

## Diagnóstico, Prevención y Control de enfermedades bacterianas en Acuicultura

Ysabel Santos, Angeles Muñoz Crego y Rafael Seoane Prado

[ysabel.santos@usc.es](mailto:ysabel.santos@usc.es)/[mysabel.santos@gmail.com](mailto:mysabel.santos@gmail.com)  
**Angeles Muñoz Crego:** [a.munoz.crego@usc.es](mailto:a.munoz.crego@usc.es)  
**Rafael Seoane Prado:** [rafael.seoane@usc.es](mailto:rafael.seoane@usc.es)

*Dpto. Microbiología y Parasitología, Facultad de Biología-Edificio CIBUS, Campus Vida, Universidade de Santiago de Compostela*

### Foto de grupo.

Algunos de los miembros del Grupo de Investigación (de Izquierda a Derecha): Silvia Piñeiro (alumna en prácticas), Yolanda Torres Corral, Raquel Lama López y Clara Fernández Álvarez (alumnos Pre-doctorales), Andrea Raipal Atán (Alumno de FP en prácticas), Angeles Muñoz Crego, Rafael Seoane Prado e Ysabel Santos (Profesores Universidad de Santiago). Nancy Saltos Rosero (Investigadora Predoctoral SENESCYT, República de Ecuador) y Alba (Alumna de Biología en prácticas).



El grupo de Investigación Diagnóstico, Prevención y control de enfermedades bacterianas en Acuicultura forma parte del Grupo de Investigación Consolidado de la Universidad de Santiago denominado Diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades infecciosas (Gl.1218-DITAPREIN) coordinado por el Profesor Rafael Seoane Prado. El grupo se formó en el año 2004 y está constituido por 6 profesores del Departamento de Microbiología y Parasitología de la Universidad de Santiago de Compostela, 4 investigadores en formación y 3 colaboradores externos pertenecientes a centros públicos y privados, Los miembros del grupo que realizan actividades de investigación relacionadas con el medio acuático son Angeles Muñoz Crego, Rafael Seoane Prado e Ysabel Santos (Profesores de Universidad), Raquel Lama

López, Clara Fernández Álvarez, Yolanda Torres Corral (alumnos predoctorales) y Nancy Saltos Rosero (Investigadora Predoctoral SENESCYT, República de Ecuador), además de un número variable de técnicos de Formación Profesional en prácticas y alumnos de las Facultades de Biología y Farmacia que realizan en nuestro laboratorio prácticas externas y trabajos de iniciación a la investigación.

Desde su creación el grupo ha centrado su actividad el estudio de las patologías de etiología bacteriana que afectan a las especies de peces en cultivo y en la búsqueda de métodos para su prevención y control. Desde el año 2002 hemos ampliado el marco de nuestra investigación al estudio de los mecanismos implicados en la respuesta inmune de los

peces frente a la infección o frente a inmunógenos. Actualmente nuestra investigación se centra en tres líneas básicas: i) Desarrollo, optimización y validación de medios de cultivo y técnicas para el diagnóstico de enfermedades bacterianas, ii) Caracterización de patógenos bacterianos causantes de epizootias y estudio de la interacción hospedador-patógeno y iii) Búsqueda de nuevos métodos de prevención y control de enfermedades bacterianas de peces en acuicultura y estudio de la respuesta inmune.

La primera, es una de las líneas en las que el grupo lleva trabajando más tiempo y con resultados satisfactorios tanto en el diseño de medios de cultivo, técnicas serológicas y moleculares aplicables a la de detección y tipificación de bacterias patógenas. Entre los

resultados de interés dentro de esta línea cabe señalar:

- Diseño y validación de medios bacteriológicos que facilitan el aislamiento y el cultivo de bacterias exigentes como *Flavobacterium psychrophilum* y *Tenacibaculum* spp.
- Diseño y validación de métodos serológicos para la identificación y detección de bacterias patógenas de peces pertenecientes a las especies *Listonella anguillarum*, *F. psychrophilum* y *Tenacibaculum maritimum*.
- Diseño y validación de métodos de diagnóstico molecular basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y en el uso de microarrays para la identificación de los principales agentes causantes de mortalidad en acuicultura marina y continental. En el caso de *T. maritimum* y *T. soleae*, los métodos de PCR diseñados por nuestro grupo fueron los primeros descritos para la detección de dichos patógenos en los tejidos de peces enfermos, mejorando el diagnóstico de la tenacibaculosis.

Con respecto a la segunda línea de investigación, los estudios de caracterización de bacterias filamentosas aisladas de peces afectados por síndromes ulcerativos nos han permitido:

- La descripción de cuatro nuevas especies dentro del género *Tenacibaculum* (*Tenacibaculum discolor*, *T. soleae*, *T. gallaicum* y *T. dicentrarchi*) y demostrar que dos de estas especies, *T. soleae* y *T. discolor* suponen un riesgo potencial para los cultivos de lenguado, lubina, rodaballo y lenguado en cultivo.
- Establecer la existencia de siete serotipos con una estrecha relación con el hospedador en la especie *F. psychrophilum*, siendo los serotipos O2a, O2b y O3 los principales responsables de las mortalidades en trucha arcoíris a nivel mundial. También se ha demostrado la existencia de heterogeneidad serológica en las especies *T. soleae*, *T. discolor* y *T. gallaicum*.

