


WP3. NUTRICIÓN Y BIENESTAR (NUBE)

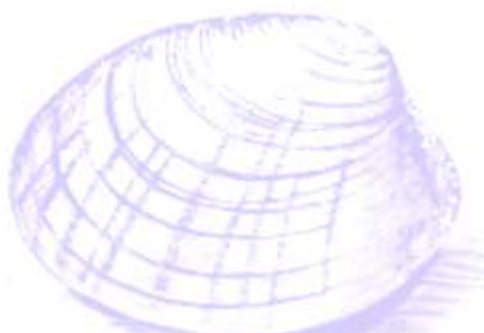
Responsables:

- Juan Carlos Navarro

Grupos participantes:



GRUPO	IP1	IP2
CSIC1	Jaume Pérez Sánchez	Josep Calduch Giner
CSIC6	Fidel Toldrà Vilardell	Leticia Mora Soler
CSIC7	José Miguel Cerdá Reverter	Esther Leal Cebrián
CSIC8	Juan Carlos Navarro Tárrega	
UA3	Carlos Sanz Lázaro	Ana Beltrán Sanahuja
UPV5	José Manuel Barat Baviera	Isabel Fernández Segovia
UPV9	Miguel Jover Cerdá	David Sánchez Peñaranda



Objetivos Específicos y Conexión con las líneas de actuación del plan nacional

Objetivo 3.1. Mejorar el conocimiento sobre el bienestar de los cultivos mediante el uso de nuevas herramientas e indicadores de bienestar en un contexto de cambio global.

Actuación A2.11: Mejora del conocimiento sobre el bienestar de los cultivos y desarrollo de sistemas que permitan monitorizar, de modo continuo y fiable:

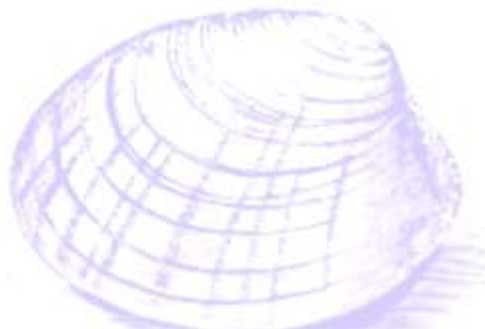
- I. Nuevos indicadores de bienestar en condiciones normales de cultivo y durante el proceso de sacrificio (cuando corresponda)
- II. Desarrollo de estrategias para mejorar la ingesta y el aprovechamiento del alimento, el crecimiento, la reproducción y el estado de salud (susceptibilidad a enfermedades) de los ejemplares cultivados.

Objetivo 3.2 (A2.12). Mejorar la nutrición y alimentación de animales en cultivo mediante el uso de nuevas formulaciones de piensos basadas en mezclas de materias primas alternativas y suplementos dietéticos validados a lo largo del ciclo de producción con datos zootécnicos, de comportamiento y nuevas herramientas de biología molecular y de monitorización de la microbiota.

Actuación A2.12: Mejora de la nutrición y alimentación de peces mediante el uso de nuevas formulaciones de piensos basadas en mezclas de materias primas alternativas (proteínas de insectos, poliquetos, extractos de algas, levaduras, proteínas bacterianas, etc.) y suplementos dietéticos (probióticos, prebióticos, simbióticos, probióticos), validados a lo largo del ciclo de producción con datos zootécnicos, de comportamiento (ingesta, actividad física, ocupación del espacio, etc.) y nuevas herramientas de biología molecular y de monitorización de la microbiota como marcador del estado general del pez.

Objetivo 3.3 (A2.13). Generación de 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.

