

LINEAS DE INVESTIGACION Y PROFESORES DIRECTORES/TUTORES DE TESIS DOCTORALES

Energética y metabolismo intermediario en peces

J. Fernández¹, J. Blasco¹, A. Ibarz¹

Fisiología celular en peces.

M.A. Gallardo¹

Fisiología del crecimiento y desarrollo en peces.

J. Gutiérrez¹, I Navarro¹, F. Castelló¹, A. Estevez⁶, E. Gisbert⁶, R. Salaz

Regulación endocrina en organismos acuáticos.

I. Navarro¹, J. Gutiérrez¹, C. Porte⁴, J. Pérez-Sánchez⁵

Fisiología molecular en peces.

J. Planas¹

Investigación en Fisiología de la reproducción en peces.

J. Planas¹, F. Piferrer⁷, M. Blázquez⁷, J. Cerdá⁶,

Histopatología y biología de la reproducción y procesos de bioacumulación en moluscos y crustáceos.

M. Durfort¹, M.J. Amor¹, M.G.Bozzo¹, J. Garcia Valero¹, J.Montes¹, M. Poquet¹, E. Ribes¹ E. Sagristà¹

Conocimiento de parásitos de interés en acuicultura.

H. Salvadó¹, P. Mailló¹

Producción en acuicultura marina.

F. Castelló¹, Ballesteros, M¹

Efectos del estrés y la inmunodepresión en peces.

LL. Tort²

Inmunología en peces.

S. Mackenzie²

Investigación en patología de peces.

S. Crespo², F. Padrós², F.E. Montero², M.Carrassón²

Toxicología y biomarcadores en peces

M. Carrassón², S. Crespo², F. Padrós², F.E. Montero²

Tecnología de los alimentos.

R. Salaz

La calidad de los productos acuáticos

R. Flos³

Comportamiento de los peces

L. Reig³

Hidrodinámica de los sistemas de producción acuícola

J. Oca³

Investigación de mercados y comportamiento del consumidor

José M^a Gil³

¹UB, ²UAB, ³UPC, ⁴CSIC-CID, ⁵CSIC-IATS, ⁶IRTA.Centro de Acuicultura, ⁷CSIC-CMIMAR

Descripción de las líneas de investigación

Energética y metabolismo intermediario en peces

Los proyectos de investigación, actualmente en desarrollo siempre se centran en especies de peces de interés en acuicultura (trucha, dorada o lubina) en respuesta a cambios de las condiciones del cultivo (temperatura, actividad, etc.) o a cambios de la composición de la dieta y versan sobre uno de los dos ámbitos siguientes:

1) Transformación y uso de diferentes metabolitos:

Mediante el empleo de isótopos estables (N15 y C13) incorporados como marcadores de los nutrientes (proteínas o hidratos de carbono de la dieta) para valorar: tasas de incorporación de nutrientes (proteínas, lípidos o hidratos de carbono) y su destino, síntesis proteica o deposición en diversos tipos de tejidos y órganos de los substratos procedentes de la ingesta, interconversión de nutrientes, a partir de la incorporación de C13 de proteína a otros componentes, lípidos o glucógeno, o de hidratos de carbono a proteínas y lípidos, capacidad de metabolización y oxidación de los nutrientes marcados,

2) Proteómica del hígado y del músculo de dorada para comparar los cambios de la expresión total de proteínas del tejido en respuesta a dos condiciones experimentales que se contraponen (verano – invierno; actividad – reposo): separación de proteínas y marcado de los principales cambios, estudio de la secuenciación e identificación de esas proteínas y su función en la alteración estudiada.

Fisiología celular en peces

- Efecto de dietas de sustitución sobre el metabolismo hepático. Determinación del perfil de ácidos grasos en hígado. Obtención y cultivo de hepatocitos. Estudios de transporte, metabolización y deposición de sustratos. Medidas de desaturación, elongación y oxidación de ácidos grasos poliinsaturados. Estudios de los efectos hormonales (insulina, glucagón y IGF-I).

