

Grupo de Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural

Cesáreo Sáiz Jiménez

Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología. IRNAS-CSIC,
Avenida Reina Mercedes 10, 41080 Sevilla



Grupo de Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural del Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC. De izquierda a derecha: Miguel Angel Rogerio, Isabel Galocha, Bernardo Hermosín, Estefanía Porca, Valme Jurado, Irene Domínguez, Marta Díaz, Leonila Láiz, Pedro Martín, Angela García, Cesáreo Sáiz. Abajo: Laura Barrientos, Cynthia Alias, Ana Miller, Sara Gutiérrez.

NÚMERO 56

52

SEM@FORO

DIC.
2013

Cuando se estudia la conservación de los monumentos, uno de los aspectos más dramáticos es comprobar, bien mediante observaciones a lo largo del tiempo o mediante documentación fotográfica, el acelerado proceso de biodeterioro que sufren los monumentos, y cómo las plantas son capaces de invadir y deteriorar pirámides mayas, mosaicos romanos excavados, o fracturar estatuas, debido a la presión ejercida por sus raíces. En la ciudad romana de Itálica, mosaicos exhumados en 1912, que tras su descubrimiento se encontraban en buen estado de conservación, desaparecieron completamente en 75 años, debido a la ausencia de mantenimiento y protección. La acción destructiva de las plantas vasculares puede observarse en cualquier edificio histórico o monumento carente de mantenimiento y lim-

pieza y es particularmente importante en climas tropicales. Su invasión representa la etapa final del proceso de biodeterioro y conduce a la larga a su ruina total. Este tipo de biodeterioro es común en todos los monumentos y países.

Los organismos implicados en los procesos de biodeterioro de monumentos abarcan desde las bacterias, arqueas, hongos, algas, líquenes y musgos hasta las plantas superiores (Saiz-Jimenez, 1994, 2001). En muchos casos aparece una colonización inicial por organismos pioneros (bacterias, algas, líquenes) que abren el camino a otros, pudiéndose observar sucesiones de distintas comunidades. Así, tenemos como ejemplos la colonización bacteriana de pinturas rupestres, donde Schabereiter-Gurtner et al. (2002) aplicaron por primera vez la biología molecular al

estudio de tales pinturas, los ataques de microorganismos en pinturas murales etruscas (Díaz-Herraiz et al. 2013), la colonización de algas en ambientes subterráneos, favorecidas por la humedad y la iluminación artificial (Sanchez-Moral et al. 2005; Saiz-Jimenez, 2012), etc. En muchos casos estos procesos de biodeterioro pueden controlarse o evitarse con un mantenimiento adecuado y la aplicación de estrategias preventivas. Más drástica es la utilización de biocidas, no siempre recomendada (Bastian et al. 2010; Martin-Sanchez et al. 2012b), y cuyo empleo debe estar limitado y determinado por la propia naturaleza del monumento u obra de arte a conservar.

El grupo Microbiología Ambiental y Patrimonio Cultural comenzó sus actividades hace más de treinta años con el estudio del deterioro de las pinturas murales del monasterio de La Rábida (Huelva), realizadas por Vázquez Díaz, afectadas por la contaminación ambiental de un Polo Industrial (Saiz-Jimenez y Samson, 1981). Se demostró que esta contaminación afectaba a las pinturas y que la deposición de los gases y aerosoles orgánicos e inorgánicos sobre los murales, así como la filtración de agua a través de los muros condujeron a su deterioro y colonización por bacterias y hongos. En dichas pinturas la presencia del hongo *Cladosporium sphaerospermum* representó un importante factor de biodeterioro.

En los últimos años se han estudiado una serie de casos de biodeterioro en distintos monumentos, a los que se aportaron, junto al diagnóstico del proceso, medidas de conservación, entre las que destaca las aplicadas a las cuevas de Altamira y de Lascaux (Saiz-Jimenez et al. 2011; Alabouvette y Saiz-Jimenez, 2011; Martin-Sanchez et al. 2012 a,b). Actualmente se están investigando las interacciones mineral-microorganismos en distintos ambientes subterráneos (Miller et al. 2012a; Saiz-Jimenez et al. 2012).

El estudio de las bacterias presentes en ambientes subterráneos (cuevas, necrópolis, catacumbas) ha demostrado que muchos de los microorganismos aislados correspondían a especies nuevas para la ciencia (Jurado et al. 2006, 2008) y, en algunos casos, investigadas como posible productoras de nuevos antibióticos (Saiz-Jimenez, 2013), o de interés clínico (Téllez-Castillo et al. 2010), lo que ha representado una interesante transferencia de conocimientos de un campo de la ciencia a otro. Igualmente, se han descrito varias especies nuevas de hongos, destacando el productor de las manchas negras en las pinturas de Lascaux, *Ochroconis lascauxensis* (Martin-Sanchez et al. 2012 a), incluido por el International Institute for Species Exploration, Arizona State University, en las «Top Ten New Species» seleccionadas entre las más de 18,000 especies de animales y plantas descritas en el año 2012.

