

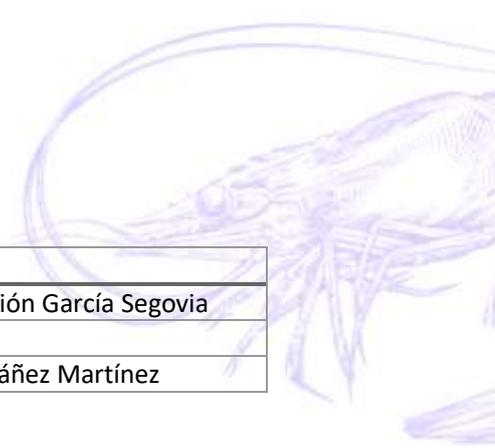


WP5. ACUICULTURA, CALIDAD E INNOVACIÓN (AQUI)

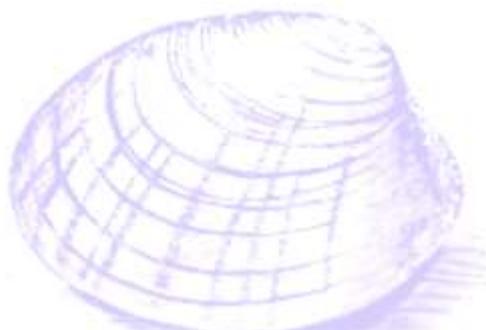
Responsables:

- Esther Sendra Nadal
- Juan Vicente Sancho Llopis

Grupos participantes:



| GRUPO | IP1 | IP2 |
|-------|----------------------------|-----------------------------|
| UPV8 | María Jesús Pagán Moreno | Purificación García Segovia |
| UMH1 | Esther Sendra Nadal | |
| UJI1 | Juan Vicente Sancho Llopis | María Ibáñez Martínez |



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

Objetivo 5.1. Caracterizar materias primas para piensos, incluyendo fuentes de proteína alternativa, y los piensos formulados para doradas de acuicultura. Evaluar el efecto de la alimentación con esos piensos a lo largo del ciclo completo de vida en la calidad nutricional, funcional y sensorial de dorada. Incluye identificar compuestos bioactivos y posibles contaminantes en las porciones comestible y vísceras.

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.

Actuación A2.16: Estrategias y tecnologías de predicción, mitigación y control de contaminantes, emergentes y recurrentes, presentes en el medio natural (contaminantes orgánicos, biotoxinas de origen planctónico, organismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, antibióticos, micro y nanoplásticos, etc.) y de fácil incorporación a través de la cadena trófica en productos de la pesca y la acuicultura.

Objetivo 5.2. Diseñar mediante herramientas co-creativas nuevos productos transformados a partir de diferentes especies (camarón y dorada) e implementar los productos seleccionados con una finalidad saludable, sostenible y nutritiva. Caracterizar y evaluar la vida útil y percepción de los productos formulados.

Actuación A2.19: Mejora de la trazabilidad y diversificación de la oferta mediante el desarrollo de nuevos productos más sostenibles, atractivos, fáciles de utilizar, seguros, competitivos, saludables y de elevada calidad, transformados, con sistemas de envasado activos e inteligentes biodegradables, con nuevas líneas y ámbitos de comercialización, y nuevos usos como aplicaciones biotecnológicas de organismos acuicultivados. Incluye

- I. Caracterización fisicoquímica y sensorial de nuevas especies
- II. Acogida del consumidor, investigación de mercado, proyección y posicionamiento de las nuevas especies.

Objetivo 5.3. Evaluar la percepción de los consumidores sobre la calidad y sostenibilidad de la acuicultura. Realizar talleres y jornadas de difusión a la sociedad.

Actuación A2.19: Mejora de la trazabilidad y diversificación de la oferta mediante el desarrollo de nuevos productos más sostenibles, atractivos, fáciles de utilizar, seguros, competitivos, saludables y de elevada calidad, transformados, con sistemas de envasado activos e inteligentes biodegradables, con nuevas líneas y ámbitos de comercialización, y nuevos usos como aplicaciones biotecnológicas de organismos acuicultivados. Incluye:

- I. Caracterización fisicoquímica y sensorial de nuevas especies
- II. Acogida del consumidor, investigación de mercado, proyección y posicionamiento de las nuevas especies.

