

Aguas mineromedicinales hipotermales: salud, diversidad microbiana y control de calidad

Miguel Seguí Fernández

Facultad de Farmacia. UCM. Trabajo Fin de Grado. 19/02/2016

Resumen

Se han estudiado comparativamente la diversidad microbiana y las principales características físico-químicas de 10 Balnearios y 21 manantiales españoles, de aguas mineromedicinales clasificadas como hipotermales, utilizadas en diversos tratamientos terapéuticos y balneoterapia. Se ha llevado a cabo la recopilación y el análisis de los datos procedentes de los trabajos pluridisciplinarios realizados por la Comisión de Aguas Mineromedicinales de la Real Academia Nacional de Farmacia, durante los últimos 25 años. Los manantiales no contienen microorganismos patógenos ni indicadores de contaminación fecal, por lo que desde un punto de vista sanitario cumplen la normativa microbiológica para aguas potables. Estos manantiales tienen una gran diversidad microbiana, predominando los bacilos y cocos Gram positivos de los Phyla *Firmicutes* y *Actinobacteria* y bacilos Gram negativos del Phylum *Proteobacteria*; sólo en un caso se han encontrado bacterias del Phylum *Bacteroidetes*. Las poblaciones microbianas en los manantiales hipotermales son predominantemente mesófilas y oligotrofas, que se adaptan a las altas temperaturas. Las principales actividades metabólicas de las bacterias autóctonas son proteolíticas, amilolíticas y amonificantes. Los géneros más frecuentes encontrados en todos los manantiales son *Pseudomonas* (81%), *Bacillus* (76%), *Staphylococcus* (67%), *Cellulomonas* (57%), y *Micrococcus* (52%); y con menor frecuencia *Enterobacter* y *Arthrobacter* (52%). El conocimiento y estudio de la microbiota autóctona de las aguas mineromedicinales es importante por su valor ecológico y científico, ya que aún se desconocen muchos de los mecanismos de adaptación y resistencia a condiciones extremas.

Granada	Alhama de Granada	Baño árabe, Baño nuevo
Lérida	Caldas de Bohí	Aguas de Baños, Estufas, Fuente del Bosch, Fuente Tartera, Canen
Lugo	Termas Romanas de Lugo	Termas Romanas de Lugo
Murcia	Fortuna	Fortuna
Pontevedra	La Toja	Puerta Mar Capilla
Navarra	Fitero	Béquer, Palafox
Murcia	Archena	Archena
Zaragoza	Jaraba	La Peña, San Luis, San Vicente, La Virgen
Barcelona	Blancafort La Garriga	Blancafort La Garriga
Castellón	Villavieja	Villavieja

Resultados, Discusión, Conclusiones

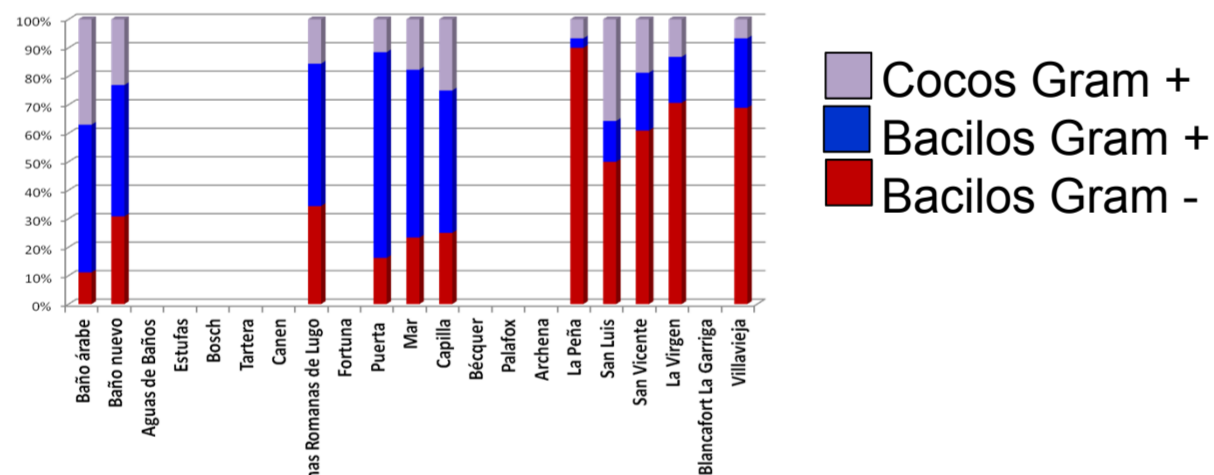
1. Ninguno de los manantiales presenta indicadores fecales ni bacterias patógenas en 100 mL, por lo que cumplen la normativa española de aguas de consumo.

