



SECRETARIA GENERAL DE PESCA

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES

# PLAN NACIONAL DE CONSOLIDACIÓN DEL CULTIVO DE SERIOLA (*Seriola dumerili*) – PLANASER 2.0

CONVOCATORIA 2021

**INFORME FINAL  
CIENTÍFICO-TÉCNICO**

**AÑO 2023**

15/11/2023



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. DATOS ADMINISTRATIVOS .....</b>	<b>3</b>
1.1. Título del proyecto .....	3
1.2. Entidades participantes.....	3
1.3. Coordinador técnico del proyecto.....	3
1.4. Periodo de ejecución.....	3
1.5. Ayuda concedida .....	3
<b>2. DATOS ECONÓMICOS.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MODIFICACIONES DEL PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
3.1. Modificación de las actividades .....	3
3.2. Cambios en el equipo de trabajo.....	4
3.3. Cambios en el presupuesto .....	4
3.4. Cambios en el cronograma de trabajo .....	4
<b>4. SEGUIMIENTO TÉCNICO .....</b>	<b>4</b>
4.1. Objetivos .....	4
4.2. Actividades .....	4
4.3. Adecuación al cronograma de trabajo .....	5
4.4. Seguimiento de indicadores de ejecución y evaluación del proyecto .....	5
4.5. Transferencia de resultados al sector .....	5
4.6. Actuaciones de difusión y publicidad de las ayudas .....	5
4.7. Valoración del coordinador sobre la ejecución del proyecto.....	5
4.8. Conclusiones.....	5



## ● DATOS ADMINISTRATIVOS

### .1. Título del proyecto

PLAN NACIONAL DE CONSOLIDACIÓN DEL CULTIVO DE SERIOLA (*Seriola dumerili*) – PLANASER 2.0

### .2. Entidades participantes

- Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)
- Universidad de Cádiz (UCA)
- Universitat Politècnica de València (UPV)
- Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía (CTAQUA)

### .3. Coordinador técnico del proyecto

Dr. Francisco Javier Roo Filgueira, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (IU-ECOQUA/ULPGC)

### .4. Periodo de ejecución

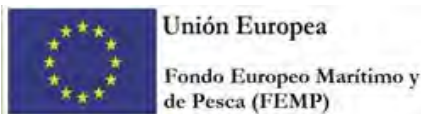
Desde la fecha de notificación de la resolución de concesión de la ayuda, 30 de diciembre de 2021 hasta el 15 de octubre de 2023.

### .5. Ayuda concedida

La financiación de la subvención prevista en la convocatoria se efectúa con cargo al presupuesto del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación a través de la aplicación presupuestaria 21.11.415B.742 de los Presupuestos Generales del Estado. El importe total de la ayuda concedida por Resolución definitiva asciende a **640.850,94 €**.

**Tabla 1. Ayuda concedida total (costes elegibles) por entidades (Fuente: MAPA)**

CONSOLIDACION DEL CULTIVO DE SERIOLA (PLANASER 2.0)					
ENTIDADES PARTICIPANTES	CIF	2021	2022	2023	TOTAL AYUDA
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA (ULPGC)	Q3518001G	104.235,80	72.965,06	62.541,48	239.742,34
UNIVERSIDAD DE CADIZ (UCA)	Q1132001G	54.193,70	37.935,59	32.516,21	124.645,50
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALENCIA (UPV)	Q4618002B	50.961,58	35.673,11	30.576,95	117.211,64
FUNDACIÓN CENTRO TECNOLÓGICO DE ACUICULTURA DE ANDALUCÍA (CTAQUA)	G72094444	69.239,77	48.467,83	41.543,86	159.251,46
<b>TOTAL</b>		<b>278.630,85</b>	<b>195.041,59</b>	<b>167.178,50</b>	<b>640.850,94</b>



- **DATOS ECONÓMICOS**

Indicar el presupuesto concedido en la resolución y el ejecutado hasta la fecha:

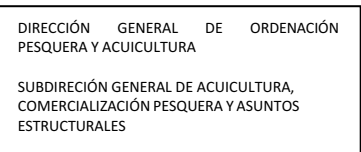
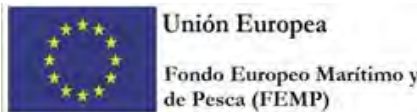
**Tabla 2a. Ingresos concedidos y ejecutados totales (Fuente: elaboración propia)**

