

Grupo de Microbiología y Tecnología Ambiental

J. González López, E. Hontoria García, F. Osorio Robles, J.M. Poyatos Capilla, C. Calvo Sainz, M.V. Martínez Toledo, B. Rodelas González, C. Pozo Llorente, M. Manzanera Ruiz, J.A. Morillo Pérez, B. Juárez Jiménez, M. Rivadeneyra Ruiz
 Instituto del Agua. Universidad de Granada. C/ Ramón y Cajal 4, 18071 Granada



El grupo de Microbiología y Tecnología Ambiental del Instituto del Agua/Universidad de Granada.

INTRODUCCIÓN

El Grupo de Investigación Microbiología y Tecnología Ambiental nace en 1990 de la unión de los miembros del Área de Tecnologías del Medio Ambiente, perteneciente al Departamento de Ingeniería Civil de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos y los miembros del grupo de Investigación Microbiología Ambiental, pertenecientes al Instituto del Agua y al Departamento de Microbiología de la Facultad de Farmacia, todos

ellos de la Universidad de Granada. Se trata de un equipo multidisciplinar que conforma un grupo de investigación consolidado en la Junta de Andalucía (RNM-270). El grupo, dirigido por el Dr. Jesús González López, ha tenido un importante crecimiento en los últimos años y actualmente está compuesto por 33 investigadores de los cuales 21 son doctores.

El grupo inicia sus trabajos dentro del campo de la fijación de nitrógeno, así como en la caracterización microbiológica de sistemas naturales. En los últimos años

los trabajos se centran en torno al agua como recurso, principalmente en el tratamiento biológico de aguas contaminadas, especializándose en sistemas de biopelículas y en las tecnologías de filtros sumergidos. Así, se han aplicado y se aplican sistemas de biopelícula para el tratamiento de aguas residuales y efluentes contaminados con un amplio rango de contaminantes orgánicos e inorgánicos. Paralelamente, las actividades del grupo se extienden a un conjunto de líneas de investigación en el área de la Microbiología Ambiental que se describen brevemente más adelante.

Todas las actividades del grupo se realizan desde la estrecha colaboración con diversas administraciones y empresas privadas del sector. Asimismo mantenemos una activa colaboración científica con un importante número de grupos españoles y extranjeros, a los cuales nos gustaría agradecer sus importantes contribuciones.

MICROBIOLOGÍA DE BIORREACTORES DE MEMBRANA

Los biorreactores de membranas sumergidas (BRM) son una alternativa emergente al tratamiento convencional de las aguas residuales, y generan un agua tratada libre de microorganismos patógenos y apta para la reutilización directa. Uno de nuestros principales campos de actuación consiste en el estudio de la relación entre estructura y función de las comunidades microbianas presentes en estos sistemas, con objeto de diagnosticar y corregir problemas de funcionamiento a escala real. Para ello empleamos herramientas metagenómicas como PCR-TGGE, RT-PCR-TGGE, FISH, PCR en tiempo real y secuenciación masiva en paralelo, que nos permiten monitorizar la estructura, dinámica y organización funcional de las comunidades en los BRMs (Calderón et al. 2011, Gómez-Silván et al. 2010, 2013).

BIORREMEDIACIÓN

Hidrocarburos y otros contaminantes orgánicos

La biorremediación de hidrocarburos derivados del petróleo de suelo y aguas contaminadas constituye una de nuestras principales líneas de investigación. La experiencia del grupo en este campo es amplia y se ha desarrollado gracias a financiación pública y a contratos con importantes empresas como Repsol. Los estudios están dirigidos fundamentalmente al aislamiento y caracterización de microorganismos degradadores de hidrocarburos con especial interés en productores de sustancias biosurfactantes y bioemulgentes (Calvo et al. 2009). Se vienen asimismo desarrollando estudios de biotratabilidad a escala de laboratorio, microcosmos edáficos y plantas piloto (Silva-Castro et al. 2012). Esta línea de investigación ha permitido diseñar técnicas de bioestimulación y bioaumento aplicadas en procesos de *land farming* y compostaje para la restauración de suelos

(Silva-Castro et al. 2013). La irrupción de las nuevas técnicas de secuenciación masiva proporciona herramientas de gran aplicabilidad para evaluar el impacto producido por la contaminación de hidrocarburos sobre comunidades microbianas del suelo, campo que estamos explorando actualmente (Sutton et al. 2013).