El grupo investiga cualquier problema de biodeterioro en materiales: papel (Jurado et al. 2010), vidrieras (Carmona et al. 2006), azulejos (Coutinho et al. 2013) y aplica la más modernas técnicas analíticas en los campos de la geoquímica y química ambiental (Bonazza et al. 2007; Miller et al. 2012 a,b; Saiz-Jimenez et al. 2012). Otros temas abarcados incluyen la arqueología (Rogerio-Candelera et al. 2011, 2013), cambio climático (Sabbioni et al. 2010), contaminación atmosférica (Gaviño et al.

2004; Bonazza et al. 2007), degradación de contaminantes en suelos (Villaverde et al. 2012), microbiología clínica (Téllez-Castillo et al. 2010), etc.

PUBLICACIONES

- Alabouvette C, Saiz-Jimenez C.** (2011) Écologie Microbienne de la Grotte de Lascaux. Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla, CSIC.
- Bastian F, Jurado V, Novakova A, et al.** (2010) The microbiology of Lascaux Cave. *Microbiology* 156: 644-652.
- Bonazza A, Sabbioni C, Ghedini N. et al.** (2007) Did smoke from the Kuwait oil well fires affect Iranian archaeological heritage? *Environ Sci Technol* 41: 2378-2386.
- Carmona N, Laiz L, Gonzalez, J.M., et al.** (2006) Biodeterioration of historic stained glasses from the Cartuja de Miraflores (Spain). *Int Biodeterior Biodegrad* 58: 155-161.
- Coutinho ML, Miller AZ, Gutierrez-Patricio, et al.** (2013) Microbial communities on deteriorated artistic tiles from Pena National Palace (Sintra, Portugal). *Int Biodeterior Biodegrad* 84: 322-332
- Díaz-Herraiz M, Jurado V, Cuezva S, et al.** (2013) The actinobacterial colonization of Etruscan paintings. *Scient Rep* 3, 1440 | DOI: 10.1038/srep01440.
- Gaviño M, Hermosin H, Verges-Belmin V, et al.** (2004) The black crust composition from Saint Denis Basilica, France, as revealed by gas chromatography-mass spectrometry. *J Separ Sci* 27: 513-523.
- Jurado V, Gonzalez JM, Laiz L, et al.** (2006) *Aurantimonas altamirensis* sp. nov., a member of the order Rhizobiales isolated from Altamira Cave. *Int J Syst Evol Microbiol* 56: 2583-2585.
- Jurado V, Laurent F, Boiron P, et al.** (2008) *Nocardia altamirensis* sp. nov., isolated from Altamira Cave, Cantabria, Spain. *Int J Syst Evol Microbiol* 58: 2210-2214.
- Jurado V, Porca E, Pastrana MP, et al.** (2010) Microbiological study of bulls of indulgence of the 15th and 16th centuries. *Sci Total Environ* 408: 3711-3715.
- Martin-Sanchez PM, Nováková A, Bastian F, et al.** (2012a) Two new species of the genus *Ochroconis*, *O. lascauxensis* and *O. anomala* isolated from black stains in Lascaux Cave, France. *Fungal Biol* 116: 574-589.
- Martin-Sanchez PM, Nováková A, Bastian F, et al.** (2012b) Use of biocides for the control of fungal outbreaks in subterranean environments: The case of the Lascaux Cave in France. *Environ Sci Technol* 46: 3762-3770.
- Miller AZ, Hernández-Maríné M, Jurado V, et al.** (2012a) Enigmatic reticulated filaments in subsurface granite. *Environ Microbiol Rep* 4: 596-603.
- Miller AZ, Dionísio A, Sequeira Braga MA, et al.** (2012b) Biogenic Mn oxide minerals coating in a subsurface granite environment. *Chem Geol* 322-323: 181-191.
- Rogerio-Candelera MA, Jurado V, Laiz L, et al.** (2011) Laboratory and *in situ* assays of digital image analysis based protocols for biodeteriorated rock and mural paintings recording. *J Archaeol Sci* 38: 2571-2578.
- Rogerio-Candelera MA, Herrera LK, Miller AZ, et al.** (2013) Allochthonous red pigments used in burial practices at the Copper Age site of Valencina de la Concepción (Sevilla, Spain): characterisation and social dimension. *J Archaeol Sci* 40: 279-290.
- Sabbioni C, Bonazza A, Messina P, et al.** (2010) The Atlas of Climate Change Impact on European Cultural Heritage. Scientific Analysis and Management Strategies. Anthem Press, London, 146 p.
- Saiz-Jimenez C.** (1994) Biodeterioration of stone in historic buildings and monuments. In: G.C. Llewellyn, W.W. Dashek and C.E. O'Rear (eds.), *Biodeterioration Research 4: Mycotoxins, Wood Decay, Plant Stress, Biocorrosion, and General Biodeterioration*, Plenum, New York, pp. 587-603.