Ausencia de indicadores fecales / 250 mL

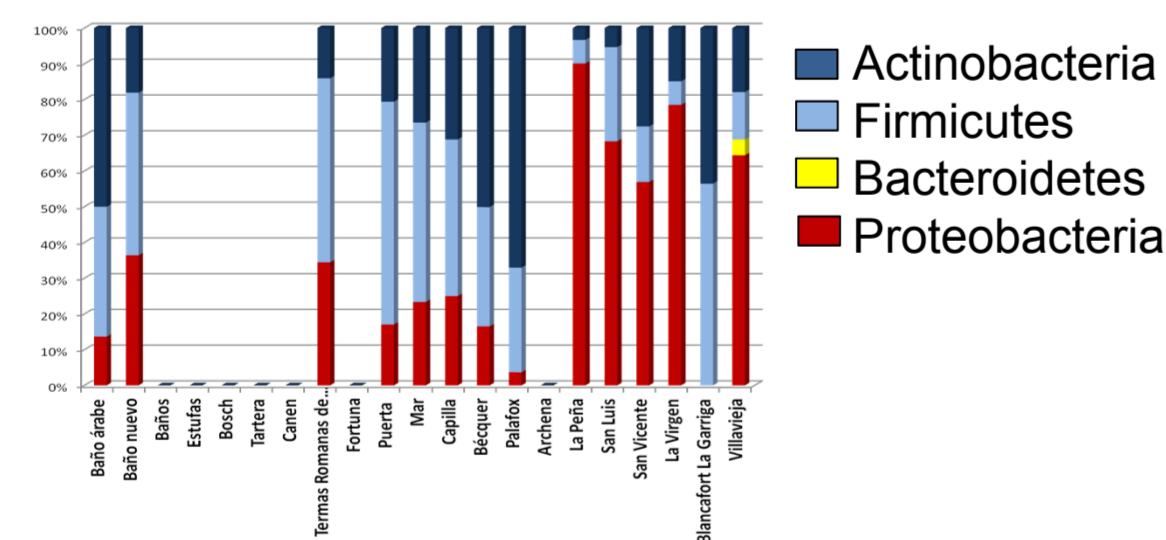
- Coliformes fecales
 - Enterococos
 - Clostridium perfringens*
- Ausencia de bacterias patógenas / 250 mL
- Pseudomonas aeruginosa*
 - Salmonella*
 - Staphylococcus aureus*
 - Legionella pneumophila*

3. Estos manantiales tienen una gran diversidad microbiana, predominando los bacilos y cocos Gram positivos de los Phyla *Firmicutes* y *Actinobacteria*. También se han encontrado bacilos Gram negativos del Phylum *Proteobacteria*, pero sólo en un caso se han encontrado bacterias del Phylum *Bacteroidetes*.

