

## OBJETIVO 3.3

Generar nuevos ingredientes para piensos de acuicultura a partir de la valorización de descartes de la pesca y otros productos y subproductos de origen vegetal o animal con el fin obtener compuestos de interés para la salud y la nutrición de las especies cultivadas.

### Conexión con las líneas de actuación del plan nacional

**Líneas de actuación A2:** Acuicultura sostenible, inteligente y de precisión

**Actuación A2.13:** Generación de nuevos ingredientes para piensos de acuicultura a partir de la valorización de descartes de la pesca y otros subproductos de origen vegetal o animal con el fin obtener mediante la aplicación de herramientas biotecnológicas compuestos de interés para la salud y la nutrición de las especies cultivadas.

### Descripción de tareas

**Tarea 3.3.1. (M1-M36) - Valorizar descartes y subproductos de las industrias pesquera y cárnica -**

Se valorizarán los descartes y subproductos de las industrias pesquera y cárnica mediante el desarrollo de tecnología basada en hidrólisis enzimática para la producción sostenible de concentrados de péptidos bioactivos y aminoácidos libres con propiedades nutricionales y fisiológicas beneficiosas para la salud, y con sabor y palatabilidad adecuados para su uso como ingredientes en piensos de acuicultura. Para ello se optimizará la producción de hidrolizados enriquecidos en péptidos bioactivos con destacadas actividades de tipo antiinflamatorio, antioxidante y antimicrobiano, para analizar posteriormente posibles efectos beneficiosos “in vivo” (CSIC1), mediante el empleo de diferentes indicadores moleculares, metagenómicos y de comportamiento del estado metabólico y de bienestar de doradas en cultivo (ver tareas 3.1.1 y 3.2.1). Por otra parte, también se desarrollarán hidrolizados proteicos con alto contenido en aminoácidos libres, que aseguren una alta biodisponibilidad, para la sustitución parcial de la harina de pescado y valorar su eficiencia en ensayos de laboratorio y pruebas “in vivo” de crecimiento en camarón (UPV9) (tarea 3.2.2.).

**Responsable:** CSIC6

**Participantes:** CSIC1, CSIC7, CSIC8, UPV9

**Resultado:** Se ha partido de un subproducto de la industria cárnica como es la sangre higiénicamente recogida en un matadero colaborador. Este subproducto ha sido pretratado, y sometido a una hidrólisis enzimática secuencial para conseguir un hidrolizado con un alto contenido de péptidos pequeños y aminoácidos libres que se ha atomizado para dar lugar al

producto en polvo. El proceso está siendo objeto de patente por lo que no se pueden dar más detalles. Se han determinado el grado de hidrólisis, y la composición del hidrolizado en proteínas, perfil de péptidos y contenido de aminoácidos libres y totales, así como la actividad biológica en cuanto a las acciones antioxidante, hipoglucémica, inhibidora de la monoacilglicerol lipasa, antiinflamatoria y antimicrobiana. Las secuencias de los péptidos presentes en el atomizado se han determinado por espectrometría de masas. Se han preparado 500g de hidrolizado para su formulación en pienso al objeto de su ensayo con doradas que ha sido realizado y ya completado por el grupo CSIC1.

**Grado de consecución:** 50%

**Impacto:** Los resultados se han difundido en varias presentaciones en congresos internacionales como el 3rd International Symposium on Bioactive Peptides y el 37th EFFOST (European Federation of Food Science & Technology) International Conference. También lo serán próximamente en varios artículos para su publicación en revistas científicas). Asimismo, se está tramitando una patente. También se está contribuyendo a la formación de personal investigador ya que se ha contratado con cargo al proyecto a una graduada con Máster para la realización de su Tesis Doctoral (codirección CSIC1).

**Tarea 3.3.2. (M1-M36) - Ácidos grasos de invertebrados** - Se estudiará el rol de invertebrados acuáticos como generadores de ácidos grasos esenciales con vistas a su posible inclusión en piensos o como alimento directo. Se abordará el estudio de los mecanismos moleculares que explican la biosíntesis de lípidos fisiológicamente esenciales, como LC-PUFAs y VLC-PUFAs, en invertebrados acuáticos, especialmente anélidos y crustáceos, con el fin de establecer las condiciones de cultivo que favorezcan la activación de las rutas biosintéticas, contribuyendo a la generación de biomásas de alto valor nutricional (ricas en ácidos grasos esenciales) que pueden utilizarse “per se” o en piensos, como ingredientes. Se hará especial énfasis en los efectos de la temperatura como factor modulador, entre otras cosas por las posibles implicaciones que pudiera tener en escenarios de cambio climático asociados al uso de invertebrados en sistemas de acuicultura multitrófica integrada.

