación de los compuestos orgánicos con H₂O₂ y HCl. Los frústulos ya limpios se montaron en Naphrax, antes del examen con un microscopio óptico. Las identificaciones se basan en Hoffmann et al. 2011, Komárek y Anagnostidis 2005.

3. Resultados y discusión

La flora algal de las aguas hipertermales de Ourense es muy rica presentando un número importante de especies de cianobacterias y microalgas que se desarrollan activamente formando, incluso, masas de gran tamaño.

El componente algal de estas aguas termales y los cursos de agua formadas por ellas está dominada por taxa (especies, variedades y formas) de 4 clases: *Cyanophyceae*, *Coscinodiscophyceae*, *Fragilariophyceae* y *Bacillariophyceae*. En la estructura taxonómica de la flora, los géneros mejores representados incluyen *Achnanthes*, *Rhopalodia* y *Navicula* con diversas especies y variedades.

As Burgas (Figura 1)

El biofilm desarrollado sobre la piedra de las fuentes de As Burgas está dominado por *Cyanophyceae* de los géneros *Phormidium*, *Aphanocapsa* y *Synechococcus*. *Aphanocapsa termalis* y *Synechococcus bigranulatus* que son frecuentes en estas muestras. *Aphanocapsa* y *Synechococcus* forman biopelículas en superficies en contacto con el agua que puede alcanzar una temperatura de hasta 70 °C. *Phormidium* ocupa la zona con una temperatura del agua de 30 a 60 °C, y forman extensos tapetes bacterianos de diferentes morfologías entre los cuales aparecen diatomeas. La composición de las diatomeas de estas aguas termales es extremadamente pobre y está representada por 6 taxa intraespecíficos de la clase *Bacillariophyceae* entre los que destacan *Rhopalodia acuminata*, *Achnanthes exigua*, *Nitzschia palea* y *Craticula buderi*. La frecuencia de las diatomeas es insignificante, desde solitarias a no raras, y sólo el

género *Rhopalodia* puede ser considerado como frecuente, presentando un desarrollo en masa.

Outariz (Figura 2)

El componente algal de las aguas termales de Outariz tiene composición florística similar a la anterior. Las cianobacterias también dominan en las muestras, caracterizadas por su diversidad y gran abundancia. *Komvophonon jovis* típica de fuentes termales alcalinas pero también ácidas con temperatura entre 31-71°C y pH 5.6-9 (óptimo 50°C, pH 7.5) aparece frecuentemente con *Mastigocladus laminosus* (Komárek y Anagnostidis 2005). Son también frecuentes diversos representantes de los géneros *Oscillatoria* y *Lyngbia*. Sin embargo, existe mayor cantidad de diatomeas que en As Burgas. Las zonas más próximas a la fuente se caracterizan por la presencia de *Achnanthes exigua*, mientras que *Achnantheidium minutissimum*, *Encyonema minutum*, *Gomphonema parvulum* y *Fragilaria capucina* son abundantes en los cursos de agua que drenan estas fuentes y con una menor temperatura. Las especies *Fallacia subhamulata*, *Navicula lanceolata*, *Navicula gregaria*, *Achnantheidium subhudsonis*, *A. subatomus*, *Luticola goeppertiana*, *Stauroneis sp.* y *Nitzschia dissipata* var. *media* se encuentran también con abundancias relativamente altas.

Los resultados de la investigación indican que con el aumento de la temperatura del agua por encima de 60°C, la composición de especies se empobrece, produciéndose la desaparición de la mayoría de las especies de diatomeas. Sin embargo, algunas especies permanecen aún a elevadas temperaturas (>60° C) e incluso se desarrollan activamente y forman masas. Básicamente, la vegetación de estas aguas termales consta de algas de aguas frías que se han adaptado a altas temperaturas (Seckbach y Kociolek 2011).

La mayoría de las algas presentes son bentónicas, junto con algunos ejemplares ticoplanctónicos. Los datos sobre las preferencias de salinidad se conocen para la mayoría de estos taxa, siendo las algas indiferentes a los cambios de salinidad y halófilas los grupos más numerosos. En cuanto a las preferencias de pH, entre las especies, variedades y formas de algas registradas aquí, predominan las especies alcalífilas (Van Dam et al 1994). Los grupos oligosaprobios y beta-mesosaprobios son los más abundantes de los taxa presentes. Por lo que respecta a su distribución geográfica, la gran proporción de taxa presenta una amplia distribución o pueden ser consideradas cosmopolitas (Hoffmann et al. 2011, Whitton y Potts 2002).