AGUAS SUBTERRÁNEAS

La biorremediación ha adquirido una gran importancia entre las tecnologías para resolver el problema de las sustancias denominadas «contaminantes emergentes» en aguas subterráneas. Desde el año 2006, estudiamos diversos sistemas biológicos (biofiltros aireados sumergidos y biorreactores de membrana extractiva) diseñados para el tratamiento de aguas subterráneas contaminadas con sustancias oxigenantes de las gasolinas: éteres semivolátiles tales como metil-*tert*-butil éter (MTBE), etil-*tert*-butil éter (ETBE) y *tert*-amil-etil éter (TAME). Actualmente trabajamos con dos sistemas de biorreactores que son capaces de eliminar estos compuestos utilizando cepas aisladas en nuestro laboratorio (Purswani et al., 2008, 2011, 2013).

FOTOBIORREACTORES

Una de las aplicaciones novedosas en la que estamos trabajando en los últimos años es el uso de fotobiorreactores en el tratamiento de residuos líquidos derivados de la industria del aceite de oliva. En un reciente proyecto europeo («Algatec») desarrollamos un nuevo sistema compuesto por un fotobiorreactor asociado a un módulo de filtración por membrana que permite explotar la asociación simbiótica establecida entre microalgas y bacterias para obtener una exitosa purificación de los efluentes y un reciclado del 90% del agua depurada. El éxito de esta iniciativa ha dado pie a la concesión de un segundo proyecto para poner en marcha esta tecnología en almazaras (Maza-Márquez et al. 2013).

AMBIENTES ÁRIDOS Y ANHIDROBIOSIS

La eliminación de sustancias orgánicas llevada a cabo por los microorganismos adquiere una mayor dificultad cuando la disponibilidad de agua es reducida (Vílchez y Manzanera, 2011). Nuestro grupo ha logrado poner a punto un efectivo método para el aislamiento de microorganismos tolerantes a la falta de agua (anhidrobiontes) basado en el uso de disolventes orgánicos (Narváez-Reinaldo et al., 2010). Este método hace uso de la resistencia de los anhidrobiontes a compuestos como el cloroformo gracias a la producción de xeroprotectores que protegen las biomoléculas esenciales de la célula o incluso a células y tejidos completos (Julca et al., 2012). El método de extracción y la composición de estas mezclas xeroprotectoras constituyen la base de 9 patentes, gracias a las cuales queda protegido también el uso de estos microorganismos anhidrobiontes para la protección de cultivos contra la sequía.

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

En los últimos años nuestro grupo inició una línea de trabajo sobre el estudio de ecosistemas acuáticos, con el doble objetivo del estudio de la biodiversidad microbiana de cuerpos acuáticos de ambientes fríos y las posibles aplicaciones biotecnológicas derivadas de dichos microorganismos. En esta línea se incluyen estudios de microbiota bacteriana y eucariota de lagunas de Sierra Nevada (Reboleiro-Rivas et al. 2013), así como estudios de actividades enzimáticas de microorganismos aislados de ecosistemas marinos con objeto de su aplicación biotecnológica (Juárez-Jiménez et al. 2008, 2012).

BIOMINERALIZACIÓN

Por último nos gustaría destacar que nuestro grupo posee una gran experiencia en estudios de biomineralización, especialmente en precipitación de carbonatos y fosfatos por microorganismos. Entre las numerosas investigaciones en este campo, hemos realizado estudios de precipitación de minerales en bacterias y descrito, por primera vez, la capacidad de algunas bacterias para precipitar carbonatos tales como dolomita, hidromagnesita, kutnohorita y huntita o fosfatos como la bobierrita (Rivadeneira et al. 2010, Rivadeneira-Torres et al. 2013). Hemos profundizado en los mecanismos de precipitación así como en la implicación de las bacterias en la precipitación de carbonatos en determinados ambientes naturales (suelos, sedimentos, aguas residuales, etc.). Actualmente, estamos investigando las posibles aplicaciones de los procesos de biomineralización en la eliminación de CO₂ al precipitarlo como carbonatos insolubles y en la precipitación de metales pesados como vía de biorremediación de ambientes contaminados.

PUBLICACIONES RECIENTES

Calderón K, Rodelas B, Cabiro N, González-López J, Noyola A. (2011). Analysis of microbial communities developed on the fouling layers of a membrane-coupled anaerobic bioreactor applied to wastewater treatment. *Bioresource Technol* 102:4618-4627.

Calvo C, Manzanera M, Silva-Castro GA, Uad I and Gonzalez-Lopez J. (2009). Application of bioemulsifiers in soil oil bioremediation processes. *Future prospects*. *Sci Total Environ* 407: 3634-3640.

Gómez-Silván MC, Molina-Muñoz M, Poyatos JM, Ramos A, Hontoria E, Rodelas B, González-López J (2010). Structure of archaeal communities in membrane-bioreactor and submerged-biofilter wastewater treatment plants. *Bioresource Technol* 101:2096-2105.