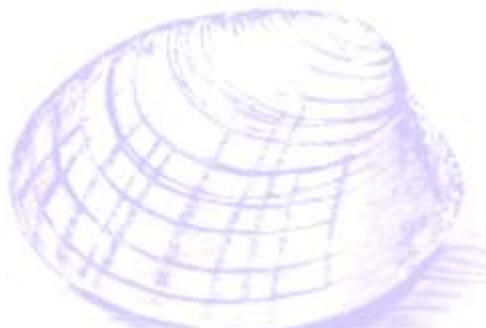
Objetivo 5.4. Desarrollar tratamientos de superficies que contribuyan a la higienización/desinfección de superficies en contacto con alimentos y nuevos lubricantes de base vegetal para la mejora de la seguridad alimentaria en las salas de procesado de pescado.

Actuación A2.10: Mejora de los sistemas de cultivo de bivalvos en todas las fases del proceso productivo tanto con origen en el medio natural como en criadero mediante

- I. El desarrollo de nuevos procesos de gestión microbiana desde un enfoque de ecología y biología de (eco)sistemas en sistemas IMTA- RAS,
- II. La combinación de nuevos materiales con tratamientos y tecnologías novedosas de higienización/ desinfección de las instalaciones,
- III. La mejora genética
- IV. La implementación de sistemas de monitorización poblacional y de reclutamiento larvario de especies de interés comercial para garantizar el abastecimiento de semilla para una producción acuícola y marisquera sostenibles.

Objetivo 5.5. Estrategias y tecnologías de predicción, mitigación y control de contaminantes, emergentes y recurrentes, presentes en el medio natural (contaminantes orgánicos, biotoxinas de origen planctónico, organismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, antibióticos, micro y nanoplásticos, etc.) y de fácil incorporación a través de la cadena trófica en productos de la pesca y la acuicultura.

Actuación A2.16: Estrategias y tecnologías de predicción, mitigación y control de contaminantes, emergentes y recurrentes, presentes en el medio natural (contaminantes orgánicos, biotoxinas de origen planctónico, organismos patógenos, micotoxinas, metales pesados, antibióticos, micro y nanoplásticos, etc.) y de fácil incorporación a través de la cadena trófica en productos de la pesca y la acuicultura.



Descripción de tareas

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

Objetivo 5.1

Tarea 5.1.1 (M1-M28) - Caracterización de materias primas y piensos formulados de dorada – 1) Composición general según metodologías de referencia. Análisis proximal, composición mineral (ICP-MS), perfil de compuestos volátiles para la identificación de marcadores. oxidativos (GC-MS/MS), perfil de aminoácidos (LC-MS), perfil de ácidos grasos (GC-FID). 2) Presencia y cuantificación de diferentes familias de contaminantes orgánicos, tanto persistentes como emergentes mediante GC-HRMS y UHPLC-HRMS para el screening, así como GC-MS/MS y UHPLC-MS/MS para la cuantificación.

Responsable: UMH1

Participantes: UJI1

Colaboradores: CSIC1

Resultado: UMH1 ha caracterizado 3 tipos de pienso: ALT (base proteínas alternativas), FM (base harina de pescado) Y PAP base proteína animal procesada) cada uno en 4 granulometrías: 2, 3, 4, y 6 mm (12 piensos) adaptadas al crecimiento de las doradas. Si bien la composición nutricional es muy similar entre los tipos sí se encontraron diferencias en el perfil de compuestos volátiles (ácido butanoico y sus derivados, y hexanal, marcador de oxidación) y en metales pesados (arsénico mayor en formulaciones con FM, y en todos los tipos a granulometría 2mm). Se ha ampliado esta tarea analizando las materias primas de los piensos para detectar la fuente de As y proponer estrategias de reducción. UJI1 ha realizado un análisis de contaminantes orgánicos, persistentes y emergentes, en materias primas y piensos usando técnicas avanzadas (GC-APCI-QTOFMS, GC-EI-QOrbitrap, UHPLC-ESI-IMS-QTOFMS), incluyendo un estudio "non-target". Se detectaron 14 plaguicidas en harinas de pescado, 15 en ingredientes de origen animal y vegetal, y solo 4 en fuentes alternativas de proteínas. Entre ellos se identificaron compuestos como carbaril y deltametrina. También se encontraron 5 fármacos, como lincomicina y lidocaína, principalmente en ingredientes vegetales. En piensos, las detecciones fueron menores: 8 plaguicidas y 2 fármacos. Respecto a micotoxinas, solo se halló Fumonisina B2 en harina de gluten de maíz. No se desarrollaron métodos de cuantificación debido a los bajos niveles detectados, pero se realizaron estimaciones mediante adición estándar.

