

Sudan refugee camps. CLEAN - Soil, Air, Water, in press.  
**Guerrero-Latorre L, Rusiñol M, Hundesa A, García-Valles M, Martínez S, Joseph O, Bofill-Mas S y Girones R.** (2014). Development of improved low-cost ceramic water filters for viral removal in the Haitian context. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* In Press, Uncorrected Proof® IWA Publishing 2014. doi:10.2166/washdev.2014.121.  
**Rusiñol M, Fernandez-Cassi X, Hundesa A, Vieira C, Kern A, Eriksson I, Ziros P, Kay D, Miagostovich**

**M, Vargha M, Allard A, Vantarakis A, Wyn-Jones P, Bofill-Mas S y Girones R.** (2014). Application of human and animal viral microbial source tracking tools in fresh and marine waters from five different geographical areas. *Water Res* 59: 119-29. doi: 10.1016/j.watres.2014.04.013.  
**Rusiñol, M, Fernandez-Cassi X, Timoneda N, Carratalà A, Abril JF, Silvera C, Figueras MJ, Gelati E, Rodó X, Kay D, Wyn-Jones P, Bofill-Mas S y Girones R.** (2015). Evidence of viral dissemination

and seasonality in a Mediterranean river catchment: implications for water pollution management. *J Environ Manage* 159: 58-67. doi:10.1016/j.jenvman.2015.05.019

**Serrano-Suárez A, Dellundé J, Salvadó H, Cervero-Aragó S, Méndez J, Canals O, Blanco S, Arcas A y Araujo R.** (2013). Microbial and physicochemical parameters associated with *Legionella* contamination in hot water recirculation systems. *Environ Sci Pollut R* 20: 5534-5544.

## Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura

MA Moriñigo, Balebona MC, Martínez-Manzanares E, Arijo S



Departamento de Microbiología. Facultad de Ciencias. Universidad de Málaga

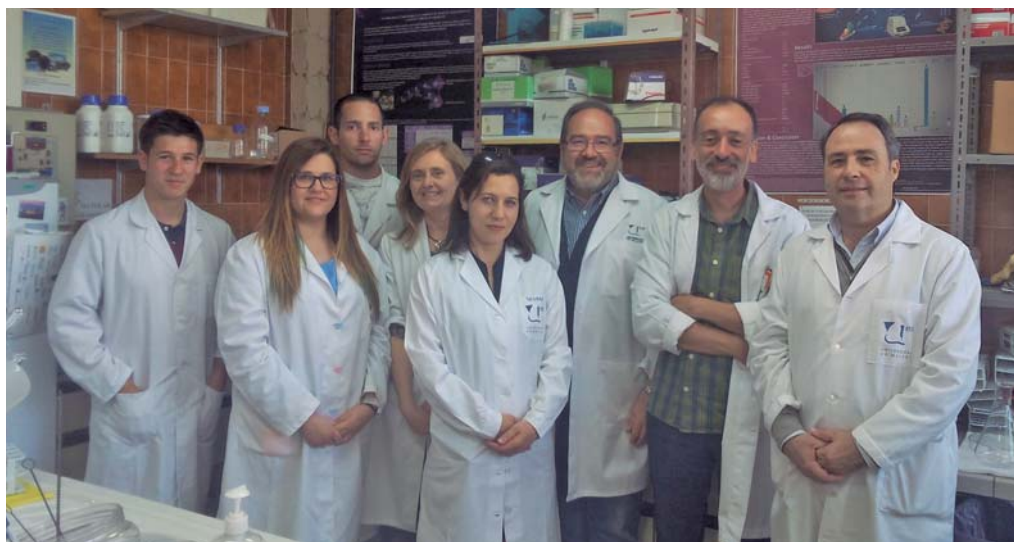


Foto de grupo.

Miembros del grupo de investigación (de izquierda a derecha): Iván Gallardo, Milena Fumanal, J. Alberto Nuñez, M<sup>a</sup> Carmen Balebona, Silvana Tapia, Miguel A. Moriñigo, Salvador Arijo y Eduardo Martínez.

