

biocida detectado en los cursos de agua provenientes del lavado de paredes pintadas, por la lluvia, etc. De hecho, el uso generalizado y creciente de agua de lluvia para uso doméstico o para cultivos hace sumamente importante que se reduzcan los niveles de biocidas usados.

### VENTAJAS DEL USO DE BIOCIDAS THOR AMME™

- Reducción de la decoloración —Ej. el amarilleo provocado por recubrimientos con IPBC se ve reducido.
- Estabilidad al UV mejorada —Ej. La degradación de activos como la DCOIT, ZPT y IPBC se ve reducida.
- Lixiviación reducida —Los activos son retenidos en el film durante más tiempo; se disminuye el riesgo del lavado de activos por lluvia y la consecuen-

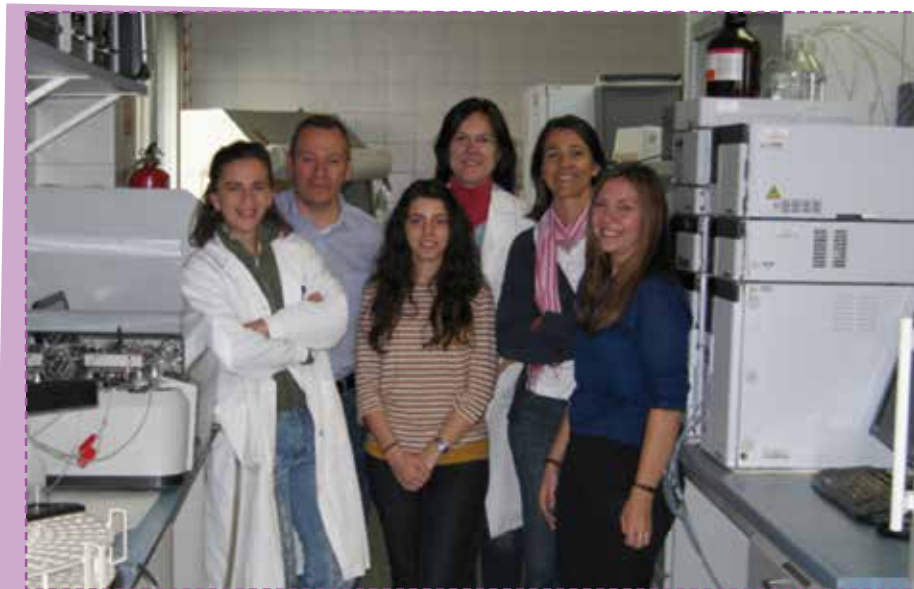
te contaminación de las aguas; menor pérdida de activos debido a lavado por lluvia o condensación.

- Estabilidad de los activos de protección en film mejorada en la formulación líquida.
- Reduce la pérdida de activos en condiciones alcalinas.
- Mejora del perfil toxicológico y medioambiental – Los activos demuestran ser menos tóxicos y se evitan ciertas clasificaciones de peligrosidad.
- Mejora la estabilidad térmica.
- Reduce la volatilidad de los activos – menores emisiones de los activos desde el recubrimiento; reduce los niveles de biocidas en áreas de interior.
- Reduce la cantidad de activo biocida necesario – Se requieren menores concentraciones debido a que hay menos pérdida de los mismos en el tiempo.

## Grupo de Biorremediación, Biología e Ingeniería química al servicio de la descontaminación

**N. Gonzalez<sup>1</sup>, F. Bautista<sup>2</sup>, M.C. Molina<sup>1</sup>, R. Simarro<sup>1,3</sup>, C. Vargas<sup>2</sup>**

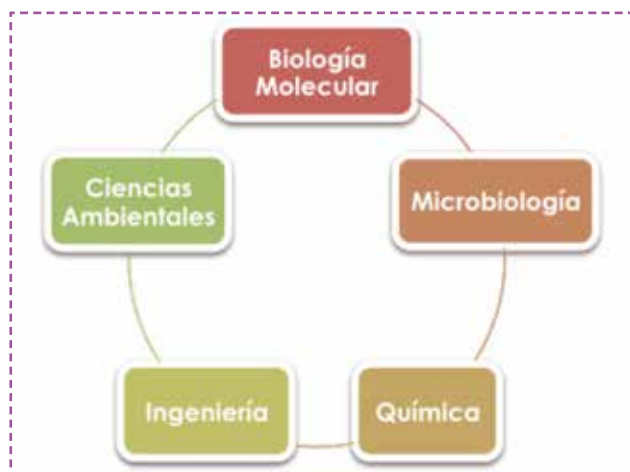
<sup>1</sup>Departamento de Biología y Geología (Área de Biodiversidad y Conservación), ESCET, URJC, C/Tulipán, s/n, Móstoles-28933 (Madrid). <sup>2</sup>Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ESCET, URJC, C/Tulipán, s/n, Móstoles-28933 (Madrid). <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Internacional SEK, Quito (Ecuador)