Grado de consecución: 100%

Impacto: UMH1 en proceso de escritura de trabajos científicos, UJI1 junto con CSIC1 han preparado un artículo actualmente en revisión titulado "Comprehensive screening of contaminants in feeds and *Sparus Aurata* fillets by GC and LC both coupled to HRMS".

Tarea 5.1.2 (M6-M45) - Caracterización de doradas obtenidas de los diferentes sistemas de alimentación y en diferentes etapas del desarrollo –

1) Composición general por metodología de referencia. Composición de ácidos grasos (GC-FID), perfil de aminoácidos (LC-MS), compuestos volátiles (extracción mediante HS-SPME separación e identificación GC-MS), perfil polifenólico (LC-MS), capacidad antioxidante ((i) DPPH•, (ii) ABTS+, (iii) FRAP y (iv) ORAC), perfil de azúcares y ácidos orgánicos (HPLC-DAD-RID), textura (Texturómetro TPA) y composición mineral (ICP-MS).

2) Modelización de datos respecto a la composición de las dietas. Presencia y cuantificación de diferentes familias de contaminantes orgánicos, tanto persistentes como emergentes mediante GC-HRMS y UHPLC-HRMS para el screening, así como GC-MS/MS y UHPLC-MS/MS para la cuantificación. Posible inclusión de metabolitos de los contaminantes generados por la dorada.

3) Digestiones *in vitro* para la determinación de compuestos funcionales y bioactivos en las diferentes fracciones (porción comestible y vísceras/piel). Tras las digestiones se analizará la cantidad de analitos que puedan ser bioaccesibles mediante el estudio de la composición mineral (ICP-MS), perfil polifenólico (HPLC-MS) y capacidad antioxidante ((i) DPPH•, (ii) ABTS+, (iii) FRAP y (iv) ORAC).

4) Estudios metabólicos dirigidos y no dirigidos para descubrir biomarcadores plasmáticos en dorada discriminantes entre las diferentes dietas en estudio. Evaluación de los compuestos discriminantes y rutas metabólicas implicadas. Definir compuestos relevantes para la metabolómica dirigida.

5) Análisis sensorial. Sensomics (correlaciones dieta-perfil de volátiles-calidad sensorial). Modelización de datos. Determinación de drivers de calidad sensorial. Inicialmente se realizarán estudios de grupos focales para determinar los descriptores más representativos de la calidad del producto. Posteriormente se formará un panel de análisis sensorial descriptivo empleando estos descriptores y generando un léxico que pueda servir de herramienta de control de la calidad sensorial en pescado. El panel trabajará con materiales de referencia que puedan ser adquiridos en cualquier parte del mundo con el fin de estandarizar el método. Por último, una vez caracterizadas las muestras se realizarán estudios de consumidores para conocer los descriptores más valorados y su influencia sobre la calidad sensorial del producto (escalas afectivas de 11 puntos y escalas JAR (Just-About-Right)).