El grupo de Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura está encuadrado en el Departamento de Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Málaga y forma parte del Grupo de Investigación consolidado del Plan Andaluz de Investigación denominado Fotobiología y Biotecnología de los Organismos Acuáticos (FYBOA) (RNM 295). Si bien sus investiga-

dores cuentan con una experiencia de más de 25 años en el campo de la Acuicultura, es desde el año 2000 cuando desarrollan su labor científica como equipo independiente. El grupo está formado por los profesores Miguel Angel Moriñigo Gutierrez, Eduardo Martínez Manzanares, M<sup>a</sup> Carmen Balebona Accino y Salvador Arijo Andrade, así como por la investigadora postdoctoral

Silvana Teresa Tapia Paniagua y los investigadores predoctorales Juan Alberto Nuñez Díaz y Alberto Medina López. Además mantiene estrechas y habituales colaboraciones a través de proyectos de investigación con investigadores del Instituto Español de Oceanografía de Santander, la Universidad de Murcia y la Universidad de Córdoba, entre otras.

Sus principales líneas de investigación son: (1) el aislamiento y caracterización de patógenos acuícolas con vistas al diseño de vacunas efectivas y (2) la selección de microorganismos para su empleo como probióticos.

### AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE PATÓGENOS ACUÍCOLAS

El principal modelo de estudio abordado por el equipo es el constituido por el lenguado senegalés (*Solea senegalensis*) y los patógenos *Photobacterium damsela* subsp *piscicida* y *Vibrio harveyi*. El lenguado senegalés es una especie de pez plano con una alta relevancia económica además de ser un candidato ideal para la diversificación de la producción acuícola en el Sur de Europa. Sin embargo, su cultivo tiene varios cuellos de botella uno de los cuales son las patologías, siendo *Vibrio harveyi* y *P. damsela* subsp *piscicida* dos de las patógenos más relevantes.

En este contexto, nuestra investigación ha estudiado la capacidad de estimulación del sistema inmune del lenguado expuesto al patógeno por vía intraperitoneal o por inmersión. Se ha podido demostrar que la capacidad de activación del sistema inmune por parte del patógeno es esencialmente muy similar independientemente de la vía de infección empleada (Nuñez-Díaz *et al.*, en prensa).

### Diseño de vacunas

En la actualidad, en esta línea se están desarrollando proyectos de investigación encaminados a la identificación de proteínas de los patógenos expresadas o sobreexpresadas tanto *in vitro* como *in vivo* y que sean altamente inmunogénicas para el lenguado con vistas a su empleo en el diseño de vacunas. Así, los resultados obtenidos hasta el momento han permitido la identificación de varias proteínas de la membrana externa de *V. harveyi* expresadas *in vitro* y que fueron altamente inmunogénicas para lenguado (Medina *et al.*, 2015).

### SELECCIÓN DE MICROORGANISMOS PARA SU EMPLEO COMO PROBIÓTICOS

El control de los patógenos bacterianos en acuicultura normalmente implica la admi-

nistración de antimicrobianos. Sin embargo, el excesivo uso de los mismos conlleva no sólo la aparición de microorganismos resistentes con el consiguiente riesgo para la salud humana, sino también el impacto que su empleo puede tener sobre el medio ambiente circundante de las instalaciones piscícolas. En consecuencia, la acuicultura moderna demanda alternativas encaminadas a conseguir unas prácticas más sostenibles que permitan la lucha contra la enfermedad y el mantenimiento de la salud ambiental. En esta línea, el uso de los probióticos se está planteando como una herramienta muy útil para la acuicultura.

Nuestro equipo ha aislado una bacteria a partir de ejemplares sanos de dorada (*Sparus aurata*), la cual ha sido identificada como *Shewanella putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11) y que ha mostrado poseer capacidad antagonica frente a *Photobacterium damsela* subsp *piscicida* y *Vibrio harveyi*, por la producción de sustancias antimicrobianas y por la interferencia adhesiva. Por ello, se ha planteado su uso como probiótico en el cultivo de dorada y lenguado senegalés, teniendo las patentes para el preparado de bacterias probióticas para su administración oral a peces cultivados basado en la encapsulación en hidrogeles de alginato (N.º de publicación: 2 390 428) y el procedimiento de preparación, conservación, y uso en peces del probiótico para el control de enfermedades y la mejora en el crecimiento (N.º de publicación: 2 389 364).