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

Con indicación de Objetivos relacionados, fechas de ejecución y Grupos de Investigación que participan en la Tarea propuesta

Objetivo 3.1

Tarea 3.1.1 (M1-M24) – Comportamiento y microbiota - Estandarización de la monitorización de parámetros de comportamiento y de la microbiota de piel e intestino para una mejor evaluación y adecuación del estado nutricional y de bienestar de peces en cultivo. Para la evaluación del comportamiento se utilizarán dataloggers (AEFishBIT v3) implantados en el pez para el registro con un alto nivel de resolución de la actividad física, la frecuencia respiratoria y la trayectoria espacial durante varios días (1-7 días). El dispositivo, desarrollado en el proyecto europeo AQUAEXCEL²⁰²⁰, está protegido por patente. Para la secuenciación de las muestras de microbiota se evaluará la conveniencia de diferentes plataformas de secuenciación (Illumina, PacBIO, MinION Oxford Nanopore) en base a criterios de coste, precisión e inmediatez de resultados. En paralelo, también se analizarán muestras de agua (ADN ambiental) para evaluar mediante técnicas de “metabarcoding” la abundancia de organismos en el medio de cultivo, así como el efecto de factores bióticos y abióticos sobre la presencia en el agua de ADN de la especie cultivada como indicador de biomasa, erosiones dérmicas y estado general de la población en cultivo.

Responsable: CSIC1

Resultado: Se han utilizado bio-loggers implantados externamente en el opérculo para la monitorización de la actividad física y frecuencia respiratoria de peces en cultivo. El dispositivo, inicialmente desarrollado en el Proyecto Europeo AQUAEXCEL2020 y protegido por patente (P201830305), ha mejorado notablemente sus prestaciones tras el desarrollo de un nuevo software de programación. El sistema de anclaje del dispositivo, con pequeñas variaciones de acuerdo con el nivel de osificación del opérculo, ha sido validado en dorada, lubina, trucha y salmón. En todos los casos, los niveles basales de actividad física y respiratoria se recuperan rápidamente, lo que permite un inicio rápido de toma de datos (2.5-7 h post-anclaje).

Se ha validado el uso del 16 S Barcoding Kit en un dispositivo portátil MinION para el análisis en tiempo real y a bajo coste de la composición de la microbiota de muestras de agua y del mucus de la piel de peces en cultivo (dorada, lubina). En el caso de muestras de intestino, se ha evidenciado una pérdida sistemática de algunos grupos taxonómicos en comparación con los resultados de Illumina. Estos resultados confirman los ya publicados en colaboración con el Grupo de Patología del IATS (CSIC3) (Toxqui-Rodríguez et al., Aquaculture 2023). En base a ello, se recomienda la evaluación de nuevos cebadores y/o reservar el uso de la plataforma Illumina y aproximaciones “shotgun” para caso concretos en los que sea preciso caracterizar grupos taxonómicos específicos. En paralelo, se ha correlacionado la abundancia a nivel intestinal de Brevinema con el nivel de estrés térmico en dorada, lo que también es informativo de la eficacia de medidas correctoras a nivel nutricional, asociadas al uso de agentes emulsionantes. Asimismo, y en colaboración con el grupo CSIC2 (WP2), se han evaluado los efectos de la nutrición y la genética sobre la reversión sexual en dorada, lo que ha confirmado la idoneidad de la proporción de sexos en dorada como marcador retrospectivo del bienestar animal en un determinado sistema de producción (Holhorea et al., Frontiers in Vet. Science, 2023).

Grado de consecución: 75%

Impacto: Se ha avanzado en la puesta a punto de la evaluación de la respuesta de peces en cultivo mediante el uso de bio-loggers, así como en el uso de nuevos e indicadores de bienestar basados

en la proporción de sexos y en la estandarización de técnicas rápidas y de bajo coste de caracterización de la microbiota, lo que ha comportado la publicación de 3 artículos en revistas de alto impacto.

