

# 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.

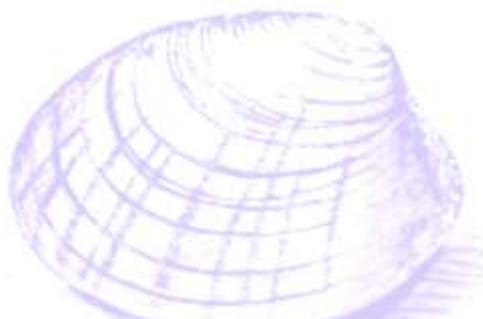
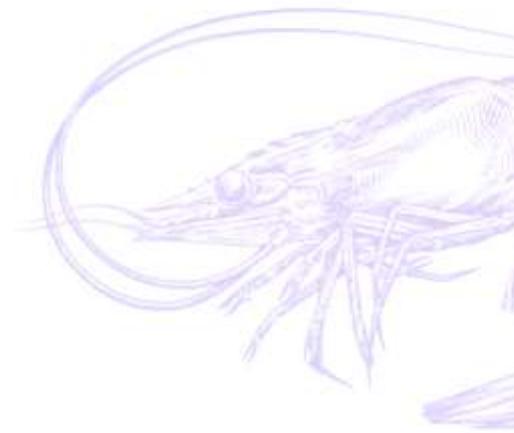
**Objetivo 5.4.** Desarrollar tratamientos de superficies que contribuyan a la higienización/desinfección de superficies en contacto con alimentos en las salas de procesado de pescado.

**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 (M5-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. Colaboración CSIC1

**Resultado:** Se han estudiado 3 formulaciones de pienso: ALT, FM Y PAP en cuatro granulometrías (2, 3, 4, y 6 mm) adaptadas al crecimiento de los animales (muestras generadas en la tarea 3.2.1, WP3). En el análisis proximal se encontraron diferencias significativas en el contenido en fibra bruta (máxima en ALT). El perfil de ácidos grasos fue similar entre piensos. En el perfil de volátiles los compuestos mayoritarios y diferenciales fueron el ácido butanoico y derivados y el hexanal (marcador del estado de oxidación). En el screening de contaminantes orgánicos en ingredientes de cada pienso y en los piensos se encontraron: 14 plaguicidas en los ingredientes a base de harina de pescado (FM), 15 en los basados en proteínas de origen animal y vegetal procesadas (PAP) y 4 en los ingredientes del pienso con fuentes alternativas de proteínas (ALT). Se encontraron 5 compuestos farmacéuticos y una micotoxina en los ingredientes. En los piensos, tanto el número de plaguicidas como de fármacos se redujo en comparación con los ingredientes, con un total de 8 y 2, respectivamente. En los ingredientes de los piensos con fuentes alternativas de proteínas se detectaron menos plaguicidas que en el resto de las materias primas.

**Grado de consecución:** 70%

**Impacto:** Los resultados obtenidos permitirán establecer correlaciones entre la composición nutricional y volátil del pienso y la transferencia de nutrientes y aromas a las doradas. También correlacionar los contaminantes identificados en las materias primas y pienso con los que en otras tareas se están analizando en dorada. Esto nos permitirá desarrollar modelos de predicción del efecto de los piensos en la calidad y seguridad alimentaria de la dorada. Se han presentado dos TFGs (UMH, UJI) y tres comunicaciones a congresos (UJI): 18th LC-MS/MS workshop (Barcelona 2022), II JJI-SEEM (Madrid 2023) y 24th IMSC (Maastricht, NL 2023).

#### Tarea 5.1.2 (M6-M36). – 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 metabolómicos 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. Colaboración CSIC1

**Resultado:** Se han analizado doradas alimentadas con piensos FM, PAP y ALT en dos estados de crecimiento (300 g en octubre de 2022 y 800 g por ejemplar en septiembre de 2023) (muestras generadas en la tarea 3.2.1, WP3). En el primer estado (300g), las mayores diferencias en composición y propiedades sensoriales se dieron entre la dieta ALT y las demás. Las doradas en dieta ALT presentan mayor intensidad de sabor umami, postgusto y masticabilidad, mayor contenido en proteína y mayor ratio  $\omega 3/\omega 6$ . Se están procesando los datos de las doradas de 800g. Los filetes de doradas alimentadas con distintas dietas se han analizado buscando los contaminantes presentes en los piensos que se puedan haber transferido a los filetes, Para comparar con los resultados del análisis de ácidos grasos y compuestos volátiles llevados a cabo por el grupo UMH1, se están desarrollando dos aproximaciones ómicas. Se ha ampliado el alcance de los análisis con la inclusión de dos nuevas matrices el mucus y el plasma. Se han puesto a punto los métodos para estas determinaciones.

**Grado de consecución:** 40%

**Impacto:** Estos resultados nos permitirán conocer el efecto de la dieta en dos estados de crecimiento en la calidad de la dorada y proporcionar así herramientas de decisión sobre su alimentación. Las aproximaciones ómicas ayudarán a la interpretación de resultados de modo holístico. La inclusión de las nuevas matrices (mucus y plasma) supone poner en marcha una estrategia mínimamente invasiva para la toma de muestras (mucus) para evaluar su aptitud para la estimación de calidad y seguridad de las doradas. Se han presentado dos TFM (UMH) en 2022 y 2023.