Posteriormente nuestras investigaciones, nos han permitido demostrar que la administración en la dieta de este microorganismo ejerce distintas actividades que permiten considerarle como un probiótico. Entre estas actividades cabe citar aquellas que tienen su efecto sobre:

### La resistencia a la enfermedad

Los resultados obtenidos han mostrado una menor susceptibilidad a infecciones por *V. harveyi* (Tapia-Paniagua *et al.*, 2014) y *P. damsela* subsp *piscicida* (García de la Banda *et al.*, 2012), en los ejemplares de lenguado que alimentados con una dieta suplementada con SpPdp11 en comparación con los ejemplares que recibieron la misma dieta pero sin suplementar con SpPdp11, y se han podido constatar incrementos significativos

en la transcripción de genes relacionados con el sistema inmune de lenguado en los peces alimentados con dieta adicionada con SpPdp11 (Tapia-Paniagua *et al.*, 2015).

### El desarrollo de los peces

Se han observado incrementos significativos en las tasas de crecimiento de los juveniles de lenguado (García de la Banda *et al.*, 2012) o dorada (Varela *et al.*, 2010), así como reducciones en la dispersión del tamaño en el caso del primero (García de la Banda *et al.*, 2010a).

### El tracto gastrointestinal

Nuestros resultados mostraron una reducción del número de inclusiones lipídicas en los enterocitos y hepatocitos de ejemplares de lenguado alimentados con la dieta adicionada con SpPdp11 en comparación con las observadas en aquellos especímenes que habían recibido una dieta sin el microorganismo (García de la Banda *et al.*, 2010).

### La microbiota intestinal

La microbiota intestinal es un ecosistema dinámico que tiene importantes efectos en la fisiología e inmunidad de su hospedador, pero que es muy susceptible a muchos factores, entre lo que los probióticos pueden ser un factor a considerar. Este aspecto constituye en la actualidad uno de los principales objetivos de investigación de nuestro equipo.

En este contexto, los trabajos que hemos llevado a cabo han demostrado la capacidad de SpPdp11 para modular la microbiota intestinal tanto de dorada (Cordero *et al.*, 2015) como de lenguado senegalés (Tapia-Paniagua *et al.*, 2010), incluso bajo condiciones no idóneas de cultivo como son estrés por cultivo en altas densidades de individuos (Tapia-Paniagua *et al.*, 2014a) o que requieren la administración de antibióticos (Tapia-Paniagua *et al.*, 2015).

La modulación de la microbiota intestinal inducida por SpPdp11 está implicada en la menor presencia de inclusiones lipídicas

observada en enterocitos y hepatocitos de los lenguados alimentados con la dieta suplementada con este microorganismo (Tapia-Paniagua *et al.*, 2014b).

Las larvas de los peces cultivados están expuestas a importantes desórdenes asociados con la microbiota intestinal ya que la alimentación comienza cuando el tracto digestivo no está completamente desarrollado. La administración de SpPdp11 a las larvas a través de su bioencapsulación en *Artemia* indujo una modulación temprana de su microbiota intestinal (Tapia-Paniagua *et al.*, 2014c) y este efecto se ha relacionado con un adelanto de la metamorfosis, un mayor crecimiento y una menor dispersión del tamaño larvario (Lobo *et al.*, 2014a,b).

