

Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura

MIGUEL ÁNGEL MORIÑIGO, M^a CARMEN BALEBONA, SILVANA TAPIA-PANIAGUA, SALVADOR ARIJO, EDUARDO MARTÍNEZ-MANZANARES

Departamento de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga.

✉ morinigo@uma.es



Miembros del grupo PAIDI RNM 295 de la UMA.

El grupo de Biocontrol y Prevención de Enfermedades en Acuicultura se encuentra en el Departamento de Microbiología de la Universidad de Málaga (PAIDI RNM 295). El grupo está integrado por los catedráticos D. Miguel Ángel Morinigo y D. Eduardo Martínez Manzanares, y los profesores Dña. M^a Carmen Balebona, D. Salvador Arijó y Dña. Silvana Tapia, así como actualmente cuenta con cinco investigadores predoctorales y un técnico de laboratorio. El grupo cuenta con más de 30 años de experiencia siendo sus principales líneas de investigación: (1) la selección de microorganismos probióticos (2) estudiar el efecto de dietas funcionales sobre la microbiota de peces y (3) estudios “-ómicos” de las interacciones microbiota-hospedador

Selección de microorganismos probióticos

El equipo tiene amplia experiencia en el aislamiento y selección de cepas probióticas, destacando la cepa *Shewanella putrefaciens* Pdp11 (SpPdp11), que se aisló a partir de la piel de dorada sana (*Sparus aurata*) y que ha sido ampliamente estudiada por el grupo, así como sus efectos sobre el hospedador. Entre los resultados más prometedores destacan la capacidad antagonista frente a *patógenos piscícolas*, efectos positivos sobre el crecimiento de juveniles de dorada y lenguado, y capacidad para modular beneficiosamente la

microbiota intestinal bajo condiciones de estrés (Cámara *et al.*, 2021). Además, presenta unos genes específicos que codifican proteínas implicadas en los procesos de colonización intestinal, en la resistencia a sales biliares y para la inhibición de la adhesión de patógenos (Seoane *et al.*, 2019), que su administración a larvas de *Solea senegalensis* induce cambios en la transcripción de genes implicados en el crecimiento y en la respuesta al estrés y la inmunidad (Jurado *et al.*, 2018). Igualmente, la administración oral de células inactivadas de SpPdp11, modula la microbiota intestinal de los peces de forma similar a las descritas por la administración de células viables del probiótico (Dominguez-Maqueda *et al.*, 2021). Estos

resultados han derivado en tres patentes (números de aplicación 2390428, 2389364 y P201300741) relacionadas con la forma de administración del probiótico

➤ Perspectivas futuras de la línea

Cabe destacar los estudios basados en la evaluación del potencial postbiótico de los productos extracelulares (ECP) de SpPdp11 obtenidos en diferentes medios de cultivo y condiciones ambientales

Efecto de dietas funcionales sobre la microbiota de los peces

La necesidad de disminuir el uso de fármacos en acuicultura, así como de reforzar la salud de los peces ha desembocado en el desarrollo de las dietas funcionales para ser utilizadas con otras herramientas preventivas y terapéuticas. En este contexto, la incorporación de distintos componentes como sustitutos de la harina de pescado o como aditivo funcional es una necesidad. La microbiota intestinal es un ecosistema dinámico con importantes efectos en la fisiología e inmunidad de su hospedador, pero que es muy susceptible a muchos factores, entre los que las dietas funcionales deben ser consideradas. Este aspecto constituye el otro objetivo de investigación en nuestro equipo.

Los trabajos realizados han demostrado que la administración oral a ejemplares de dorada de plasma porcino durante un corto tiempo moduló la diversidad y riqueza de la microbiota intestinal, con un incremento de *Lactobacillus* y una reducción de *Vibrio* (Tapia-Paniagua *et al.*, 2020). Igualmente, hemos podido constatar la capacidad de modular la microbiota intestinal de ejemplares de dorada por parte de dietas en las que se había sustituido parte de la harina de pescado por la macroalga *Gracilaria cornea*, incremento de la abundancia de *Lactobacillus delbrueckii* (Rico *et al.*, 2016). Por otra parte, cuando esa sustitución en la dieta de doradas se hizo con *Ulva rigida*, los resultados mostraron también una modulación de la microbiota intestinal que se correspondió con un estado de innoestimulación además de una mayor resistencia a la infección con *Photobacterium damsela* subsp *piscida* (Abdala-Díaz *et al.*, 2021) El empleo de algas como *Ulva*