- Efecto de dietas de sustitución sobre la capacidad de digestión y absorción intestinal. Estudios de integridad gastrointestinal. Medidas de la actividad de enzimas digestivos. Estudios de transporte de nutrientes en vesículas de membrana apical del enterocito. Obtención y cultivo de enterocitos. Medidas de actividades de desaturación, elongación y oxidación de ácidos grasos poliinsaturados.

Fisiología del crecimiento y desarrollo en peces

En esta línea existen varios objetivos principales: 1) conocer el papel de los principales factores miogénicos sobre el desarrollo y el crecimiento muscular; se estudia principalmente la miogenina, la MyoD y la miostatina en modelos de cultivo "in vitro" de células musculares así como "in vivo" en peces bajo diferentes condiciones de alimentación y mantenimiento. 2) describir los marcadores del músculo y de sus células precursoras, moléculas como c-Met, PCNA, PAX-7, etc. Así como el seguimiento de las principales moléculas MAPK, AKT, m-Tor y su correlación con el estado proliferativo, de crecimiento muscular y de la calidad de carne, para obtener las mejores condiciones que resulten en una producción de alta calidad. 4) Estudios de organogénesis del tracto digestivo y estadios de desarrollo larvario. Histología e histoquímica del desarrollo del tubo digestivo y glándulas anejas en larvas de peces marinos. Efecto de parámetros físico-químicos del agua sobre el crecimiento de larvas de peces. 5) Efecto de la dieta sobre la calidad de la larva y juvenil en peces marinos: establecimiento de los mecanismos moleculares responsables de malformaciones esqueléticas y problemas pigmentarios

Regulación endocrina en organismos acuáticos

En esta línea existen varios objetivos principales:

1) Estudio de los mecanismos de acción de compuestos androgénicos y antiandrogénicos en vertebrados e invertebrados. Vías de esteroidogénesis (P450 aromatasas, 5 α -reductasas, 17 β -hidroxisteroid dehidrogenasas, CYP17, CYP11, etc), sulfatación y conjugación de esteroides con ácidos grasos. Evaluación de efectos estrogénicos en el medio acuático (peces), con herramientas tales como la detección de vitelogenina en plasma, el estudio de histopatologías en gónadas, o de los niveles de esteroides circulando en plasma. Análisis de exposición a alquiflenoles y otros agentes mediante la detección de sus metabolitos en bilis. Investigación de los mecanismos de acción (metabolismo oxidativo y enzimas de Fase II) de disruptores endocrinos en organismos acuáticos. Interacción con diversas isoformas de P450. Estudios de inhibición e inducción.

2) Regulación endocrina del metabolismo del tejido adiposo en peces: Aislamiento de adipocitos y determinación del nivel de lipólisis y captación de glucosa. Determinación de la actividad lipoproteína lipasa. Efecto de dietas de sustitución sobre el metabolismo del tejido adiposo. Cultivo primario de preadipocitos a adipocitos maduros y factores reguladores de la adipogénesis. Regulación endocrina de la captación de ácidos grasos en músculo.

3) Estudio de la regulación nutricional y endocrina del crecimiento (eje somatotrópico) para la mejora de las estrategias de alimentación y cultivo. Identificación y caracterización de nuevos factores de crecimiento y adiposidad. Mejora del estado inmunológico de los animales en cultivo: interacción entre el sistema endocrino e inmune.

Fisiología molecular en peces

Esta línea de investigación engloba tres aspectos de la fisiología molecular en peces. En primer lugar, se está estudiando la regulación y papel fisiológico del transportador de glucosa GLUT4 en peces teleósteos. En segundo lugar, se están identificando factores inmunológicos relevantes en peces teleósteos y su regulación a nivel de expresión génica frente a estímulos de origen patogénico. En último lugar, se están estudiando las consecuencias fisiológicas de una infección bacteriana en peces teleósteos.

Investigación en Fisiología de la reproducción en peces.

El estudio de la fisiología de la reproducción que se está llevando a cabo se centra en el control de la determinación y diferenciación sexual en peces, en los mecanismos responsables de la hidratación oocitaria en especies marinas y en la ovulación como proceso inflamatorio.

Histopatología y biología de la reproducción y procesos de bioacumulación en moluscos y crustáceos.