Tarea 3.1.2 (M1-M36) - Cortisol dérmico - Validación del uso de medidas de cortisol en escamas como indicadores de estrés crónico en especies mediterráneas (dorada, lubina, seriola y corvina) en cultivo. Se desarrollarán métodos para la determinación inmunoenzimática de cortisol que serán validados para los plasmas de las diferentes especies objetivo. Se validarán métodos químicos de extracción de la hormona a partir de las matrices tisulares mediante la utilización de diferentes solventes orgánicos, analizando los extractos obtenidos en ensayos de paralelismo. Se estudiará la zonación de acumulación hormonal en escamas y/o cartílago proveniente de diferentes regiones de la anatomía del animal y mediante experimentos de estrés crónico se validará el efecto de este sobre la acumulación de hormona en las zonas más críticas de las diferentes especies. Además, se realizarán comparaciones del nivel de acumulación con animales salvajes de talla similar. Una vez desarrollados estos métodos y validada la acumulación hormonal dependiente del estrés se estudiará la acumulación de cortisol durante el ciclo vital hasta la obtención de la talla comercial, así como el efecto de la densidad de cultivo de animales y variaciones de los parámetros ambientales sobre la dinámica de acumulación.

Responsable: CSIC7

Resultado: Se han desarrollado y validado métodos de extracción y de determinación inmunoenzimática de cortisol en escamas y/o cartílago (aletas) como indicadores de estrés crónico en dorada, lubina, seriola y corvina. Además, se ha estudiado la zonación de acúmulo, concluyendo que las aletas acumulan niveles hormonales más elevados que los registrados en las escamas, y que no existen diferencias en la acumulación en escamas de diferentes partes corporales. Se han realizado experimentos de estrés crónico para demostrar el acúmulo en dorada y corvina. Las muestras obtenidas están siendo ensayadas actualmente.

Adicionalmente (colaboración con WP1_UV4) se ha profundizado en la caracterización metabolómica de nuevos indicadores de estrés crónico en escamas de dorada, lubina y corvina. Hasta ahora se han realizado estudios "long range" para un análisis comparativo, utilizando diferentes métodos de procesado y extracción de las muestras. Se están analizando muestras de dos experimentos de estrés crónico realizados en dorada y corvina.

Grado de consecución: 50%.

Impacto: Los resultados obtenidos en el grupo de investigación propiamente dicho o en colaboración (UJI-IRSLab, WP6_UJI2) han sido publicados en revistas de elevado índice de impacto situadas en los primeros cuartiles del área de investigación, y se han presentado en congresos internacionales.

Tarea 3.1.3 (M1-M36) - Seguimiento del perfil de ácidos grasos - Se aplicará un método de predicción y seguimiento del perfil de ácidos grasos de peces de acuicultura basado en el análisis de las escamas que se encuentra en la actualidad en proceso de estudio de patentabilidad. El método permite hacer el seguimiento de los perfiles de ácidos grasos durante el ciclo productivo de peces como la lubina, la dorada, la corvina, etc... Se aplicará en aquellos escenarios experimentales que impliquen un efecto de la dieta sobre la composición final del pez (efectos de piensos de sustitución), y durante el proceso de maduración y puesta (control de reproductores) para monitorizar el efecto de las dietas de maduración y los posibles eventos de movilización de ácidos grasos esenciales a lo largo del periodo de puesta. El seguimiento de los perfiles de ácidos grasos esenciales permitirá asimismo complementar el control del bienestar animal junto a las metodologías "ad hoc". En su caso, la metodología permitirá asimismo la trazabilidad del producto

final en tareas de control de calidad y detección de fraudes.

Responsable: CSIC8

Participantes: CSIC1

Resultado: Se ha efectuado la solicitud de la patente: Navarro et al. (2022). Procedimiento no invasivo para predecir el perfil de ácidos grasos en músculos de peces (España núm. de patente: 202231056). Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Oficina Española de Patentes y Marcas, habiéndose iniciado contactos con entidades interesadas en la comercialización de la misma. Esta invención hace referencia a un método rápido, no invasivo e incruento para predecir el perfil de ácidos grasos en el músculo de peces sin necesidad de sacrificarlos, así como a las aplicaciones de dicho procedimiento. Se basa en el análisis rápido de los perfiles de ácidos grasos de las escamas de peces y en el paralelismo de los mismos con el del músculo. En esta tarea se ha afinado el método y se ha trabajado en la elaboración de la solicitud de patente del mismo. En coordinación con la Tarea 2.1.4 (WP2_CSIC2), se ha estudiado la calidad en términos de su composición en ácidos grasos del filete de la lubina, teniendo en cuenta tanto el sexo de los animales como el grado de madurez.