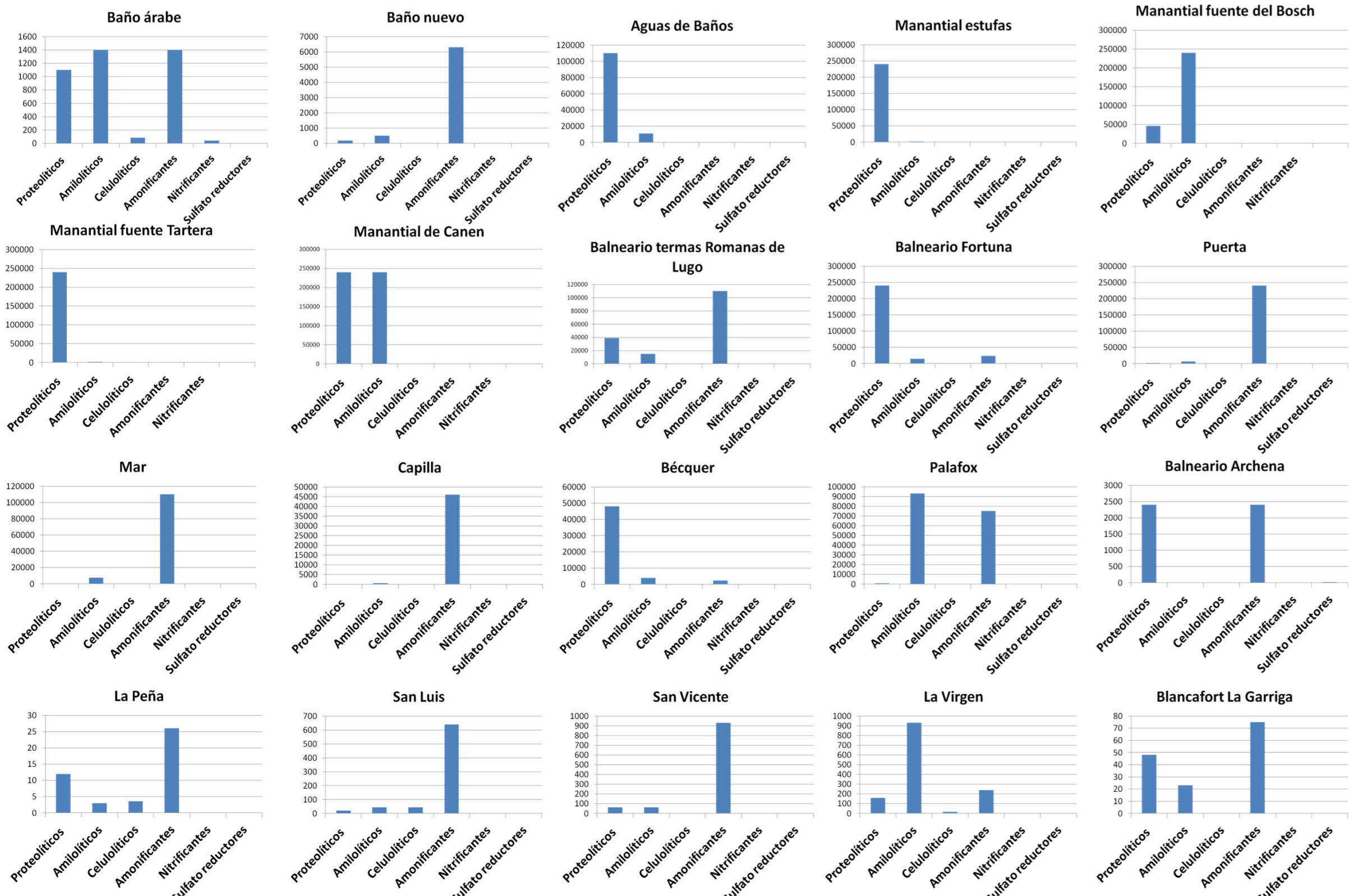
Clasificación morfológica



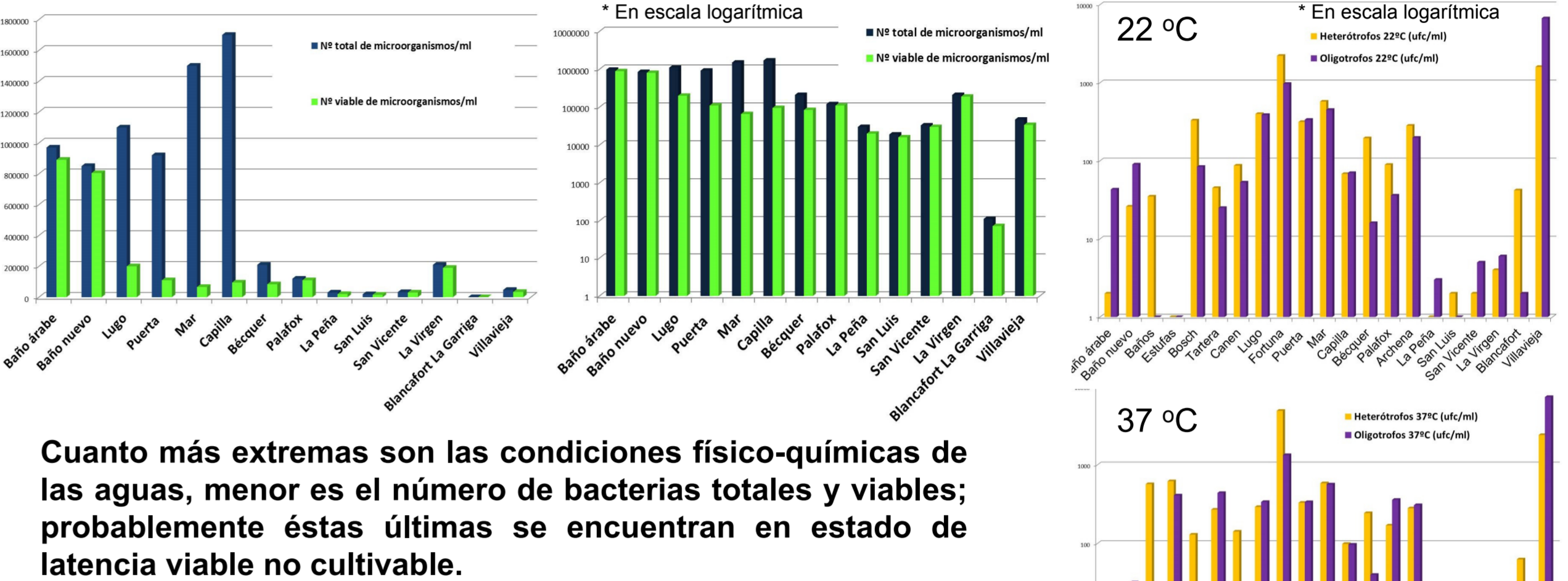
Clasificación taxonómica



Microorganismos de interés ecológico



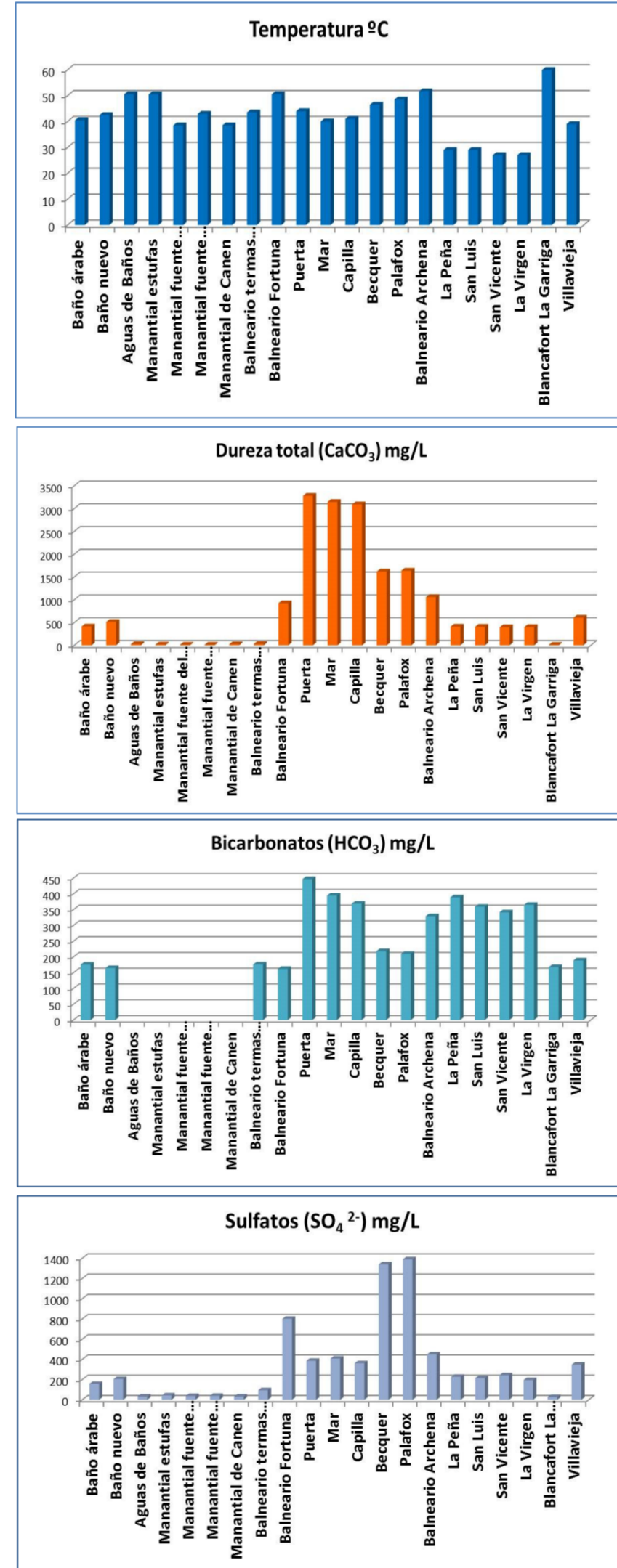
2. Las bacterias aerobias viables crecen bien a 22 °C y 37 °C, y mejor en medio mínimo que nutritivo. Esto indica que las poblaciones en los manantiales hipotermales son predominantemente mesófilas y oligotrofas, que se adaptan a las altas temperaturas. Los manantiales hipotermales de extrema dureza presentaron un menor número de microorganismos viables y de bacterias viables incubadas a 22 °C y 37 °C, tanto heterótrofas como oligotrofas.