Nuestros estudios actualmente se centran principalmente en moluscos bivalvos, gasterópodos y crustáceos decápodos, de interés en acuicultura. También hemos centrado nuestra investigación en aspectos ultraestructurales de la gametogénesis y procesos de formación de esferocristales en crustáceos copépodos,

tanto de agua dulce como marinos. La investigación se centra fundamentalmente en las condiciones medioambientales que influyen en el índice de parasitosis y en su prevalencia así como la influencia de determinadas especies de protozoos que ocasionalmente se hallan en las gónadas como influyen en la maduración de los gametos. En los casos que éstos sean viables se hace un seguimiento de su transmisión vertical estudiando el desarrollo larvario de los huevos infestados. Tal es el caso de *Unicaryon mytilicolae* y el de *Steinhausia mytilovum*. Cuando el órgano diana es el hepatopáncreas (caso muy frecuente) se estudia la correlación con la vitelogénesis que en la mayoría de las especies se ve altamente afectada. Los procesos bioacumulativos van orientados hacia calibrar los grados de tolerancia que tienen las diversas especies frente a determinados contaminantes, habiendo desarrollado técnicas de detección de metales pesados, tipo mercurio, en los lisosomas.

Conocimiento de parásitos de interés en acuicultura.

Investigación sobre taxonomía, ciclos y estudios epidemiológicos de protozoos y metazoos parásitos de los principales peces de interés en acuicultura y de interés comercial.

Producción en acuicultura marina.

Estudio de especies de peces marinos (biología y adaptación a la cautividad) aptas para su cultivo en Latinoamérica.

Efectos del estrés y la inmunodepresión en peces.

En esta línea de investigación se estudian los mecanismos por los cuales los factores estresantes en acuicultura activan respuestas reguladoras neurales, endocrinas e inmunes y sus consecuencias en la energética, el metabolismo, y los indicadores de crecimiento y reproducción. En particular, se investiga la conexión inmunodocrina tanto en los efectos de las hormonas sobre las células del sistema inmune como los mediadores inmunes, en especial las citoquinas sobre las secreciones hormonales. En esta dirección, uno de los órganos diana de la investigación es el riñón anterior de los peces en donde confluyen los sistemas reguladores. En el ámbito aplicado se intentan proponer los marcadores más indicativos de las respuestas reguladoras al estrés, desde la genómica a los indicadores de rendimiento productivo.

Inmunología en peces.

El grupo centra su investigación sobre la evolución de la respuesta inmunitaria innata en los peces. Se destaca la importancia de la evolución del sistema inmunitario, en especial de la evolución molecular de la respuesta inmunitaria frente a diversos patógenos de relevancia en vertebrados inferiores e invertebrados. En este sentido, la comprensión de la función macrofágica in vivo e in vitro constituye el pilar básico de investigación básico que se ha venido desarrollando a lo largo de los últimos años. El eje metodológico y experimental se centra en el desarrollo y aplicación de tecnologías aplicadas a la genómica funcional, principalmente clonación in silico, análisis de EST en conjunción con la evaluación transcriptómica referida a la expresión funcional de genes selectos y estudios de biología celular in vitro e in vivo que incluyen el análisis por citometría de flujo, aplicados a modelos experimentales. Los proyectos actuales, financiados nacional e internacionalmente, incorporan aspectos aplicados relevantes en el campo de la respuesta a la aplicación de inmunoestimulantes en la dieta de salmónidos, la hematopoyesis en los peces durante la inmunoestimulación y la evaluación de la eficiencia de las vacunas en salmónidos y espáridos. El grupo cuenta con instalaciones específicas (acuarios) y técnicas (PCR, RT-PCR, incubadores celulares de temperatura reducida, etc.), con la disponibilidad de acceso intradepartamental a plataformas automatizadas de producción, impresión y análisis de microarray.

Investigación en patología de peces.

1) Estudios parasitológicos e histopatológicos de las infecciones por protozoos (*Cryptocaryon sp.*, ciliados histiofagos, amebas), mixozoos (*Enteromyxum leei*) y monogénidos en peces de interés comercial. Estos estudios se llevan a cabo a partir de muestreos periódicos de distintas especies (dorada, sargo picudo, rodaballo,...) realizados en distintas piscifactorías y a partir de infecciones experimentales realizadas en las instalaciones de la UAB o en colaboración con otros centros.