Responsable: UJI1

Participantes: UMH1

Colaboradores: CSIC1

Resultado: Se han analizado 20 doradas por dieta (ALT, PAP, FM) en dos estados de crecimiento (peso vivo 300 g 11/22 y 800 g 09/23). UMH1 ha usado el filete derecho de cada ejemplar y UJI1 el filete izquierdo. Las doradas de 300 g alimentadas con ALT mostraron un perfil de ácidos grasos más favorable (mayor cociente $\omega 3/\omega 6$). Los pescados de 300 g y 800 g alimentados con PAP presentaron los menores niveles de Hg y los alimentados con ALT los menores niveles de As. En general las doradas en dietas FM y PAP obtuvieron valores similares para la mayoría de parámetros y las mayores diferencias se dieron con dietas ALT que a nivel sensorial obtuvieron mayor intensidad de umami, postgusto y masticabilidad. Continúan los análisis y hay un nuevo muestreo para UMH 1 en diciembre del 2024. Se analizaron filetes de dorada alimentadas con distintas dietas (48 filetes por campaña) para detectar contaminantes transferidos desde los piensos, utilizando LC-ESI-(IMS)HRMS y GC-EI-HRMS. Los PAHs más concentrados, acenafteno y fluoreno, se encontraron especialmente en filetes de la dieta control. Para analizar ácidos grasos y compuestos volátiles, se implementaron técnicas de lipidómica y volatolómica. En lipidómica, se identificaron alrededor de treinta lípidos, la mayoría de ellos comunes en las plataformas VION y SYNAPT. En volatolómica, se evaluaron sistemas de extracción (HS-SMPE y TDU), observando discriminación preliminar entre dietas. Adicionalmente, se incorporaron análisis menos invasivos en matrices como mucus y escamas, correlacionándolos con plasma. Estas matrices se estudiaron en dos períodos de desarrollo mediante LC-ESI-(IMS)HRMS, y el análisis de datos está en proceso.

Grado de consecución: 65%

Impacto: UMH1 en proceso de escritura de trabajos científicos, UJI1 junto con CSIC1 han preparado un artículo actualmente en revisión titulado "Comprehensive screening of contaminants in feeds and *Sparus Aurata* fillets by GC and LC both coupled to HRMS".

Objetivo 5.2

Tarea 5.2.1 (M1-M45) - Diseño e implementación de productos transformados –

1) Utilización de técnicas de Co-creación para el diseño de los productos, para ello: Se llevarán a cabo sesiones de focus group para identificación de términos relacionados con la calidad, sostenibilidad, aspectos nutricionales y sensoriales de los productos derivados del pescado. Análisis mediante herramientas como: Mapping, Check All that Apply, y/o asociación de palabras. Evaluación de la influencia del contexto en la percepción de los productos derivados de pescado de acuicultura.

2) Implementación de los productos ideados: incorporación de compuestos bioactivos mediante la

utilización de nuevas tecnologías y definición de los tratamientos a aplicar a los productos tras la incorporación de ingredientes (compuestos bioactivos, algas, subproductos derivados del procesado de pescado y /o proteínas de origen vegetal). Para la incorporación de compuestos bioactivos (antioxidantes/antimicrobianos) mediante la utilización de tecnologías de encapsulación e impregnación: se utilizarán dos técnicas de microencapsulación: el secado por aspersión (secador MINI SPRAY-DRYER BÜCHI-290) y la liofilización. La impregnación a vacío se realizará con un equipo patentado y licenciado por los investigadores del grupo de la UPV (U200400864). Definición de los tratamientos a aplicar a los productos tras la incorporación de ingredientes (cocción, maceración, secado, fermentado, extrusionado, emulsionado, etc.)

3) Análisis de la materia prima y los productos: fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales (metodologías de referencia). Se realizarán los siguientes análisis: contenido en cloruros, sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico, pH, actividad de agua, análisis del perfil de textura, color, humedad, contenido en proteína, lípidos totales, cenizas, análisis de compuestos volátiles, aerobios mesófilos, psicrófilos, enterobacterias, etc.

4) Análisis de drivers de calidad sensorial: se basará en conocer los perfiles sensoriales de los productos y su aceptación. Para cómo “corregir” dichas formulaciones y adaptarlas a los conceptos-objetivo mediante experimentación se utilizarán escalas “Just-about-right” (JAR) y el correspondiente análisis de penalización.