*De izquierda a derecha; M<sup>o</sup> del Carmen Molina, Fernando Bautista, Lucía Agudo, Carolina Vargas, Natalia González, Carolina Rubio. María Fernández y Raquel Simarro no están en la foto por estar en estancia post-doc en el extranjero.*

Todo comenzó un día del año 2005 cuando Natalia González, investigadora en ecología microbiana y modelos poblacionales de microorganismos acuáticos, impartiendo clases de microbiología, descubrió el fascinante mundo de la biorremediación. De modo que contactó con M. Carmen Molina, conocedora de técnicas moleculares de identificación de hongos y bacterias y con L. Fernando Bautista, químico de formación y especialista en biotecnología. Esta característica multidisciplinar del grupo es especialmente adecuada para afrontar retos en el ámbito del medio ambiente, donde la multiplicidad de factores que intervienen incluyen condiciones fisicoquímicas del medio, procesos de transformación químicos y bioquímicos, caracterización microbiológica y establecimiento de relaciones entre poblaciones de microorganismos; sin olvidar las aplicaciones tecnológicas que puedan derivarse de la investigación realizada (Figura 1).

Fue en el año 2006 cuando a partir del proyecto del Ministerio de Medio Ambiente (1.1-373/2005/3-B y 013/2006/2-1.1) sobre la búsqueda y aislamiento de microorganismos y enzimas que fueran capaces de eliminar contaminantes y, con la ayuda de la Fundación Alfonso Martín Escudero, se consolidó el *Grupo de Biorremediación* de la Universidad Rey Juan Carlos. A partir de entonces se fueron sumando al grupo Carolina Vargas, química orgánica y especialista en caracterización fisico-química y detección de nutrientes y Raquel Simarro quien realizó su tesis doctoral. Dada la proyección docente y de formación del grupo, casi inmediatamente se fueron incorporando estudiantes para desarrollar sus practicum, proyectos fin de master, trabajos fin de grado, etc. Actualmente Lucía Agudo, Carolina Rubio y María Fernández se encuentran realizando sus proyectos fin de grado y próximamente defenderá Isabel Herrera Cabezas. Nuestro grupo de biorremediación forma parte como colaborador del programa EIADES que propone desarrollar herramientas para el avance en los procesos



**Fig. 1.** Interacción entre las distintas disciplinas y especialidades esenciales en la dinámica de grupo.

de biorremediación. Recientemente, además, hemos iniciado una colaboración con el profesor Lee Kerkhoff de la Rutgers University en New Jersey, (USA) y con el profesor Mihai Irimia-Vladu de la Johannes Kepler University en Linz (AUSTRIA), lo que nos está permitiendo innovar en nuestras líneas de investigación y renovar nuestras técnicas químicas y moleculares.

## TALÓN DE AQUILES DE LA BIORREMEDIACIÓN

Una de las principales debilidades de la biorremediación con respecto a otras técnicas físicas y químicas es la lentitud de los procesos. Por ello, es imprescindible aunar fuerzas y buscar estrategias que optimicen los procesos de biorremediación para hacerla más competitiva y atractiva a la hora de ofertarla como técnica realmente eficaz (Bautista et al. 2009; Simarro et al. 2011; Simarro et al. 2012, González et al. en prensa). No hay que dejar de lado la importancia de cómo quedan los ecosistemas una vez que son contaminados y remediados, por lo que es imprescindible estudiar cuál es la dinámica de las poblaciones microbia-



**Fig. 2.** Procesos de biorremediación in situ.

nas en los suelos perturbados, así como la capacidad de resistencia y resiliencia de las mismas (González et al. 2011, Simarro et al. *enviado*). En un suelo contaminado habrá vencedoras y vencidas, y como en la *lucha de titanes*, las bacterias victoriosas serán nuestra herramienta para la aplicación de ellas mismas o tan solo su esencia enzimática, que al fin y al cabo es la estrella de la biorremediación. Por ello, la búsqueda de microorganismos y enzimas degradadoras de contaminantes recalcitrantes y persistentes en nuestro entorno es otro de los objetivos que mantienen en vilo a este grupo de investigación (Bautista et al. 2009b, Molina et al. 2009, Simarro et al. 2013).

## PESADILLA PARA LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL

Cada vez, los coches son más potentes y sofisticados, pero más sensibles al carburante y subyugados a microorganismos que se desarrollan en los carburantes dañando, a veces de manera irreversible, la mecánica del auto. Factores como la reducción de azufre en el diesel favorecen el desarrollo de estos organismos en tanques de almacenamiento de combustible, produciendo importantes daños por obstrucción de filtros y provocando altos costes en el sector. Son la pesadilla de las petroquímicas. Por esta razón, este grupo ha tenido la oportunidad de colaborar con diferentes empresas que están interesadas en solucionar este asunto con proyectos de investigación financiados por este sector (Repsol, Cepsa, etc.).