Grado de consecución: 40%

Impacto: El desarrollo de un método incruento para hacer el seguimiento del perfil de ácidos grasos en peces ha resultado en una patente que en la actualidad está en vías de comercialización por parte del CSIC. No es descartable que en función de intereses estratégicos se opte por otro modelo de explotación industrial. En cualquier caso, se ha generado una herramienta que puede facilitar el trabajo y a la adquisición de información en multitud de escenarios tanto del ámbito productivo, como también, por ejemplo, en trabajos de campo a nivel ecológico.

Tarea 3.1.4 (M6-M36) - Inteligencia Artificial - Se desarrollarán y evaluarán modelos y simuladores de sistemas virtuales para explorar diferentes escenarios evolutivos que permitan maximizar la probabilidad de éxito de los cultivos en un contexto de cambio climático. El sistema integrará parámetros de monitorización ambiental y animal (individuales y poblacionales) generados en el proyecto ThinkInAzul y en otros proyectos nacionales y europeos (PERFORMFISH, AQUAEXCEL3.0, AQUAIMPACT).

Responsable: CSIC1

Participantes: Colaboración CSIC3

Resultado: Se ha desarrollado una herramienta informática denominada SAMBA (Structure-Learning of Aquaculture Microbiomes Using a Bayesian Approach), basada en Redes Bayesianas, diseñada para integrar parámetros de monitorización ambiental y animal de los peces en cultivo, con el fin de generar escenarios virtuales con los que predecir los cambios ante diferentes escenarios de los cultivos, y maximizar la probabilidad de éxito de los mismos. La herramienta se ha entrenado y validado inicialmente con datos de composición microbiana de la mucosa de dorada obtenidos en experiencias realizadas en el presente proyecto y en otros europeos para correlacionar la composición microbiana con diversos factores bióticos y abióticos. SAMBA es capaz no solamente de definir cómo los diferentes factores modulan el microbioma, y de identificar las condiciones experimentales óptimas para obtener un panmicrobioma determinado y un metagenoma asociado, sino que también establece las relaciones causales existentes entre los diferentes taxones microbianos. Paralelamente a la validación de SAMBA con datos de microbioma, se ha trabajado en el desarrollo de herramientas para la integración de datos de otras tecnologías ómicas.

Grado de consecución: 60%

Impacto: Se han desarrollado herramientas bioinformáticas para estudiar la respuesta (incluyendo escenarios de cambio global), de especies de peces en cultivo, mediante aproximaciones holísticas

que han permitido a su vez la estandarización de metodologías analíticas y de procesado de datos en base a técnicas de aprendizaje y tomas de decisiones. Fruto de todo ello, ha sido una presencia relevante en el congreso de la EAS2023 (Viena), la publicación de dos artículos en revistas de impacto, además de la defensa de una Tesis Doctoral (B. Soriano).

Objetivo 3.2

Tarea 3.2.1 (M3-M36) - Nuevas formulaciones de piensos de dorada - Se evaluará a escala piloto la viabilidad de nuevas formulaciones de piensos de engorde de peces (Aquafeed Technology 3.0) con diferentes combinaciones de proteínas vegetales, proteínas de insectos, proteínas unicelulares de bacterias y levaduras, hidrolizados proteicos, aditivos y productos de descarte de acuicultura a lo largo de todo el ciclo de producción. La recogida de parámetros zootécnicos se complementará con tests de estrés ambiental (confinamiento, baja disponibilidad de oxígeno, alta temperatura, etc.) para evaluar los efectos de la dieta sobre la fisiología y robustez de los animales en un contexto de cambio global. Como indicadores de bienestar se utilizará una amplia gama de marcadores bioquímicos (GH, IGFs, glucosa, lactato, TG, capacidad antioxidante, etc.), moleculares (PCR-array, RNA-seq) y epigenéticos (metilación-DNA), además de los ya mencionados de microbiota, ADN ambiental, comportamiento y ácidos grasos y cortisol dérmicos (Tareas 3.1-3.3).

