

Biom mineralización bacteriana y Biorremediación de ambientes contaminados por metales pesados y radionucleidos

María Teresa González-Muñoz, María Antonia Fernández-Vivas, Concepción Jiménez-López, Mohamed L. Merroun y Fadwa Jroundi

Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias. Universidad de Granada.
Avda. Fuentenueva s/n, 18002 Granada



Algunos miembros del grupo y becarios. De izquierda a derecha, 2ª fila: J.F. Montero Bullón, I. Sánchez Castro, M. López Fernández, M.S. Sánchez Quesada, M.A. Fernández-Vivas, 1ª fila: A. Amador García, C. Jiménez López, M.T. González-Muñoz, C. Valverde Tercedor, F. Jroundi, M.L. Merroun.

El papel de los microorganismos en los procesos geológicos es un campo de investigación de interés creciente, desarrollado de manera espectacular en las últimas décadas y que ha dado lugar al surgimiento de la Geomicrobiología como nueva área científica. Entre los diversos aspectos de investigación que incluye están la biom mineralización bacteriana y la participación de los microorganismos en la precipitación y disolución de minerales, la movilización de cationes, la fijación de metales y radionucleidos, etc. Debido a la índole de los procesos que estudia, la Geomicrobiología es un área eminentemente multidisciplinar en la que están implicados tanto microbiólogos como geólogos, cristalógrafos y químicos.

Nuestro Grupo de Investigación BIO 103 (Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo de la Junta de Andalucía) comenzó su andadura en 1985 para la investigación de las Myxobacterias, y en el año 1990 se inició

el estudio de los procesos de biom mineralización y de fijación de metales pesados por las mismas, investigación que posteriormente se diversificó hacia otros aspectos de la interacción bacteria/minerales con estas y otras bacterias.

El grupo está integrado en la actualidad por 12 miembros de los que 10 son doctores y 2 están realizando su tesis doctoral, siendo tres las líneas fundamentales en que se desarrolla nuestra actividad investigadora:

Carbonatogénesis bacteriana y su aplicación para consolidación de materiales pétreos, bajo la dirección de la Dra. María Teresa González Muñoz.

Precipitación bacteriana de nanopartículas de óxidos de hierro con aplicaciones en Astrobiología y Nanotecnología, bajo la dirección de la Dra. Concepción Jiménez López.

Interacciones microbianas con metales pesados y radionucleidos para fines de biorremedio; y fabricación y carac-

terización estructural de bionanopartículas de oro, paladio y platino (entre otras) y sus aplicaciones industriales, bajo la dirección del Dr. Mohamed L. Merroun.

Actualmente nuestra investigación está subvencionada por 2 proyectos del Plan Nacional I+D, 2 proyectos de Excelencia de la Junta de Andalucía, 1 contrato de investigación con la empresa francesa AREVA y una Acción Integrada con la Universidad Brunel, London (UK).

Por la interdisciplinariedad de la investigación que desarrollamos, trabajamos en colaboración con otros investigadores de nuestra Universidad y de otros Centros nacionales y extranjeros:

- Drs. Carlos Rodríguez Navarro y Francisco Abadía, UGR
- Drs. Francisca Martínez Ruiz, Juan Manuel García Ruíz, Estela Pineda y Eulogio Bedmar, CSIC
- Drs. Sonja Selenska Pobell, Henry Moll y Alix Guenther, Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf
- Dr. Damien Faivre, Max Planck Institute
- Dr. Jesus Ojeda, Brunel University London
- Dra. María Romero González, University of Sheffield
- Dra. Catherine Berthomieu, CEA, Cadarache
- Dra. Lynne Macaskie, University of Birmingham
- Dr. Dennis A. Bazylinski, University of Nevada Las Vegas
- Dr. Tanya Prozorov, Iowa State University
- Dr. Brian Lower, Ohio State University
- Dr. Raz Zarivach, University of the Negev
- Dra. Guadalupe Piñar, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna

LOGROS DESTACADOS DE LOS ÚLTIMOS AÑOS

En el campo del BIORREMEDIO

La aplicación de la carbonatogénesis bacteriana para la consolidación de materiales pétreos y morteros mediante el desarrollo de un proceso basado en la activación de la propia microbiota de la piedra, sin necesidad de aplicar cultivo bacteriano alguno, y que ha dado lugar a una patente que está siendo explotada por la empresa KBYO BIOLOGICAL.

Descripción de los mecanismos moleculares de bioprecipitación de uranio por cepas bacterianas aisladas de residuos de minas de uranio.

En el campo de la NANOTECNOLOGÍA

Obtención de magnetitas a temperatura ambiente de tamaños y morfologías alteradas por la interacción de proteínas del magnetosoma con los cristales, de extraordinaria importancia por sus aplicaciones nanotecnológicas.

Demostración de las propiedades superparamagnéticas de nanopartículas de oro depositadas sobre capas S de *Sulfolobus acidocaldarius* y descripción del alto momento magnético por átomo de oro de las nanopartículas de oro producidas biológicamente, en comparación con nanopartículas de otros orígenes.

Descripción de una nueva estrategia de producción de nanopartículas biometálicas de oro y paladio con estructura «core-shell» basándose en la habilidad de *Escherichia coli* de reducir Au(III) a Au(0). Estas nanopartículas han sido ensayadas por sus propiedades catalíticas en la oxidación de alcoholes primarios a aldehídos, reacciones clave en la industria del perfumes.

Otros

Demostración de que las magnetitas producidas por biomineralización bacteriana presentan características diferentes de las inorgánicas, dato de utilidad para reconocer actividad biogénica en ambientes naturales.

Demostración de que los procedimientos de formación inorgánica, propuestos para asociar un origen inorgánico a las magnetitas del meteorito ALH84001, no son válidos. De enorme importancia al abrir nuevamente la posibilidad de su origen biogénico.