## LABOR DOCENTE EN FORMA DE TESIS Y PROYECTOS DEFENDIDOS

Raquel Simarro Delgado (2012): *Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos aromáticos policíclicos*. Apto Cum Laude. Tesis doctoral

Cecilia Lichtschein (2009): *Remediación de suelos contaminados con compuestos varios en la base aérea de Aviano, Pordenone, Italia*. Sobresaliente 9,0. Proyecto fin de Master.

Raquel Simarro Delgado (2009): *Optimización del proceso de biodegradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos*. Sobresaliente 9,0. Proyecto fin de máster.

Laura Delgado Ciruelos (2009): *Dinámica de la comunidad microbiana durante un proceso de degradación de hidrocarburos aromáticos policíclicos*. Matrícula de Honor, 10. Practicum.

Cintia Casado (2010): *Problemática de los medicamentos en las aguas naturales*. Sobresaliente 9,0. Practicum (TAD).

Miguel Pérez Rodríguez. (2010). Estudio en la dinámica de poblaciones microbianas en suelos contaminados con creosota. Sobresaliente 9,0. Practicum.

Luís Pérez Rodríguez (2010): *Aplicación de técnicas biorremediación in situ en suelos contaminados por residuos de petróleo: estudio microbiológico*. Sobresaliente 9,0. Practicum.

Clara Santos Yepes (2012). *Descripción fisicoquímica y biológica de las instalaciones de almacenamiento de Diesel*. Sobresaliente 9,0. Practicum.

Débora Bañuelos Luna (2012). *Aislamiento y cultivo in vitro de Anaptychia ciliaris y Physconia distorta. Optimización del método*. Sobresaliente 9,0. Practicum.

Lucía Agudo (2013). *Estudio de la respuesta microbiana ante una perturbación química frente a dos tipos de suelos de naturaleza distinta*. En preparación. Practicum.

Carolina Rubio (2013). *Búsqueda de consorcios microbianos capaces de degradar semiconductores utilizados en la industria como la quinacridona y la epindolidiona*. En preparación. Trabajo fin de grado.

María Fernández (2013). *Estudio de las interacciones microbianas entre un hongo y una bacteria para optimizar la capacidad degradadora de la quinacridona y la epindolidiona*. En preparación. Trabajo fin de grado.

Isabel Herrera Cabezas (2013): *Caracterización del proceso de biodegradación de fenantreno en un biorreactor*. Próxima defensa. Trabajo fin de grado.

## PUBLICACIONES

**Bautista LF, Morales G, Sanz R.** (2009a). Immobilization strategies for laccase from *Trametes versicolor* on mesostructured silica materials and the application to the degradation of naphthalene. *Bioresource Technol* 101: 8541-8548.

**Bautista LF, Sanz R, Molina M C, González N, Sánchez D.** (2009b). Effect of different non-ionic surfactants on the biodegradation of PAHs by diverse aerobic bacteria. *Int Biodeter Biodegr* 63: 913-922.

**González N, Simarro R, Molina MC, Bautista L. F, Delgado L, Villa JA.** (2011). Effects of surfactants on PAH biodegradation by a bacterial consortium and on the dynamics of the bacterial community during the process. *Bioresource Technol* 102: 9438-9446.

**González N, Bautista LF, Molina MC, Simarro R, Vargas C.** Efecto de la concentración de surfactante y de la temperatura en la biodegradación de naftaleno, antraceno y fenantreno por *Enterobacter* sp., *Pseudomonas* sp. y *Stenotrophomonas* sp. aislados de un consorcio degradador de HPA. *An Quím* (en prensa).

**Molina MC, González N, Bautista LF, Sanz R, Simarro R, Sánchez I, Sanz JL.** (2009). Isolation and genetic identification of PAH degrading bacteria from a microbial consortium. *Biodegradation* 20: 789-800.

**Simarro R, González N, Bautista LF, Molina MC, Schiavi E.** (2012). Evaluation of the influence of multiple environmental factors on the biodegradation of dibenzofuran, phenanthrene, and pyrene by a bacterial consortium using an orthogonal experimental design. *Water, Air and Soil Poll* 223: 3437-3444.

**Simarro R, González N, Bautista LF, Sanz R, Molina MC.** (2011). Optimisation of key abiotic factors of PAH (naphthalene, phenanthrene and anthracene) biodegradation process by a bacterial consortium. *Water, Air and Soil Poll* 217: 365-374.

**Simarro R, González N, Bautista LF, Molina MC.** (2013). Biodegradation of high-molecular-weight polycyclic aromatic hydrocarbons by a wood degrading bacterial consortium at low temperatures. *FEMS Microbiol Ecol* 83: 438-449.

**Simarro R, González N, Bautista LF, Molina MC.** (2013) Assessment of the efficiency of *in situ* bioremediation techniques in a creosote polluted soil: change in bacterial community. *J Hazard Mater* (submitted)