Responsable: CSIC1

Participantes: CSIC7, CSIC8

Resultado: Se ha evaluado a escala piloto la viabilidad de nuevas formulaciones de piensos de engorde con diferentes combinaciones de proteínas (vegetales, insectos, bacterias y levaduras, hidrolizados proteicos, y productos de descarte de la acuicultura). El engorde, se prolongará hasta marzo-abril del 2024. De forma periódica, se están registrado de forma individual el peso y la talla (FishReader, Trovan) del conjunto de la población, con muestreos iniciales, intermedios y finales de agua, sangre y tejidos para análisis bioquímicos, de expresión génica, de patrones de metilación del ADN, y de composición de la microbiota de agua, piel e intestino. En la fecha de cumplimentación de este informe, los resultados de crecimiento muestran que la dieta alternativa con alto contenido en proteínas unicelulares, vegetales y de insectos es especialmente prometedora. Los análisis de expresión génica y de metagenómica de muestras iniciales e intermedias (en fase muy avanzada) han puesto de relieve la estrecha relación entre el metagenoma y el transcriptoma del huésped. Se han generado muestras para el análisis por otros grupos (UMH1, UJI1) de los efectos de nuevas formulaciones de piensos sobre la calidad y seguridad alimentaria (ver WP5 para más detalles). Durante el próximo periodo de puestas está previsto evaluar los efectos de la dieta sobre la capacidad reproductiva en el marco del WP2 (UPV4, CSIC2).

Grado de consecución: 60%

Impacto: Los resultados obtenidos evidencian que, a escala piloto, es factible el uso de formulaciones alternativas sin efectos negativos de la eficacia productiva de la dorada en un escenario de cambio climático. Está en preparación una memoria de invención con el grupo de investigación del IATA-CSIC (CSIC6). Como resultado de esta actividad hay 2 Tesis Doctorales en curso, la defensa de una de ellas (F. Naya-Català) está prevista en febrero-marzo 2024. La segunda, por personal contratado a cargo del proyecto (Ricardo Domingo), se defenderá en el primer trimestre del 2026.

Tarea 3.2.2. (M9-M36) - Desarrollo de piensos sostenibles para camarón - Tras la optimización del biofloc utilizando diferentes salinidades, densidades y la adición de diferentes estimulantes de las poblaciones bacterianas (prebióticos, probióticos y simbióticos), se evaluará la digestibilidad y biodisponibilidad de los posibles ingredientes alternativos que se caracterizan por su alta

sostenibilidad (subproductos de la industria agroalimentaria, productos transformados o materias primas ecológicas). Gracias a los datos obtenidos de digestibilidad y biodisponibilidad, se formularán diferentes piensos con altos niveles de sustitución de la harina de pescado, en algunos casos incluyendo aditivos, para comprobar su efecto en la calidad nutricional, sensorial y la salud del camarón (fisiología del tracto intestinal: microbiota, histología, etc...). Finalmente, las combinaciones que proporcionaron los mejores resultados (2 grupos experimentales) se escalarán en tanques de gran tamaño (4 m³), similares a condiciones comerciales, potenciando la transferencia de los resultados a la empresa privada.

Responsable: UPV9

Participantes: CSIC6

Resultado: Se ha llevado a cabo un ensayo de tasas de alimentación al objeto de adaptar las raciones a las particularidades del sistema biofloc. Para ello se procedió a alimentar camarones con distintas tasas de alimentación diaria (TAD). Tras 125 días de ensayo, la TAD 100% originó un mayor peso medio, la 50%, produjo la mejor supervivencia, y la 80% fue la óptima. Asimismo, se han llevado a cabo pruebas preliminares para determinar el marcador más apropiado para los ensayos de digestibilidad, resultando que el Y2O3 es el más adecuado. En breve se procederá a llevar a cabo ensayos de digestibilidad con los piensos experimentales. En la actualidad se está llevando a cabo un ensayo con piensos a base de ingredientes vegetales ecológicos, soja, trigo y guisante, y distintos niveles de harina de pescado. Tras 45 días de ensayo, no aparecen diferencias. También se está planificando una serie de pruebas para evaluar la fermentación de ingredientes vegetales con *Bacillus*, y mejorar el perfil de aminoácidos esenciales.