## Objetivo 5.2

### Tarea 5.2.1 (M1-M36) – 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:** En este objetivo se ha trabajado en dos vertientes en paralelo: la implementación de productos innovadores utilizando técnicas de co-creación (UPV8) y la utilización de subproductos de la pesca, algas, microalgas y proteínas en productos ya implantados (UPV5). En primer lugar, se han analizado las demandas de los consumidores mediante técnicas de co-creación (Focus group, CATA, etc.). En base a estos resultados, se han prototipado productos a base de camarón, tipo snack o toppings utilizando diferentes tecnologías extrusión, liofilizado, secado convencional, laminado e impregnación, obteniéndose snacks tipo “gusanito”; “tortita de arroz”; “chips”, toppings tipo “cebolla deshidratada”; oblea “wrappers” (tortillas) y producto impregnado y deshidratado. En la segunda vertiente se ha optimizado la obtención de harina a partir de subproductos de dorada. Además, se ha trabajado con productos más tradicionales (patés y croquetas) en los que se ha utilizado harina de subproductos de pescado, proteínas vegetales, algas y microalgas, obteniéndose así productos más novedosos, con valoración nutricional positiva en todos los casos y sensorial variable en función del producto.

**Grado de consecución:** 45%

**Impacto:** Como consecuencia del trabajo desarrollado se han realizado dos tesis en Máster Universitario en Gestión de la Seguridad y Calidad Alimentaria y una tesis en el Máster Universitario en Ciencia e Ingeniería de los Alimentos, ambos adscritos a la Universitat Politècnica de València. Se ha realizado una presentación en la III Jornada de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos celebradas el 6 de julio de 2023, organizadas por el Instituto Universitario de Ingeniería de Alimentos FoodUPV, en la Universitat Politècnica de València. Se ha elaborado un díptico para la difusión del proyecto THINKINAZUL 2021/011. Además, se ha redactado una Guía de Co-Creación de nuevos productos acuícolas.

### Objetivo 5.3

#### Tarea 5.3.1 (M1-M36) – 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:** Las encuestas con consumidores de la Comunitat Valenciana (350 participantes) evidenciaron un desconocimiento general sobre las implicaciones que la acuicultura tiene sobre la sostenibilidad ambiental, y no mostraron diferencias entre personas de distinto género. Los consumidores de mayor edad tienen una mayor valoración de la acuicultura que la generación millennial. Encuestas con adolescentes y adultos a quienes se les pedía marcar su preferencia entre dos hamburguesas de pescado, una con mención “procedente de acuicultura” y otro sin esa mención, mostraron indiferencia entre ambas opciones.

Se han analizado las motivaciones del consumo de dorada y camarón y la forma de adquisición/compra y elaboración en el hogar en población de 18-24 años. Valor nutricional (motivación) y la compra en fresco y congelado son los resultados más comunes. Respecto a la aceptabilidad de la dorada y camarón (387 encuestados, población general) frente a otras especies acuícolas (pescado: salmón y lubina; mariscos: langosta). El salmón es el más valorado de los pescados y el langostino de los mariscos. La población joven es quien menos valora los productos de la pesca.

**Grado de consecución:** 40%

**Impacto:** Conocer las carencias formativas, así como los conceptos erróneos de la población general permitirán orientar las actividades de difusión y divulgación a realizar en el proyecto. Se han realizado actividades de divulgación dirigidas a niños, adolescentes y público general: Participación en la Feria de la Ciencia de la Vega Baja y en la escuela de verano del Museo Didáctico e Interactivo de Ciencias. A las actividades de difusión de 2023 asistieron más de 2000 personas.

#### Objetivo 5.4.

**Tarea 5.4.1 (M1-M36).** – 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.

**Responsable:** UPV5

**Resultado:** Se ha trabajado en la optimización de las reacciones de inmovilización de eugenol y vainillina sobre superficies de acero inoxidable, pretratados para permitir el posterior anclado de los compuestos antimicrobianos a través de la química de los trialcóxidos de silicio. Se realizaron estudios de análisis elemental con un microscopio FESEM de alta resolución equipado con difracción de rayos X de los aceros funcionalizados. Los tratamientos de activación y/o pasivación de las superficies no fueron suficientes para la correcta inmovilización, por lo que se procedió a estudiar el impacto de dos tipos de pulido sobre la eficacia de anclado. Mediante análisis elemental se comprobó que la inmovilización estaba llevándose a cabo de forma adecuada. Las superficies de acero funcionalizados fueron sometidas a un proceso de adhesión celular con cepas de *S. epidermidis* y *E. coli*, comprobándose que en la mayoría de las funcionalizaciones se conseguía una reducción superior al 90% de la adhesión celular.