4. Conclusiones

La flora algal de las aguas hipertermales de Ourense es muy rica presentando un número importante de especies de cianobacterias y microalgas que se desarrollan activamente formando, incluso, masas de gran tamaño. La flora de las aguas termales de Ourense se caracteriza por la predominancia de algas bentónicas, indiferentes a la salinidad, y betamesosaprobias. En las muestras de As Burgas, el contenido algal se encuentra dominado por especies de cianobacterias de los géneros *Phormidium* y *Synechococcus*, acompañadas por algunas diatomeas del género *Rhopalodia*. Las cianobacterias también constituyen una población abundante en las muestras de Outariz 2, aunque existe mayor cantidad de diatomeas que en las Burgas. Estas muestras se caracterizan por la gran abundancia de cianobacterias de los géneros *Komvophoron jovis*, *Oscillatoria* y *Lyngbia*, y en menor medida de diatomeas.

Agradecimientos

Queremos agradecer a la Concejalía de Termalismo del Ayuntamiento de Ourense por la información y las facilidades en el muestreo de las fuentes

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto de I+D+i de la Xunta de Galicia (10 PXIB 310153 PR)

Referencias

- Arnheim, N., White, T. y Rainey, W. (1990) Application of PCR: organismal and population biology. *BioScience* **4**: 174–182.
- Barns, S.M., Fundyga, R.E., Jeffries, M.W. y Pace, N.R. (1994) Remarkable archaeal diversity detected in a Yellowstone National Park hot spring environment. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **91**(5): 1609–1613.
- Barns, S. M., Delwiche, C.F., Palmer, J.D. y Pace, N.R. (1996) Perspectives on archaeal diversity, thermophily and monophyly from environmental rRNA sequences. *Proc Natl Acad Sci USA* **93**: 9188–9193.
- Harvey A. (2000) Strategies for discovering drugs from previously unexplored natural products. *Drug Discovery Today*. **5**:294-300.
- Hofmann, G., Werum, M. y Lange-Bertalot, H. (2011): Diatomeen im Süßwasser - Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. 3522 Fig. auf 133 Tafeln. 908 S. Ganter, Rugell.
- Komárek J. y Anagnostidis K. (2005) *Cyanoprokaryota* 2. Teil/ 2nd Part: Oscillatoriales. - En: Büdel B., Krienitz L., Gärtner G. & Schagerl M. (Eds): Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/2, Elsevier/Spektrum, Heidelberg, 759 pp.
- Noguerol Seoane, A. -1984- Cianofíceas termófilas de «As Burgas» (Ourense). *Anales Biol. Univ. Murcia*. **2** (Secc. esp. 2):127-133.
- Noguerol Seoane, A. (1990). Estudio fitoecológico de la fuente termal de Torneiros (Lovios, Orense, España). *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, **47**(2): 295-300.
- Noguerol Seoane, A. (1991). Algas de fuentes termales del NW de España: Baños de Molgas y Caldas de Partovia *Acta Botánica Malacitana* **16**(1): 27-30
- Seckbach J. y Kociolek J.P. (2011) *The Diatom World*, Cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology **19**, 333–363
- van Dam, H., Mertens, A., y Sinkeldam, J. (1994) A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **28**, 117-133.
- Watson, J.D., Gilman, M., Witkowski, J. y Zoller, M. (1992) *Recombinant DNA*. Scientific American Books, New York.
- Whitton B.A. y Potts M. (2002) *The Ecology of Cyanobacteria: Their Diversity in Time and Space*. Kluwer Academic Publishers, New York, 669 pp