Toxicología y biomarcadores en peces

Identificación de biomarcadores de contaminación. Conexión entre alteraciones histopatológicas y grado de infección parasitaria con la exposición a contaminantes y actividades de origen antropogénico. Los parásitos como indicadores de estrés ambiental (cultivo de individuos en altas densidades, contaminación del medio, etc.).

Los objetivos concretos de la línea de investigación son:

1- Determinación de marcadores bióticos apropiados para realizar una valoración de la condición ecológica del ecosistema litoral marino.

2- Análisis de la fauna de metazoos parásitos y de los cambios histológicos (en relación a la aparición de neoplasias y variaciones en los centros melanomacrofágicos – CMM –, entre otras) en especies litorales de teleósteos salvajes de diferentes puntos de la costa catalana.

3- Búsqueda de una posible relación de las poblaciones parasitarias, la abundancia de CMM y de neoplasias con la mayor o menor degradación del medio, para un uso potencial de estos parámetros como indicadores biológicos de condiciones medioambientales negativas.

Tecnología de los alimentos

Valoración microscópica cualitativa y cuantitativa de las materias primas o ingredientes utilizadas en formulación y fabricación de piensos destinados a acuicultura. Detección / cuantificación de adulterantes / contaminantes en las materias primas y pienso acabado. Métodos la identificación de determinados componentes de los ingredientes mediante lupa estereoscópica y microscopio óptico."

La calidad de los productos acuáticos

El objetivo general de esta línea de investigación es la determinación de las características de calidad atribuibles a un producto de calidad procedente de la acuicultura mediterránea. La línea de investigación pretende abordar el estudio de la calidad de una forma global, desde el conocimiento de los marcadores moleculares que permiten conocer la deposición de lípidos y proteínas en el músculo hasta la percepción del producto de acuicultura por parte del consumidor, extremo en el que interacciona con la línea de investigación del equipo UPC coordinada por el Dr. Gil.

Diversas técnicas químicas (composición, perfil de ácidos grasos, estado oxidativo, ratio atp/imp), físicas (textura, ph, ir líquido ocular), morfológicas (morfometría geométrica) y sensoriales (esquema europeo, QIM, catas específicas) nos permiten determinar de forma cuantitativa y cualitativa el nivel de calidad global del producto. Especial atención se dedica a la composición lipídica y al estado oxidativo de los lípidos puesto que en los peces el perfil lipídico es un elemento que les proporciona un valor añadido en la dieta humana por su papel protector de la salud humana. Asimismo el conocimiento de la dinámica de deposición de los lípidos y las proteínas en el músculo es muy importante para mejorar la calidad nutricional de los productos de cultivo.

Comportamiento de los peces

El conocimiento de los cambios que se producen en la conducta de los peces frente a alteraciones de su hábitat o condiciones ambientales resulta de gran relevancia para captar información integral sobre la capacidad de adaptación a dichas alteraciones. Es por ello que en condiciones de cultivo, los piscicultores aprecian y valoran las respuestas conductuales ya que suelen ser las más evidentes y rápidas frente a cualquier cambio, permitiendo aplicar de forma eficaz modificaciones en el medio físico que aporten mejoras en el rendimiento de la producción.

Uno de los problemas del estudio de la conducta es la subjetividad que puede impregnar con facilidad los resultados, y la dificultad en estandarizar las diferentes pautas conductuales. En el equipo de investigación de la UPC se utilizan técnicas de estudio del comportamiento que (1) permiten reducir la subjetividad, (2) facilitan la automatización de los registros ampliando las posibilidades de aplicar diferentes diseños experimentales, y (3) permiten la parametrización de la conducta y su posterior estudio estadístico. La técnica más utilizada es la grabación de imágenes digitales que posteriormente son tratadas con programas específicos los cuales permiten obtener información sobre diferentes aspectos, como la distribución de los peces en el tanque, su patrón de natación, velocidad y dirección, etc. La aplicación de estas técnicas permite evaluar la adecuación de diferentes parámetros del medio físico (velocidad del agua, iluminación, hidrodinámica del tanque, tipo de sustrato, ...) a los requerimientos de la especie y optimizar el uso de los recursos aportados (volumen de cultivo, oxígeno disuelto, alimentación, ...)