En relación a los estudios de la interacción hospedador-patógeno, la investigación realizada en colaboración con el grupo de Anato-

mía Patológica de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Santiago dirigido por la Profesora María Isabel Quiroga Berdeal, nos han permitido:

- Corroborar que la piel constituye una puerta de entrada para *T. maritimum* y que las escamas, podrían actuar como una fuente de nutrientes para *T. maritimum*. Asimismo, se ha demostrado que en la periferia de las lesiones, además de la pérdida de la epidermis se produce agregación de los melanóforos en la capa pigmentaria de la dermis, causando una despigmentación local que podría explicar el aspecto blanquecino de los bordes de las lesiones, descrito como signo característico en peces afectados de tenacibaculosis.
- Otro hallazgo relevante es la detección de *T. maritimum* en el lumen gastrointestinal intacto de peces que habían sufrido infecciones naturales por *T. maritimum*, lo cual sugiere que el tracto digestivo podría actuar como un reservorio del patógeno.
- Se ha establecido un modelo de infección experimental que ha facilitado el estudio de la patogenia de la tenacibaculosis y el análisis de la respuesta inmune de los peces a la infección.

La investigación centrada en la búsqueda de nuevos métodos de prevención y control de enfermedades bacterianas de peces nos ha permitido:

- Desarrollar vacunas y estrategias de inmunización eficaces adaptadas a las diferentes especies de peces y sistemas de cultivo que han contribuido a reducir los problemas asociados a las patologías bacterianas en acuicultura. Entre estos diseños cabe destacar la vacuna frente a la tenacibaculosis causada por *T. maritimum* que es la única comercializada en la actualidad. Actualmente, trabajamos en el diseño de vacunas y métodos de inmunización eficaces para la prevención de las enfermedades causadas por *F. psychrophilum*.
- Demostrar la eficacia de nuevos fármacos derivados de cumarinas para el control de las principales enfermedades que afectan a los cultivos de peces marinos y continentales. Este trabajo ha sido

posible gracias a la colaboración con el grupo de los profesores Eugenio Uriarte y Lourdes Santana del Departamento de Química Orgánica de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Santiago. Los resultados obtenidos nos han permitido seleccionar diferentes compuestos que muestran una actividad frente a *T. maritimum* superior (10 a 11 veces) a la observada con algunos fármacos de uso común en acuicultura como la enrofloxacin.

- Estudio de la actividad antimicrobiana de compuestos fitobióticos frente a *F. psychrophilum*. Este estudio, realizado en el marco de un proyecto CDTI, nos ha permitido demostrar mediante ensayos «in vitro» la elevada capacidad antimicrobiana de compuestos de origen natural frente a este microorganismo. Además, los estudios de infección experimental así como los ensayos de campo han demostrado que la alimentación de los peces con dietas suplementadas con fitobióticos incrementa su capacidad de supervivencia en procesos infecciosos causados por *F. psychrophilum*.

Por último, el trabajo realizado a lo largo de todos estos años se ha consolidado en el establecimiento de una oferta de servicios encaminados a la evaluación y solución de los problemas encontrados en las empresas y organizaciones públicas y privadas.

## PUBLICACIONES RELEVANTES DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN LOS ÚLTIMOS AÑOS

**Coscelli GA, Bermudez R, Losada AP, Santos Y y Quiroga MI.** (2015). Vaccination against *Aeromonas salmonicida* in turbot (*Scophthalmus maximus* L.): Study of the efficacy, morphological changes and antigen distribution. *Aquaculture* 445: 22-32.

**Failde LD, Bermúdez R, Losada AP, Riaza A, Santos Y y Quiroga MI.** (2014). Immunohistochemical diagnosis of tenacibaculosis in paraffin embedded tissues of Senegalese sole, *Solea senegalensis* Kaup 1858. *J Fish Dis* 37: 959-968.

**Failde LD, Losada AP, Bermúdez R, Santos Y y Quiroga MI.** (2014). Evaluation of immune response in turbot (*Psetta maxima* L.) tenacibaculosis: Haematological and immunohistochemical studies. *Microb Pathog* 76: 1-9.

**Fernández-Álvarez C, Torres-Corral Y, Coscelli G, Sánchez Arévalo AR, Martínez A, Quiroga MI y Santos Y.** (2015). *Nutraceuticals for control of bacterial cold water diseases*. *International Aquafeed* 18: 15-16.

**García-González P, García-Lamas N, Fuentes Edfuf C y Santos Y.** (2011). Development of a PCR method for the specific identification of the marine fish pathogen *Tenacibaculum soleae*. *Aquaculture* 319: c1-4.

**Matos MJ, Vázquez-Rodríguez S, Santana L, Uriarte E, Fuentes-Edfuf C, Santos Y y Muñoz-Crego A.** (2013). Synthesis and structure-activity relationships of novel amino/nitro substituted 3-arylcoumarins as antibacterial agents. *Molecules* 18: 1394-1404.