## BIBLIOGRAFÍA

- Cordero H, Guardiola FA, Tapia-Paniagua St, Cuesta A, Meseguer J, Balebona MC, Moriño MA y Esteban MA** (2015) Modulation of immunity and gut microbiota after dietary administration of alginate encapsulated *Shewanella putrefaciens* Pdp11 to gilthead seabream (*Sparus aurata* L.) Fish Shellfish Immunol 45: 608-618.
- García de La Banda I, Lobo C, León-Rubio JM, Tapia-Paniagua S, Balebona MC, Moriño MA, Moreno-Ventas X, Lucas M, Linares F, Arce F y Arijó S.** (2010). Influence of two closely related probiotics on juvenile Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) performance and protection against *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*. Aquaculture 306: 281-288.
- García de la Banda I, Carmen Lobo C, Chabrilón M, León-Rubio JM, Arijó S, Pazos G, Lucas LM y Moriño MA** (2012). Influence of dietary administration of a probiotic strain *Shewanella putrefaciens* on senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858) growth, body composition and resistance to *Photobacterium damsela* subsp *piscicida*. Aquacult Res 43: 662-669.
- Lobo C, Tapia-Paniagua S, Moreno-Ventas X, Alarcón FJ, Rodríguez C, Balebona MC, Moriño MA y García de la Banda I** (2014a). Benefits of probiotic administration on growth and performance along metamorphosis and weaning of Senegalese sole (*Solea senegalensis*). Aquaculture 433: 183-195.
- Lobo C, Moreno-Ventas X, Tapia-Paniagua S, Rodríguez C, Moriño MA y García de la Banda I** (2014b). Dietary probiotic supplementation (*Shewanella putrefaciens* Pdp11) modulates gut microbiota and promotes growth and condition in Senegalese sole larviculture. Fish Physiol Biochem 40: 295-309.
- Medina A, Mancera JM, Martínez-Manzanares E, Moriño MA y Arijó S** (2015) Identification of *Vibrio harveyi* proteins involved in the specific immune response of Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup) Fish Shellfish Immunol 47: 377-380.
- Núñez-Díaz JA, Fumanal M, Mancera JM, Moriño MA y Balebona MC** (2016) Two routes of infection with *Photobacterium damsela* subsp. *piscicida* are effective in the modulation of the transcription of immune related genes in *Solea senegalensis*. Vet. Immunol. Immunopathol. En prensa.
- Tapia-Paniagua ST, Chabrilón M, Díaz-Rosales P, García de la Banda I, Lobo C, Clavijo E, Balebona MC y Moriño MA** (2010). Intestinal microbiota diversity of the flat fish *Solea senegalensis* (Kaup, 1858) following probiotic administration. Microbial Ecol 60: 310-319.
- Tapia-Paniagua ST, Vidal S, Lobo C, Prieto-Álamo MJ, Jurado J, Cordero H, Cerezuela R, García de la Banda I, Esteban MA, Balebona MC y Moriño MA** (2014a). The treatment with the probiotic *Shewanella putrefaciens* Pdp11 of specimens of *Solea senegalensis* exposed to high stocking densities to enhance their resistance to disease. Fish Shellfish Immunol 41: 209-221.
- Tapia-Paniagua ST, Díaz-Rosales P, García de la Banda I, Lobo C, Clavijo E, Balebona MC y Moriño MA** (2014b). Modulation of certain liver fatty acids in *Solea senegalensis* is influenced by the dietary administration of probiotic microorganisms. Aquaculture 424-425: 234-238.
- Tapia-Paniagua, Lobo C, Moreno-Ventas X, García de la Banda I, Moriño MA y Balebona MC** (2014c). Probiotic supplementation influences the diversity of the intestinal microbiota during early stages of farmed Senegalese sole (*Solea senegalensis*, Kaup 1858). Mar Biotechnol 16: 716-728.
- Tapia-Paniagua ST, Vidal S, Lobo C, García de la Banda I, Esteban MA, Balebona MC y Moriño MA** (2015). Dietary administration of the probiotic SpPdp11: Effects on the intestinal microbiota and immune-related gene expression of farmed *Solea senegalensis* treated with oxytetracycline. Fish Shellfish Immunol 46: 449-458.
- Varela JL, Ruiz-Jarabo I, Vargas-Chacoff L, Arijó S, León-Rubio JM, García-Millán I, Martín del Río MP, Moriño MA y Mancera JM** (2010). Dietary administration of probiotic Pdp11 promotes growth and improves stress tolerance to high stocking density in gilthead seabream *Sparus auratus*. Aquaculture 306: 265-271.



Universidad de Lleida, del 20 al 22 de junio de 2016

[www.congresomicologia2016.es](http://www.congresomicologia2016.es)