Responsable: UPV8

Participantes: UPV5

Resultado: Líneas: 1) implementación de productos innovadores utilizando técnicas de co-creación (UPV8) y 2) utilización de subproductos de la pesca, algas, microalgas y proteínas para la formulación de alimentos (UPV5). 1) Se han llevado a cabo sesiones de cocreación con consumidores (Focus group, CATA, etc.). Se han desarrollado los productos allí seleccionados a base de langostino, tras realizar pruebas antimelanosis: a) harinas de langostino por secado convencional y liofilización que, junto con semolina de arroz se utilizaron para elaborar extrusionados (tipo gusanitos); b) chips de langostino tras optimización de formulaciones y parámetros del proceso para máxima crujencia; c) langostinos impregnados y deshidratados por aire caliente y liofilización, ensayando técnicas de impregnación (sous vide, Gastrovac e inmersión) y d) toppings de langostino (tipo topping de cebolla deshidratada) mediante optimización de secado por aire y trituración.

2) Se ha optimizado la obtención de harina a partir de subproductos de dorada y de subproductos de langostino. Se ha trabajado con productos más tradicionales (patés, hamburguesas, nuggets y croquetas) y otros más novedosos, como loncheados de pescado en los que se ha utilizado harina de subproductos de dorada o harina de langostino, proteínas vegetales, algas o microalgas, obteniéndose así productos más diferenciados, sostenibles, con valoración nutricional positiva en todos los casos y sensorial variable en función del producto.

Grado de consecución: 70%

Impacto: Cinco tesis de máster en la UPV8. Tres presentaciones orales y un póster en las III y IV Jornadas de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos UPV 2023 y 2024, dípticos de difusión del proyecto. Siete aportaciones a congresos nacionales, dos a internacionales. Publicaciones Internacionales: Foods y Life Science Forum. UPV5 dos comunicaciones a congresos nacionales, uno internacional y tres tesis de máster.

Objetivo 5.3

Tarea 5.3.1 (M1-M45) - Estudios de consumidores y divulgación –

1) Análisis de datos de los estudios de consumidores (encuestas online y encuestas presenciales). La información de partida se coordinará con asociaciones de acuicultura (por ejemplo, APROMAR) para enfocarlas siguiendo la línea de actuación que hasta ahora han venido desarrollando. La información obtenida será segmentada según los distintos grupos de población (género, edad, ingresos económicos,

etc.) con el fin de obtener información precisa y altamente enfocada al consumidor final. Todas las encuestas incluirán preguntas de tipo afectivo (grado de aceptación) y de intensidad (JAR) para cuantificar las diferencias que los consumidores perciben entre los distintos productos y establecer acciones de mejora (análisis de penalizaciones). Estas serán realizadas en centros educativos a todos los niveles (primaria, secundaria, formación profesional y universidad) y en consumidores seleccionados al azar empleando las bases de datos de los distintos grupos participantes en este grupo de trabajo.

2) Talleres y jornadas de difusión de resultados. Durante cada uno de los años de trabajo se realizarán talleres en centros educativos (primaria, secundaria, formación profesional y universidad) para informar del avance del estado del proyecto y de los resultados obtenidos. Uno de los principales focos de atención será la realización de una exposición permanente en el Museo Didáctico e Interactivo de Ciencias de la Vega Baja para proporcionar información relacionada con la acuicultura y los avances del proyecto (esta instalación es visitada anualmente por 10.000 estudiantes).