**Muñoz Atienza E., Araújo C, Magadán S, Hernández PE, Herranz C, Santos Y y Cintas LM.** (2014). *In vitro* and *in vivo* evaluation of lactic acid bacteria of aquatic origin as probiotics for turbot (*Scophthalmus maximus* L.) farming. *Fish Shellfish Immunol* 41: 570-580.

**Piñeiro-Vidal M, Rianza A y Santos Y.** (2008). *Tenacibaculum discolor* sp. nov. and *Tenacibaculum gallai-*

*cum* sp. nov., isolated from sole (*Solea senegalensis*) and turbot (*Psetta maxima*) culture systems. *Int J Syst Evol Microbiol* 58: 21-25.

**Piñeiro-Vidal M, Carballas CG, Gómez-Barreiro O, Rianza A y Santos Y.** (2008). *Tenacibaculum soleae* sp. nov. isolated from diseased sole (*Solea senegalensis*, Kaup). *Int J Syst Evol Microbiol* 58: 881-88521-25.

**Piñeiro-Vidal M, Gijón D, Zarza C y Santos Y.** (2012). *Tenacibaculum dicentrarchi* sp. nov. a novel marine bacteria of the family *Flavobacteriaceae* isolated from European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Int J Syst Evol Microbiol* 62: 425-429.

**Santos Y, García-Márquez S, Pereira PG, Pazos F, Rianza A, Silva R, El Morabit A y Ubeira FM.** (2005). Efficacy of furunculosis vaccines in turbot, *scophthal-*

*mus maximus* (L.): evaluation of immersion, oral and injection delivery. *J Fish Dis* 28: 165-172.

**Vilar P, Failde LD, Bermúdez R, Vigliano F, Rianza A, Silva R, Santos Y y Quiroga MI.** (2012). Morphopathological features of a severe ulcerative disease outbreak associated with *Tenacibaculum maritimum* in cultivated sole, *Solea senegalensis* (L.). *J Fish Dis* 35: 437-445.

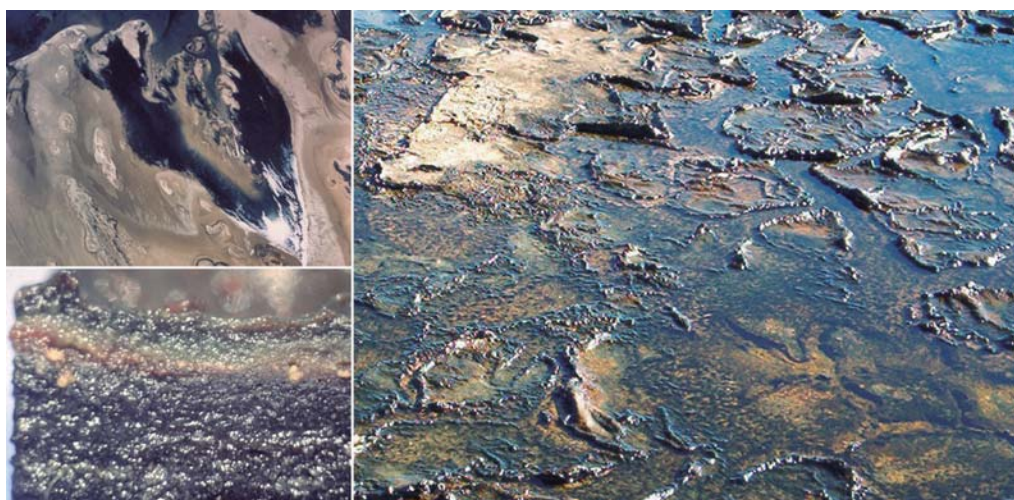
**Vázquez-Rodríguez S, Lama-López R, Matas MJ, Armesto-Quintas G, Serra S, Uriarte E, Santana L, Borges F, Muñoz A y Santos Y.** (2015). Design, synthesis and antibacterial study of new potent and selective coumarin-chalcone derivatives for the treatment of tenacibaculosis. *Bioorgan Med Chem* 23: 7045-7052.

## Ecogenética y Diversidad Microbianas

Jordi Urmeneta, Mercè Berlanga y Ricardo Guerrero



Departamento de Genética, Microbiología i Estadística de la Facultat de Biologia y Departamento de Biología, Sanidad y Medio Ambiente de la Facultat de Farmacia y Ciències de la Alimentació de la Universitat de Barcelona



Tapetes microbianos del Delta del Ebro. Foto aérea, vista general y macrofotografía de una sección.

El grupo de Ecogenética i Diversidad Microbianas (ECODIVEM) de la Universidad de Barcelona cuenta con una dilatada y amplia experiencia en el campo de la ecología microbiana tanto en comunidades planc-

tónicas lacustres como en comunidades bentónicas costeras. El grupo fue creado por el Prof. Ricardo Guerrero al conseguir en 1988 una cátedra en el Departamento de Microbiología de la Facultat de Biologia

de la Universidad de Barcelona, dejando el cargo de Director del Departamento de Genética y Microbiología de la Universidad Autónoma de Barcelona, que ocupaba en ese momento. En sus inicios el grupo esta-