Grado de consecución: 20%

Impacto: Como resultado de la actividad se ha desarrollado un Trabajo Fin de Máster de Acuicultura (UV-UPV y CSIC) sobre el efecto de la tasa de la alimentación en el crecimiento del langostino (*Penaeus vannamei* Boone, 1931) en sistema Biofloc.

Tarea 3.2.3. (M1-M36) - Metabolismo lipídico - Se estudiará el metabolismo lipídico de organismos acuáticos de interés en acuicultura alimentados con diferentes formulaciones para su uso como producto final. Se abordará el estudio de los mecanismos moleculares que explican la biosíntesis de lípidos fisiológicamente esenciales, como LC-PUFAs y VLC-PUFAs, en animales acuáticos objeto de acuicultura, mediante el desarrollo de herramientas efectivas que permitan identificar sus requerimientos y poder así, entre otras cosas, formular óptimamente las dietas que satisfagan tales requerimientos. Se explorarán estrategias de alimentación que ayuden a optimizar la biosíntesis de LC-PUFAs en organismos objeto de cultivo, mediante la caracterización del repertorio de genes desaturasa y elongasa implicados en la biosíntesis de LC-PUFAs, la activación de las vías biosintéticas en condiciones de cultivo optimizadas, y la evaluación de la suplementación de la dieta con potenciadores eficaces de la biosíntesis de LC-PUFAs.

Responsable: CSIC8

Participantes: CSIC1

Resultado: En esta tarea, se ha examinado el repertorio de genes que codifican las desaturasas "front-end" en el filo Annelida. Además, se han caracterizado las funciones de las enzimas codificadas en especies representativas seleccionadas demostrando que se han diversificado ampliamente durante su expansión en ecosistemas tanto terrestres como acuáticos. Se ha encontrado que, además de las omega-x caracterizadas previamente, los anélidos poseen al menos dos desaturasas "front-end" con regioselectividades $\Delta 5$ y $\Delta 6\Delta 8$, que permiten todas las reacciones de desaturación necesarias para convertir los precursores de C18 en LC-PUFA fisiológicamente relevantes, como los ácidos eicosapentaenoico y araquidónico, aunque no en el ácido docosahexaenoico. Este conjunto de genes se conserva en los diferentes grupos taxonómicos

dentro de Annelida.

Grado de consecución: 40%

Impacto: La actividad ha resultado en la publicación de un trabajo y una presentación a un congreso. El artículo, publicado en una revista de alto impacto (4.1) complementa la información existente sobre el potencial de síntesis de ácidos grasos esenciales en los anélidos, acabando de definir su potencial como candidatos en estrategias de economía circular como potenciales recicladores de subproductos industriales.

Tarea 3.2.4. (M12-M36) - Caracterizar los efectos paliativos de la inclusión de probióticos dietarios sobre el estrés crónico y el bienestar animal en cultivo de especies mediterráneas (dorada, lubina, corvina, seriola) - Tanto *Lactobacillus rhamnosus* como *Bifidobacterium longum* reducen la ansiedad en el pez cebra regulando la respuesta de los animales al estrés. La hipótesis de partida es que la modulación de la microbiota mediante la administración de probióticos puede reducir el estrés crónico en las especies de cultivo. Esta hipótesis llevará a desarrollar experimentos en los que animales sometidos a un estrés crónico sean alimentados con suplementos probióticos. Utilizando los métodos desarrollados anteriormente y los conceptos alcanzados se compararán los valores de acumulación de hormonas y/o metabolitos en las estructuras objetivo con los de animales sometidos al mismo protocolo de estrés, alimentados con el mismo pienso, pero sin suplemento de probióticos. El efecto de los probióticos se valorará también sobre grupos de animales a los que no se aplica el protocolo de estrés.