Gómez-Silván C, Arévalo J, Pérez J, González-López J, Rodelas B. (2013). Linking hydrolytic activities to variables influencing a submerged membrane bioreactor (MBR) treating urban wastewater under real operating conditions. *Water Res* 47:66-78.

Juárez-Jiménez B, Rodelas B, Martínez-Toledo MV, Gonzalez-Lopez J, Crognale S, Gallo AM, Pesciaroli C, Fenice M. (2008). Production of

chitinolytic enzymes by a strain (BM17) of *Paenibacillus pabuli* isolated from crab shells samples collected in the east sector of central Tyrrhenian Sea. *Int J Biol Macromol* 43(1):27-31.

Juárez Jimenez B, Reboleiro Rivas P, Gonzalez Lopez J, Pesciaroli C, Barghini P, Fenice M. (2012). Immobilization of *Delftia tsuruhatensis* in macro-porous cellulose and biodegradation of phenolic compounds in repeated batch process. *J. Biotechnol* 157(1): 148-153.

Julca I, Alaminos M, González-López J y Manzanera M. (2012). Xeroproductants for the stabilization of biomaterials. *Biotechnol Adv* 30:1641-1654.

Maza-Márquez P, Martínez-Toledo MV, González-López J, Rodelas B, Juárez-Jiménez B, Fenice M. (2013). Biodegradation of olive washing wastewater pollutants by highly efficient phenol-degrading strains selected from adapted bacterial community. *Int Biodeter Biodegr* 82:192-198.

Narváez-Reinaldo JJ, Barba I, González-López J, Tunnacliffe A y Manzanera M. (2010). Rapid method for isolation of desiccation-tolerant strains and xeroproductants. *Appl Environ Microb* 76:5254-5262.

Purswani J, Pozo C, Rodríguez-Díaz M, y González-López J. (2008). Selection and identification of bacterial strains with MTBE, ETBE and TAME degrading capacities. *Environ Toxicol Chem* 27 (11): 2296-2303.

Purswani J, Juárez B, Rodelas B, González-López J y Pozo C. (2011). Biofilm formation and microbial activity in a biofilter system in the presence of MTBE, ETBE and TAME. *Chemosphere* 85: 616-624.

Purswani J, Silva-Castro GA, Guisado IM, González-López J y Pozo C. (2013). Biological and chemical analysis of a laboratory-scale biofilter for oxygenate bioremediation in simulated groundwater. *Int J Environ Sci Technol (in press)*.

Reboleiro-Rivas P, Juarez-Jiménez B, Martínez-Toledo MV, Rodelas B, Andrade L, Gonzalez-Lopez J and Fenice M. (2013). Variations of the bacterial communities' structure in a high mountain lake during the ice-free season: cultural and PCR-TGGE investigations. *Int J Environ Res (in press)*.

Rivadeneira MA, Martín-Algarra A, Sánchez-Navas A, Martín-Ramos D (2010) Carbonate and phosphate precipitation by *Chromohalobacter marismortui*. *ISME J*. 4, 922-932.

Rivadeneira-Torres A, Martínez-Toledo MV, Gonzalez-Martinez A, Gonzalez-Lopez J, Martín-Ramos D, Rivadeneira MA. (2013) Precipitation of carbonates by bacteria isolated from wastewater samples collected in a conventional wastewater treatment plant. *Int J Environ Sci Te*: 10, 141-150.

Silva-Castro GA, SantaCruz-Calvo L, Uad I, Perucha C, Laguna J, González-Lopez J and Calvo C. (2012)a. Treatment of diesel-polluted clay soil employing combined biostimulation in microcosms. *Int J Environ Sci Technol* 9: 535-542.

Silva-Castro GA, Rodelas B, Perucha C, Laguna J, González-López J y Calvo C. (2013) Bioremediation of diesel-polluted soil using biostimulation as post-treatment after oxidation with Fenton-like reagents: Assays in a pilot plant. *Sci Total Environ* 445-446: 347-355.

Sutton NB, Maphosa F, Morillo JA, Al-Soud WA, Langenhoff AAM, Grotenhuis T, Rijnaarts HMM, Smidt H. (2013). Impact of long-term diesel contamination on soil microbial community structure. *Appl Environ Microb* 79(2), 619-630.

Vilchez S y Manzanera M. (2011). Biotechnological uses of desiccation-tolerant microorganisms for the rhizoremediation of soils subjected to seasonal drought. *Appl Microbiol Biot* 91:1297-1304.