La mutua interacción entre esta línea de investigación y la que estudia la hidrodinámica de los tanques de cultivo permite obtener una visión integral de la respuesta de los peces a un determinado hábitat, incluyendo tanto al diseño de tanque (configuración geométrica, entrada y salida de agua, etc.) como a los parámetros de cultivo aplicados (velocidad del agua, densidad de cultivo, estrategia de alimentación, ...)

Hidrodinámica de los sistemas de producción acuícola

El correcto diseño del medio físico de cultivo puede mejorar el rendimiento del pez y, por tanto de la producción, a través de diversas vías. Se puede potenciar el crecimiento del pez ajustando el diseño del tanque al comportamiento de la especie o a su actividad natatoria, o mejorando el bienestar a través de la reducción del nivel de estrés. Asimismo, una calidad de agua homogénea permite aprovechar de forma más eficiente el volumen de cultivo, el caudal aportado y el oxígeno incorporado al agua, a la vez que ofrece un medio de cultivo óptimo para el crecimiento de los peces en todos los puntos del tanque. Por otra parte, un diseño apropiado de los tanques puede facilitar la eliminación de las heces y del pienso no ingerido, disminuyendo el riesgo sanitario y disminuyendo el impacto medioambiental de esta actividad. El propósito perseguido con esta línea de investigación es desarrollar pautas de diseño de tanques para instalaciones en tierra que permitan optimizar la eficiencia de los mismos, favorecer las condiciones de bienestar de los peces,

mejorar la calidad del producto y minimizar el impacto medioambiental generado por la producción acuícola.

Investigación de mercados y comportamiento del consumidor

La actividad investigadora se centra en tres aspectos fundamentales:

1- Demanda de alimentos y comportamiento del consumidor: En este ámbito se han desarrollado diversos proyectos relacionados con las tendencias de consumo tanto en España como en el resto de la UE con el fin de determinar si existe un proceso de convergencia en cuanto a las dietas seguidas por los diferentes países. Asimismo se ha prestado especial atención a la seguridad alimentaria y a la relación entre alimentación y salud. Desde este punto de vista se han estimado sistemas de demanda incorporando información sobre nutrientes, por un lado, y, por otro, incorporando la creciente información, tanto en revistas científicas como en la prensa en general, con el fin de determinar el impacto sobre la demanda de alimentos. Finalmente, se han desarrollado diversos trabajos relacionados con el comportamiento del consumidor. En dichos trabajos lo que se pretende es analizar el grado de conocimiento sobre un determinado producto alimentario, sus actitudes y sus intenciones de compra. Campos de aplicación: acuicultura, agricultura ecológica, alimentos transgénicos, denominaciones de Origen y productos de calidad.

2- Análisis de precios: El grupo también ha desarrollado parte de su actividad en el análisis de precios agrario tanto espacial como verticalmente. Es decir se trata de analizar las relaciones de precios entre mercados separados espacialmente, o bien las relaciones existentes a lo largo de la cadena comercial (desde el agricultor o ganadero hasta el consumidor final). Los análisis mencionados se realizan utilizando desarrollos recientes en el análisis de series temporales, fundamentalmente el análisis de cointegración. Últimamente se está prestando atención a la existencia de relaciones asimétricas. Dicho en otras palabras si las reacciones de los precios son de igual magnitud cuando se producen shocks positivos o negativos en alguno de los precios del sistema. Se han realizado aplicaciones recientes en el ámbito de la acuicultura.

3- Análisis de políticas. En este ámbito se han desarrollado dos líneas de investigación. La primera hace referencia al posible impacto de actuaciones del gobierno en materia económica (tipo de interés, tipo de cambio,..) sobre el sector agrario; y en qué medida dichas actuaciones son más relevantes que las originadas por las reformas de las políticas agrarias. La segunda línea de investigación se centra en el análisis de políticas agrarias.