Responsable: CSIC7

Resultado: Se han realizado experimentos para poner a punto técnicas para caracterizar la respuesta comportamental al estrés utilizando al pez cebra como modelo. Se ha realizado un experimento en lubina, para evaluar el efecto de hidrolizados proteicos umami capaces de modificar la función intestinal, sobre la respuesta al estrés y la acumulación dérmica y en cartílago de cortisol, utilizando la metodología obtenida en 3.1.2. Las muestras obtenidas están siendo analizadas actualmente. Se están buscando empresas que puedan manufacturar piensos con probióticos para afrontar la investigación propuesta.

Grado de consecución: 30%

Impacto: Los resultados obtenidos en el grupo de investigación propiamente dicho o la colaboración con UJI-IRSLab (WP6_UJI2) han sido publicados en revistas de elevado índice de impacto y en congresos internacionales (AIEC/OCEANS) y conllevan colaboraciones con otros grupos de investigación nacionales e internacionales. Estos estudios forman, además, parte de la tesis de Alejandra Godino (CDI/CSIC) y Andrea Pino (IRSLab). La primera será defendida en enero del 2024 mientras que la segunda sigue su curso.

Objetivo 3.3

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 biomasa 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

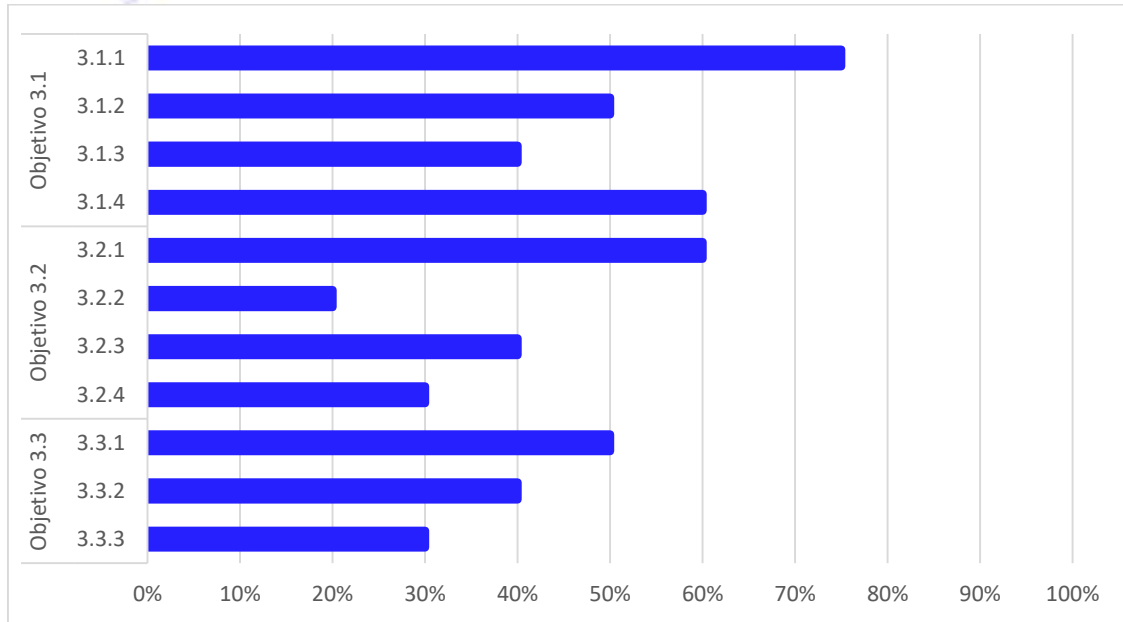
Participantes: Colaboración UPV9 & CSIC1

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.

Progreso de las tareas a M21



Siendo el M1 enero del 2022