**Responsable:** CSIC8

**Resultado:** Las bases de datos de secuenciación de alto rendimiento están disponibles en varias especies de invertebrados, lo que brinda una oportunidad única para aclarar la presencia de genes involucrados en la biosíntesis de n-3 LC-PUFA en estos animales. Esta tarea se ha centrado en el examen de dichos recursos genómicos con el fin de identificar invertebrados acuáticos que posean la maquinaria enzimática necesaria para la biosíntesis “de novo” de PUFA C18 y, a partir de ellos, LC-PUFA. El objetivo es proporcionar una visión general del complemento y las funciones de estas familias de genes/proteínas en invertebrados acuáticos para ilustrar su posible contribución a la producción de n-3 LC-PUFA en el océano. Los resultados indican que invertebrados tales como los poliquetos nereidos (*Hediste diversicolor*) y los copépodos harpacticoides (*Tigriopus californicus*) poseen capacidad de síntesis “de novo” de n-3 LC-PUFA, lo que los postula como candidatos ideales en estrategias de economía circular tendentes a transformar residuos de las industrias agroalimentarias y forestales en biomásas de alto valor funcional.

**Grado de consecución:** 40%

**Impacto:** La actividad realizada en esta tarea se ha presentado al congreso ISSFAL, referencia ineludible en lo que se refiere al estudio de ácidos grasos esenciales. La ISSFAL es una Sociedad Científica Internacional creada en 1991, de más de 500 miembros procedentes de más de 40 países. La ISSFAL es la principal sociedad científica internacional que se ocupa exclusivamente de los efectos de los lípidos alimentarios sobre la salud, y nos ha parecido especialmente pertinente el

presentar en este foro el potencial de los invertebrados como generadores netos de ácidos grasos esenciales.

**Tarea 3.3.3. (M6-M36) - Inclusión en piensos de ingredientes funcionalizados** - Se estudiará la inclusión en piensos de ingredientes funcionalizados con antimicrobianos de origen natural sobre partículas de óxido de silicio, arcillas y celulosa, con mejor conservación y beneficiosos para la salud y producción de especies cultivables. Se propone por una parte la estabilización de antimicrobianos de origen natural tanto por encapsulación en nanoarcillas, como por inmovilización en partículas de óxido de silicio amorfo y/o celulosa cristalina. Se estudiará la inclusión en piensos langostinos y doradas de ingredientes funcionalizados con antimicrobianos de origen natural sobre partículas de óxido de silicio, arcillas y celulosa. Tras la alimentación de estas dos especies con los piensos diseñados se determinará el efecto de la suplementación sobre el crecimiento, la reproducción y el estado de salud de los ejemplares. En paralelo a estas experiencias, se evaluará si la incorporación de antimicrobianos naturales encapsulados o inmovilizados a la formulación de piensos tiene algún efecto en la prevención del desarrollo de microorganismos, y especialmente mohos productores de micotoxinas.

**Responsable:** UPV5

**Participantes:** Colaboración UPV9 & CSIC1

**Resultado:** Se ha trabajado en la optimización de reacciones de inmovilización y de encapsulación. Se han probado diferentes rutas de inmovilización de carvacrol, timol y ácido cinámico, sobre sílice y sobre celulosa microcristalina. Los sólidos desarrollados se han ido testeando frente al microorganismo *E. coli* por ser el de referencia. Los compuestos se han caracterizado por RMN en cada paso de la síntesis. La evaluación de los compuestos inmovilizados en celulosa está en marcha. Por otro lado, se ha evaluado la acción de diferentes compuestos de aceites esenciales encapsulados, sobre el crecimiento de mohos. Los compuestos geraniol, ácido gálico y ácido ferúlico no han mostrado actividad antimicrobiana y se descartarán para continuar el estudio. Los compuestos con mayor actividad frente a estos mohos han sido carvacrol, timol y cinamaldehído, siendo menos efectiva la vainillina. Se han probado diferentes arcillas para encapsular los compuestos de aceites esenciales. De ellas, se han descartado sepiolita y caolinita, y se ha seleccionado la montmorillonita por provocar menor turbidez en los medios de estudio. Se han empleado diferentes formas de encapsulación. La volatilización produjo la encapsulación más efectiva (rendimiento superior al 40%).

**Grado de consecución:** 30%

**Impacto:** El proyecto se ha presentado en la III Jornada de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos celebrada el 6 de julio de 2023, en la Universitat Politècnica de València. Además, se ha preparado un díptico para la difusión de los resultados del mismo.