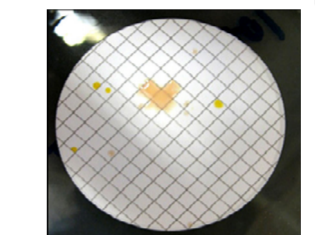
Cuanto más extremas son las condiciones físico-químicas de las aguas, menor es el número de bacterias totales y viables; probablemente éstas últimas se encuentran en estado de latencia viable no cultivable.

10 balnearios, 21 manantiales hipotermales

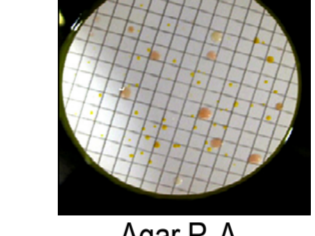
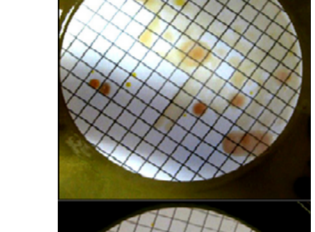
Temperatura y composición de los manantiales



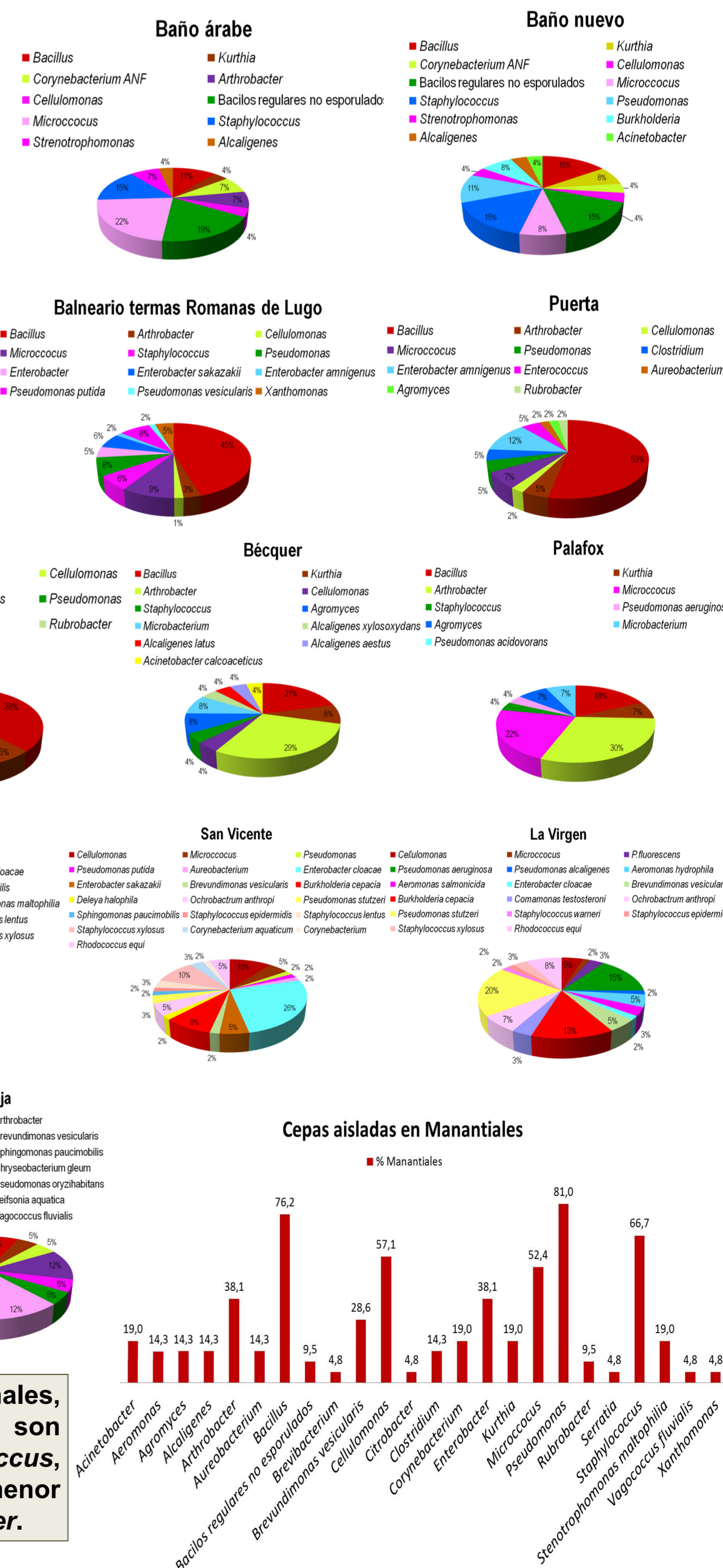
Heterotrofas



Oligotrofas



5. Tanto el número como la diversidad de la microbiota autóctona depende más de la temperatura de emergencia que de la composición química del agua.



4. Las principales actividades metabólicas de las bacterias autóctonas son amonificantes, proteolíticas y amilolíticas, interviniendo en los ciclos del C y N, colaborando en la autodepuración de las aguas de los manantiales y convirtiendo la materia orgánica en inorgánica. Algunos manantiales sulfatados también presentan bacterias sulfato-reductoras en número bajo, que en condiciones de anaerobiosis podrían producir sulfuros.

6. En todos los manantiales hipotermales, los géneros más frecuentes son *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Staphylococcus*, *Cellulomonas* y *Micrococcus*; y en menor frecuencia *Enterobacter* y *Arthrobacter*.

Bibliografía

- Instituto de Salud Carlos III, Universidad Complutense de Madrid. Vademécum de aguas mineromedicinales españolas. Madrid: Comunidad de Madrid, Instituto de Salud Carlos III. 2003; 52-53
- De la Rosa Jorge MC, Andueza Leal F, Sánchez Beltrán MC, Rodríguez Fernández C, Mosso Romeo MA. Microbiología de las aguas mineromedicinales de los Balnearios de Jaraba. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid 2004. Monografía 26: 521-542.
- De la Rosa Jorge MC, Mosso Romeo MA, Vivar MC, Medina MR, Arroyo G, Díaz F. Microbiología de las aguas mineromedicinales del Bañero de La Toja. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 1993. Monografía 19:43-52.