Responsable: UMH1

Participantes: UPV5, UPV8, UJI1. Colaboración CSIC1

Resultado: UMH1 ha realizado encuestas con consumidores de la Comunitat Valenciana sobre la percepción de la acuicultura y se concluyó que hay poco conocimiento sobre las implicaciones que la acuicultura tiene sobre la sostenibilidad ambiental, que el consumidor de la generación millennial no tiene conocimiento sobre la alimentación de los pescados y el impacto ambiental de la acuicultura y, que los consumidores de mayor edad tienen una mayor valoración por la acuicultura y valoran. Los jóvenes dan una mayor importancia al impacto ambiental. UPV5 realizó encuestas a adolescentes y adultos en presencia de hamburguesas de pescado con y sin mención a la acuicultura. La mayoría afirmó no tener preferencia, aunque un 32% de los adultos evitó la acuicultura, mientras que un 28% y más adolescentes la prefirieron. Muchos jóvenes desconocían la existencia de pescado de acuicultura, pero quienes lo conocían lo percibían más respetuoso con el medioambiente (70% frente al 29% de adultos). La opinión sobre seguridad, bienestar animal y características organolépticas mostró gran incertidumbre, especialmente en jóvenes, mientras que los adultos tendieron a desestimar estas ventajas. Los resultados reflejan una falta de información sobre la acuicultura, dificultando su aceptación. UMH1 ha realizado un total de 12 eventos y actividades de divulgación a la sociedad.

Grado de consecución: 80%

Impacto: UMH1 ha participado en un total de 12 eventos y actividades dirigidas a público infantil y adolescente (Escuela de verano científica, Feria de la Ciencia, Jornadas de Puertas Abiertas, Mednigh, talleres en museos didácticos), y está finalizando un cómic interactivo para dar a conocer la ruta del pescado en la Comunidad Valenciana y que quedará como módulo fijo interactivo en el Museo de Ciencias MUDIC Jesús Carnicer. UPV5 un póster a congreso nacional y una tesis de máster.

Objetivo 5.4.

Tarea 5.4.1 (M1-M45) – Desarrollo de materiales que contribuyan a la higienización/desinfección de superficies en contacto con alimentos en las salas de procesado de pescado – Superficies antimicrobianas basadas en la funcionalización de materiales, como materiales poliméricos y acero, con compuestos bioactivos de origen natural.- Desarrollo de lubricantes de base vegetal alternativos a los petroquímicos para la mejora de la sostenibilidad ambiental y seguridad alimentaria.

Responsable: UPV5

Participantes: UPV5 y CSIC1

Resultado: Se trabajó en la inmovilización de eugenol y vainillina sobre acero inoxidable, utilizando pretratamientos de activación y pasivación junto con química de trialcóxidos de silicio. Los análisis realizados con microscopio FESEM y difracción de rayos X mostraron que estos tratamientos iniciales no fueron suficientes, por lo que se estudió el efecto del pulido en la eficacia de anclado. Los resultados indicaron que las superficies pulidas incrementaron el contenido de materia orgánica, sugiriendo una inmovilización adecuada.

Las superficies funcionalizadas redujeron en más del 90% la adhesión celular de *S. epidermidis* y *E. coli*, lo que sugiere su potencial antimicrobiano. También se inició la inmovilización de timol, carvacrol y cinamaldehído sobre superficies pulidas, mostrando efectividad frente a *E. coli* y *S. epidermidis*. Próximamente, se evaluará su eficacia contra otros microorganismos relevantes, como *Listeria monocytogenes*. Además, se probó una segunda estrategia para inmovilizar vainillina en placas de acero inoxidable recubiertas con sílice, logrando también inhibir el crecimiento de *S. epidermidis*. Sin embargo, la funcionalización de policarbonato no ha sido exitosa hasta ahora. Estos avances evidencian el potencial de las superficies funcionalizadas como herramientas antimicrobianas. También se estudió los lubricantes vegetales como una alternativa sostenible a los petroquímicos, con mejor rendimiento, biodegradabilidad y seguridad. Se demostró que los lubricantes vegetales pueden igualar o superar a los convencionales, reduciendo riesgos ambientales y de salud.

Grado de consecución: 75%

Impacto: Presentación oral en la III Jornada de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2023), en la Universitat Politècnica de València. Se preparó un díptico para la difusión del proyecto y se llevó a Alibetopías (2023).

Objetivo 5.5.