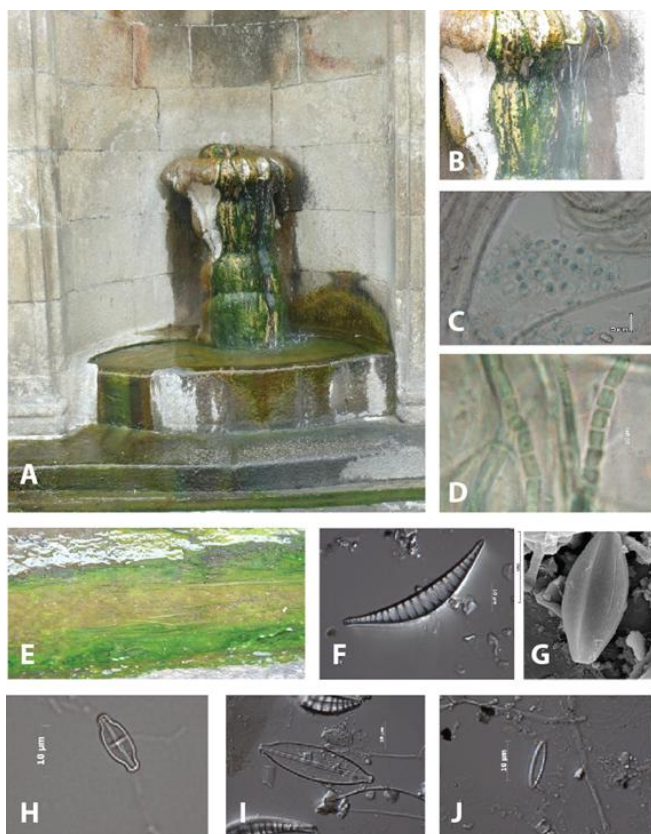


Figura 1. A: Fuente de As Burgas, Ourense. B: Primer plano de la zona de mayor temperatura dominada por Cyanophyceae. C: Fotografía de células de *Aphanocapsa*. D: Filamentos de *Phormidium* sp. (E) Zona de salpicadura. (F) Micrografías de *Rhopalodia acuminata* presente en la zona de salpicadura. (G) Micrografía de una célula de *Rhopalodia acuminata* al MEB. (H-J) Otras diatomeas: (H) *Achnanthes exigua*. (I) *Craticula buderi*. (J) *Nitzschia* sp. Las barras de escala son 10 μm , excepto (C) y (G) donde es 9 y 30 μm , respectivamente

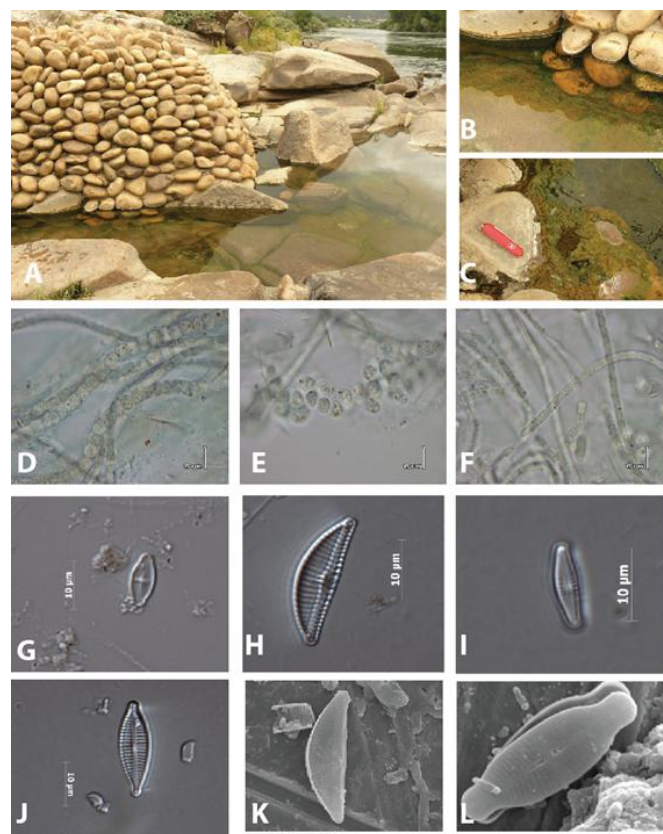


Figura 2. (A): Fuente de Outariz, Ourense. (B): Primer plano de la zona de surgencia. (C): Primer plano del curso de agua por donde discurre el canal de desagüe. (D): Filamentos de *Komvophoron jovis*. (E) Células de *Mastigocladus laminosus*. (F) Filamentos de *Phormidium* sp. (G) *Achnanthes exigua*. (H) *Encyonema minutum*. (I) *Achnanthes minutissimum*. (J) *Gomphonema parvulum*. (K) Micrografía de una célula de *Encyonema minutum* al MEB. (L) Micrografía de una célula de *Achnanthes exigua* al MEB