- Mosso MA, Sánchez MC, De la Rosa MC. Microbiología del agua mineromedicina de los Balnearios de Alhama de Granada. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 2002. Monografía 26: 46-76.
- Mosso MA, De la Rosa MC, Vivar MC, Medina MR, Arroyo G, Díaz F. Microbiología de las aguas mineromedicinales del manantial del Bañero de Fortuna. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 1994. Monografía 20: 43-52.
- De la Rosa MC, Mosso MA, Vivar MC, Medina MR. Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales de Fitero. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 1991. Monografía 18: 45-60.
- De la Rosa MC, Mosso MA, Vivar MC, Arroyo G. Microbiología de las aguas mineromedicinales del Bañero de Blancafort. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid 1995. Monografía 21: 45-52
- De la Rosa Jorge MC, Pintado García C, Rodríguez Fernández C. Microbiología del agua mineromedicina del Bañero de Villavieja. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 2015
- Pascual MR. Técnicas para el análisis microbiológico de alimentos y bebidas. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid. 1982
- Reissner DJ, Gleditsch EE. A new medium for the enumeration and subculture of bacteria from potable water. Appl. Environ. Microbiol. 1985; 49: 1-7
- De la Rosa MC, Mosso MA, Díaz F. Vademécum de las aguas mineromedicinales de los manantiales de aguas mineromedicinales de Alhama de Granada. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 1987. Monografía 13: 23-30
- De la Rosa MC, Mosso MA, Díaz F, Castellanos JA, García-Arribas ML. Microbiología de los manantiales de aguas mineromedicinales del Bañero de Fortuna. Ed. Real Academia Nacional de Farmacia. Madrid. 1987. Monografía 13: 23-30
- Pochon J, Tardieu P. Techniques d'analyse en microbiologie du sol. Ed. De la Touraie. St. Mandé (Seine). 1956
- Rodina AG. Methods in aquatic microbiology. Ed. University Park Press. Baltimore. 1972.