PUBLICACIONES RECIENTES SIGNIFICATIVAS DEL GRUPO

- Bartolome J, Bartolome F, García LM, Figueroa AI, Repolles A, Martínez MJ, Luis F, Magen C, Selenska-Pobell S, Pobell F, Reitz T, Schoenemann R, Herrmannsdoerfer T, Merroun ML, Geissler A, Wilhelm F, Rogalev A.** (2012). Large magnetism of Au nanoparticles deposited on *Sulfolobus acidocaldarius* S-layer. *Phys Rev Lett* 109: 247203-247205.
- Deplanche K, Merroun ML, Casadesus M, Tran DT, Mikheenko IM, Bennett JA, Jones IP, Preece JA, Johnston RL, Attard, GA, Selenska-Pobell S, Macaskie LE.** (2012). Microbial synthesis of core/shell gold/palladium nanoparticles for applications in green chemistry. *J R Soc Interface* 9: 1705-1712.
- Ettenauer J, Piñar G, Sterflinger K, Gonzalez-Muñoz MT, Jroundi F.** (2011). Molecular monitoring of the microbial dynamics occurring on historical limestone buildings during and after the in situ application of different bio-consolidation treatments. *Sci Total Environ* 409: 5337-5352.
- Jimenez-Lopez C, Rodríguez-Navarro C, Rodríguez-Navarro A, Perez-Gonzalez T, Bazylinski DA, Lauer H, Romanek CS.** (2012). Signatures in magnetites formed by (Ca,Mg,Fe)CO₃ thermal decomposition: Terrestrial and extraterrestrial implications. *Geochim Cosmochim Acta* 87: 69-80.
- Jimenez-Lopez C, Romanek CS, Bazylinski DA.** (2010). Magnetite as a prokaryotic biomarker. *J Geophys Res* 115: G00-G03.
- Jroundi F, Fernández-Vivas A, Rodríguez-Navarro C, Bedmar EJ, González-Muñoz MT.** (2010). Bioconservation of deteriorated monumental calcarenite stone and identification of bacteria with carbonatogenic activity. *Microb Ecol* 60: 39-54.
- Jroundi F, Gómez Suaga P, Jimenez-Lopez C, Gonzalez-Muñoz MT, Fernandez-Vivas A.** (2012). Stone-isolated carbonatogenic bacteria as inoculants in bioconsolidation treatments for historical limestone. *Sci Total Environ* 425: 89-98.
- Merroun ML, Nedelkova M, Ojeda JJ, Reitz T, López Fernández M, Arias JM, Romero-González M, Selenska-Pobell S.** (2011). Bio-precipitation of uranium by two bacterial isolates recovered from extreme environments as estimated by potentiometric titration, TEM and X-ray absorption spectroscopic analyses. *J Hazard Mater* 197: 1-10.
- Merroun ML, Selenska-Pobell S.** (2008). Bacterial interactions with uranium: and environmental perspective. *J Contam Hydrol* 102: 285-295.

Neu M, Boukhalfa H, Merroun ML. (2010). Biomineralization and biotransformations of actinide materials. MRS Bulletin 35: 849-857.

Oestreicher Z, Valverde Tercedor C, Chen L, Jimenez-Lopez C, Bazylin-ski DA, Lower SK, Lower BH. (2012). Magnetosomes and magnetite crystals produced by magnetotactic bacteria as resolved by atomic force microscopy and transmission electron microscopy. Micron 43: 1331-1335.

Perez-Gonzalez T, Jimenez-Lopez C, Neal A, Rull-Perez F, Rodriguez-Navarro A, Fernandez-Vivas A, Iañez-Pareja E. (2010). Magnetite biomineralization induced by *Shewanella oneidensis*. Geochim Cosmochim Acta 74: 967-979.

Perez-Gonzalez T, Rodriguez-Navarro A, Jimenez-Lopez C. (2011). Inorganic Magnetite Precipitation at 25 °C: A Low-Cost Inorganic Coprecipitation Method. J Supercond & Novel Magn 24: 549-557.

Piñar G, Jimenez-Lopez C, Sterflinger K, Ettenauer J, Jroundi F, Fernandez-Vivas A, Gonzalez-Muñoz MT. (2010). Bacterial community dynamics during the application of a *Myxococcus xanthus*-inoculated culture medium used for consolidation of ornamental limestone. Microb Ecol 60: 15-28.

Rodríguez-Navarro C, Jroundi F, Schiro M, Ruiz-Agudo E, Gonzalez-Muñoz MT. (2012). Influence of substrate mineralogy on bacterial mineralization of calcium carbonate: Implications in stone conservation. Appl Environ Microb. 78: 4017-4029.

Reducción del impacto medioambiental mediante el uso de biocidas Thor AMME™

Marta Urizal Comas

Thor especialidades S.A., Avda. de la Indústria 1, 08297 Castellgalí, Barcelona

Tras 10 años de investigación, el Grupo Thor (Figura 1) ha lanzado al mercado una nueva generación de biocidas para protección en film con numerosas ventajas respecto a los sistemas actuales.

Los biocidas de protección en film se añaden a una amplia gama de recubrimientos acuosos tipo pinturas, adhesivos, masillas y sellantes. Se usan para prevenir el

deterioro originado por hongos y algas. Actualmente, la mejora en la calidad de los recubrimientos consiste en aumentar la durabilidad de los mismos y así ampliar el periodo de repintado. Hasta ahora, la forma de extender el periodo de protección frente a una contaminación microbiana superficial se basaba en aumentar la concentración del biocida usado. Esta práctica ya no es aceptada debido



Fig. 1. Thor Especialidades, S.A. en Castellgalí, Barcelona.