**Grado de consecución:** 40% **Impacto:** El proyecto se ha presentado en la III Jornada de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos celebradas el 6 de julio de 2023, en la Universitat Politècnica de València. Se ha preparado un díptico para la difusión del proyecto THINKINAZUL 2021/004.

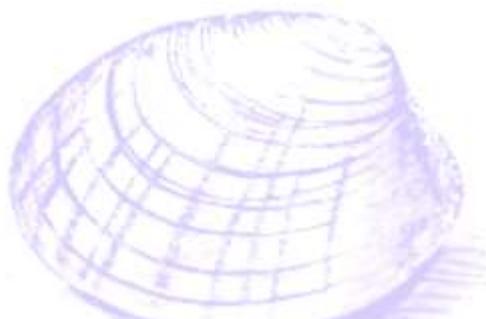
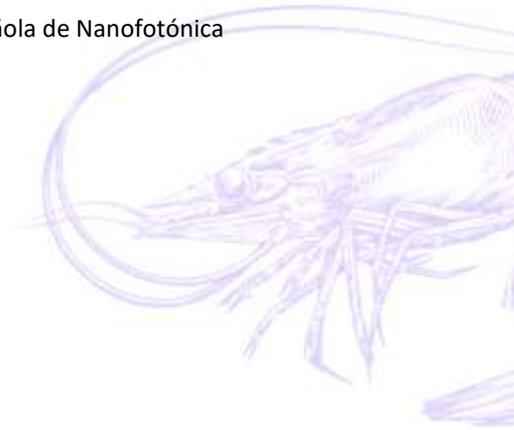
## Objetivo 5.5.

Tarea 5.5.1 (M1-M36). - Desarrollo de nanosensores fotónicos para la detección de biotoxinas marinas (ácido domoico) y microplásticos en productos de la pesca.-

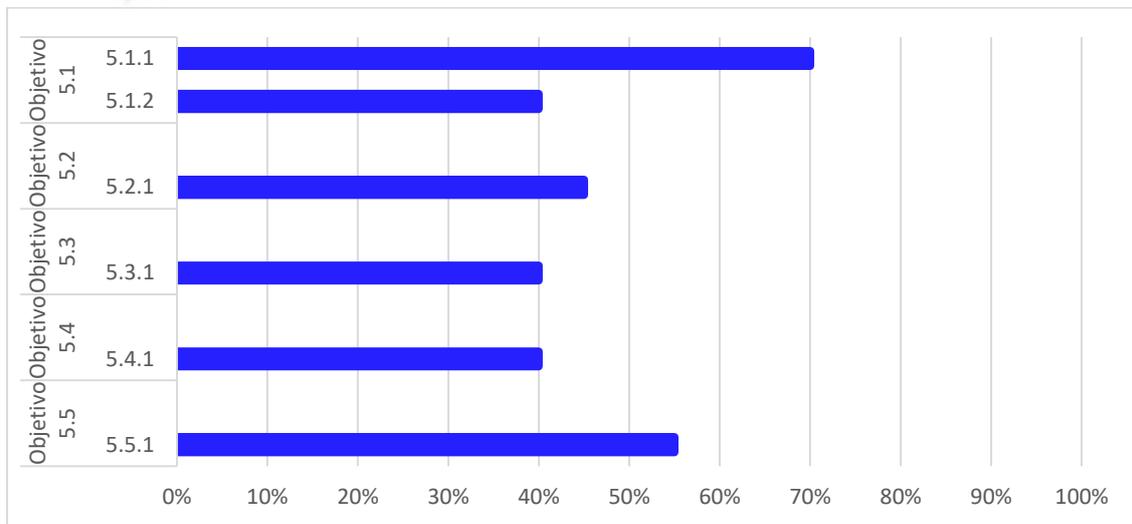
**Responsable:** UPV5

**Resultado:** Se han puesto a punto dos protocolos de funcionalización de la superficie de sensores fotónicos con anillos resonantes (RR) para la inmovilización de receptores específicos en su superficie y así determinar la presencia de productos derivados de microplásticos (bisfenol A, BPA) o biotoxinas marinas (ácido domoico, DA). Estos receptores, llamados aptámeros, están ampliamente involucrados en aplicaciones de desarrollo de biosensores. La detección se logró exponiendo los RR funcionalizados con aptámeros específicos para dos analitos, el BPA y el DA, utilizando sistemas microfluídicos. Por otro lado, se está desarrollando una técnica de espectroscopia Raman con superficies mejoradas (SERS) para determinar la presencia del DA en la superficie del sensor. También se han fabricado sensores para microplásticos basados en aproximación citométrica. Para ello se hacen uso de antenas fotónicas intercaladas entre un canal por el que se circula la muestra. Mediante técnicas de litografía mediante cañón de electrones se han fabricado los primeros sensores y se han caracterizado en pasivo. **Grado de consecución:** 55%

**Impacto:** Se ha presentado una comunicación (póster) en la Conferencia Española de Nanofotónica celebrada en Zaragoza el pasado mes de junio (2023).



## Progreso de las tareas a M21



Siendo el M1 enero del 2022