- Saiz-Jimenez C.** (2001) The biodeterioration of building materials. In: A Practical Manual on Microbiologically Influenced Corrosion, vol. 2., J. Stoecker II (ed.), NACE, Houston, pp. 4.1-4.20.
- Saiz-Jimenez C.** (2012) Microbiological and environmental issues in show caves. *World J Microbiol Biotechnol* 28: 2453-2464.
- Saiz-Jimenez C.** (2013) Cave Conservation: A Microbiologist's Perspective. In: *Cave Microbiomes: A Novel Resource for Drug Discovery*. N. Cheeptham (ed.), SpringerBriefs in Microbiology, 2013, Volume 1, 69-84, DOI: 10.1007/978-1-4614-5206-5_4.
- Saiz-Jimenez C, Samson RA.** (1981) Microorganisms and environmental pollution as deteriorating agents of the frescoes of «Santa María de la Rábida», Huelva, Spain. 6th Triennial Meeting ICOM, Committee for Conservation, Ottawa, paper 81/15/5 14 p.
- Saiz-Jimenez C, Cuezva S, Jurado V, et al.** (2011) Paleolithic art in peril: Policy and science collide at Altamira Cave. *Science* 334: 42-43.
- Saiz-Jimenez C, Miller AZ, Martin-Sanchez PM, et al.** (2012) Uncovering the origin of the black stains in Lascaux Cave in France. *Environ Microbiol* 14: 3220-3231.
- Sanchez-Moral S, Luque L, Cuezva S, et al.** (2005) Deterioration of building materials in Roman Catacombs: The influence of visitors. *Sci Total Environ* 349: 260-276.
- Schabereiter-Gurtner C, Saiz-Jimenez C, Piñar G, et al.** (2002) Altamira cave paleolithic paintings harbour partly unknown bacterial communities. *FEMS Microbiol Lett* 211: 7-11.
- Téllez-Castillo CJ, González Granda D, Bosch Alepuz M, et al.** (2010) Isolation of *Aurantimonas altamirensis* from pleural effusions. *J Med Microbiol* 59: 1126-1129.
- Villaverde J, Posada-Baquero R, Rubio-Bellido M, et al.** (2012) Enhanced mineralization of diuron using a cyclodextrin-based bioremediation technology. *J Agric Food Chem* 60: 9941-9947.

Bioingeniería y Materiales (BIO-MAT)

Diego A. Moreno, Ana M. García, Mohammed Naffakh, M. Ascensión Fernández, M. Isabel Paz, Felipe Montero, Antonio Moreno y Carlos Ranninger
 Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales.
 c/ José Gutiérrez Abascal 2, 28006 Madrid. diego.moreno@upm.es



Integrantes del grupo de investigación (de izquierda a derecha): Antonio Moreno (Ingeniero de Caminos y Dr. en CC Físicas), M. Ascensión Fernández (Dra. en Farmacia), Felipe Montero (Ingeniero Químico), Diego A Moreno (Dr. en Farmacia), Carlos Ranninger (Dr. Ingeniero Industrial), Ana M. García (Dra. en CC Biológicas), Mohammed Naffakh (Dr. en CC Físicas), M. Isabel Paz (Dra. en CC Químicas).

Aunque el nombre del Grupo BIO-MAT se acuñó apenas hace una década, sus orígenes se remontan a 1986 como consecuencia de la buena relación entre la Empresa y la Universidad. Por aquel entonces Hidroeléctrica Española, actualmente Iberdrola tras la fusión con Iberduero, estaba intentando resolver problemas de corrosión microbiana que había detectado en sus centrales hidráulicas. En esa necesidad encontró en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid una buena colaboración para la búsqueda

de soluciones. Desde entonces un equipo multidisciplinar de ingenieros industriales, de materiales, junto con químicos, físicos y microbiólogos tratamos de dar respuesta y encontrar soluciones a problemas relacionados con la interacción entre los materiales y los seres vivos, principalmente los microorganismos. Entre las líneas prioritarias del Grupo BIO-MAT se encuentran: *biofilms*, biodeterioro, biodegradación y biorremediación (Grupo BIO-MAT, www.upm.es/observatorio/vi/index.jsp?pageac=grupo.jsp&idGrupo=222).