ohnoi, como suplemento dietético más que como sustitutivo de la harina de pescado, también ha mostrado ejercer un efecto sobre la microbiota intestinal del lenguaje senegalés habiéndose observado que los cambios se correlacionaron con diferencias en la potencial funcionalidad de la microbiota, incrementándose la abundancia de genes implicados en el metabolismo y en la degradación de xenobióticos (Cerezo *et al.*, 2022). Por el contrario, el empleo de dietas suplementadas con *Nannochloropsis gaditana*, un microalga interesante por contener nutraceuticos, no indujo cambios significativos en la microbiota de las doradas que recibieron esa alimentación (Cerezo-Ortega *et al.* (2021).

➤ Perspectivas futuras de la línea

Búsqueda de productos extracelulares bacterianos con potencial postbiótico y aplicación mediante nanopartículas funcionalizadas en piensos suplementados con algas

Estudios “-ómicos” de las interacciones microbiota-hospedador

Los estudios realizados en el grupo de investigación también se enfocan en el estudio del efecto directo del probiótico, o indirecto mediante cambios en la microbiota, analizando a través de las distintas tecnologías ómicas, su efecto en el hospedador. Caben destacar los últimos proyectos basados en el estudio de los efectos del probiótico SpPdp11 sobre la transcripción de genes intestinales, así como su efecto en la cicatrización de úlceras producidas por daños mecánicos, en la piel de *Solea senegalensis*.

Bibliografía

Abdala-Díaz R, García-Márquez J, Rico RM, Gómez-Pinchetti JL, Mancera JM, Figueroa FL, Alarcón FJ, Martínez-Manzanares E, Moriñigo MA. (2021) Effects of a short pulse administration of *Ulva rigida* on innate immune response and intestinal microbiota in *Sparus aurata* juveniles. *Aquacult Reserach*, 52; 3038-3051

Cámara-Ruiz M, Balebona MC, Moriñigo MA, Esteban MA. Probiotic *Shewanella*

putrefaciens (SpPdp11) as a fish health modulator: A review. *Microorganisms* 8: 1990.

Cerezo IM, Fumanal M, Tapia-Paniagua ST, Bautista R, Anguis V, Fernández-Díaz C, Alarcón FJ, Moriñigo MA, Balebona MC. (2021) *Solea senegalensis* bacterial intestinal microbiota is affected by low dietary inclusion of *Ulva ohnoi*. *Front Microbiol.*, 12:801744.

Cerezo-Ortega IM, Di Zeo-Sánchez DE, García-Márquez J, Ruiz-Jarabo I, Sáez-Casado MI, Balebona MC, Moriñigo MA, Tapia-Paniagua ST. (2021) Microbiota composition and intestinal integrity remain unaltered after the inclusion of hydrolysed *Nannochloropsis gaditana* in *Sparus aurata* diet. *Scient Rep*, 11: 18779..

Dominguez-Maqueda M, cerezo MI, Tapia-Paniagua ST, García de la Banda I, Moreno-Ventas X, Moriñigo MA, Balebona MC. (2021). A tentative study of the effects of heat-inactivation of the probiotic strain *Shewanella putrefaciens* Pdp11 on Senegalese sole (*Solea senegalensis*) intestinal microbiota and immune response. *Microorganisms* 9: 808.

Jurado J, Villasanta-González A, Tapia-Paniagua ST, Balebona MC, García de la Banda I, Moriñigo MA, Prieto-Álamo MJ (2018) Dietary administration of the probiotic *Shewanella putrefaciens* Pdp11 promotes transcriptional changes of genes involved in growth and immunity in *Solea senegalensis* larvae *Fish Shellfish Immunol*. 77: 350-363.

Tapia-Paniagua ST, Baleboma MC, Firmino JP, Rodríguez C, Polo J, Moriñigo MA, Gisbert E. (2020) The effect of spray-dried porcine plasma on gilthead seabream (*Sparus aurata*) intestinal microbiota. *Aquacult Nutr*, 00:1-11.

Seoane P, Tapia-Paniagua ST, Bautista R, Alcaide E, Esteve C, Martínez-Manzanares E, Balebona MC, Claros MG, Moriñigo MA (2019). TarSynFlow, a workflow for bacterial genome comparisons that revealed genes putatively involved in the probiotic character of *Shewanella putrefaciens* strain Pdp11. *PeerJ* 7:e6526.