Tarea 5.5.1 (M1-M45) - Desarrollo de nanosensores fotónicos para la detección de biotoxinas marinas (ácido domoico) y microplásticos en productos de la pesca –

Responsable: UPV5

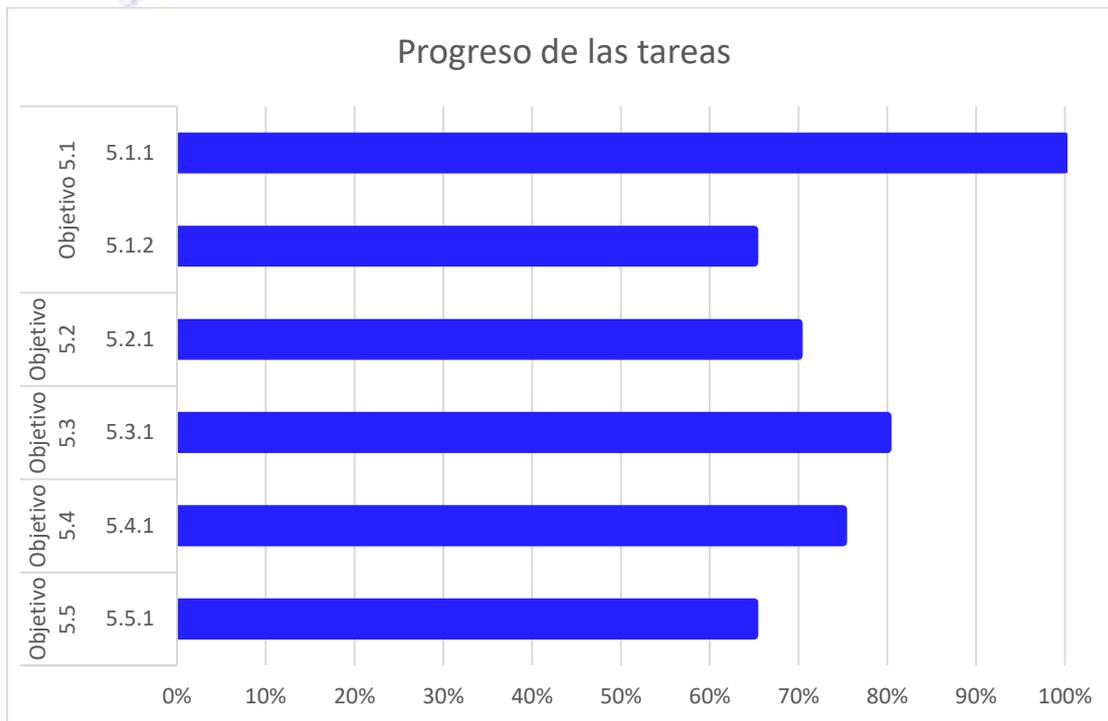
Resultado: Se desarrollaron dos protocolos de funcionalización de sensores fotónicos con anillos resonantes (RR) para inmovilizar aptámeros que detectan productos derivados de microplásticos (BPA) o biotoxinas marinas (DA) mediante sistemas microfluídicos. Aunque los sensores mostraron capacidad de detección, del límite de detección, sensibilidad y selectividad iniciales fueron insuficientes.

Para mejorar el desempeño, se testó la capacidad de reconocimiento de los aptámeros, testándose estrategias de sensado tipo sándwich o el anclaje del analito al sensor. Aunque prometedores, estos enfoques aún no alcanzan ni el límite de detección ni la sensibilidad requerida, por lo que continúan en desarrollo. Paralelamente, se estudia la detección mediante dispersión Raman mejorada en superficie (SERS) usando nanoflores de plata, logrando señales intensificadas para el DA, aunque el protocolo requiere optimización. Finalmente, se fabricaron sensores para microplásticos basados en aproximaciones citométricas con antenas fotónicas y litografía mediante cañón de electrones, obteniendo prototipos caracterizados en pasivo, que serán evaluados en futuras etapas.

Grado de consecución: 65%

Impacto: Póster en la Conferencia Española de Nanofotónica (Zaragoza, 2023), una conferencia plenaria en el 1st workshop on Advances in sample treatment techniques and 2nd Workshop on 3D Printed systems, functional materials and high-resolution instrumental techniques in Analytical Chemistry (Valencia, 2023), comunicación (póster) en la XXIV Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica (Zaragoza, 2024).

Progreso de las tareas a M33



Siendo el M1 enero del 2022