PLANASER 2.0	2021	2022	2023
Presupuesto concedido	278.630,85€	195.041,59€	167.178,50€
Presupuesto ejecutado			

**Tabla 3b. Ingresos concedidos y ejecutados por entidades (Fuente: elaboración propia).**

PLANASER 2.0	INSTITUCION	2021	2022	2023
Presupuesto Concedido	ULPGC	104.235,80€	72.965,06€	62.541,48€
Presupuesto Ejecutado				
Presupuesto Concedido	UCA	54.193,70€	37.935,59€	32.516,21
Presupuesto Ejecutado				
Presupuesto Concedido	UPV	50.961,58€	35.673,11€	30.576,95€
Presupuesto Ejecutado				
Presupuesto Concedido	CTAQUA	66.520,53 €	26.013,60 €	66.717,33 €
Presupuesto Ejecutado		66.520,53 €	26.031,38 €	69.768,49 €





## ● **MODIFICACIONES DEL PROYECTO<sup>1</sup>**

De acuerdo a la información facilitada por los diferentes socios de la agrupación aquí representada, en cuanto a las circunstancias concretas que han alterado las condiciones técnicas o económicas tenidas en cuenta para la concesión de la ayuda, **como resultado de causas sobrevenidas que no pudieron preverse en el momento de la solicitud**, y tal como se recoge en el [Artículo 21. Modificación de la resolución](#) de la Orden APA/792/2021, de 21 de julio, por la que se establecen las bases reguladoras de las subvenciones en I+D+i, en el ámbito de los Planes Nacionales de Acuicultura, para agrupaciones de entidades que realicen proyectos de investigación en esta materia.

Solicitó la **concesión de prórroga de ejecución de 12 meses** del Plan Nacional PLANASER 2.0 ya que determinadas actividades han sido imposibles ejecutar en el tiempo y forma por causas sobrevenidas que no pudieron preverse en el momento de la solicitud. Dicha prórroga, a juicio de la agrupación PLANASER 2.0 no afectaría a los objetivos perseguidos con la ayuda, incluidos los de finalidad regional; a sus aspectos fundamentales; o que hayan sido determinantes para la concesión de la ayuda, a la determinación del beneficiario; ni dañe derechos de terceros, tal como se recoge en el Apartado 2 del Artículo 21 de la Orden APA/792/2021. Justificando la adopción de estos a través de esta memoria, donde se exponen los motivos de los cambios y se justifica la imposibilidad de cumplir las condiciones impuestas en la resolución de concesión.

Esta prórroga fue denegada por el MAPA.

### .1. **Modificación de las actividades**

*Indicar, en su caso, los cambios producidos en las actividades contempladas en la memoria científico-técnica y la justificación de estas modificaciones.*

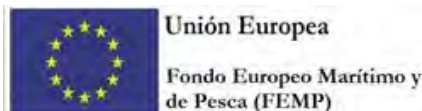
En la anualidad 2021-2022, debido a las incidencias que se describen a continuación se propusieron una serie de adaptaciones de las actividades por parte de los socios:

#### ➤ **Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)**

Durante los meses de puestas naturales de seriola (julio-septiembre 2022) se ha producido la pérdida de la mitad del stock de reproductores por dos fallos eléctricos consecutivos en la estación de bombeo (días 12/08 y 17/08/2022) provocando la muerte de 15 ejemplares reproductores. Este hecho por un lado ha provocado la necesidad de reajuste de los ensayos en marcha de las tareas 2.1, 2.2 y por otro a limitado la obtención de huevos dado el estrés provocado en los ejemplares supervivientes que han inhibido su producción de huevos con los que se da también cobertura a las tareas 2.3, 2.5. Por el contrario, se ha podido desarrollar satisfactoriamente la tarea 2.4 en los meses previos. Consecuencia de lo expuesto, el esfuerzo de producción de huevos y larvas se han dirigido a la producción semi-industrial de juveniles (Tarea 2.6) con los que surtir a las diferentes tareas propias de la actividad 4 en la ULPGC (tarea 4.4) que se encuentra en desarrollo. De la misma manera, los hechos acontecidos en península donde el proveedor de juveniles comprometidos ha denegado la venta a los socios (UCA/UPV/CTAQUA) ha obligado a poner en marcha el plan de contingencia (Tarea 2.7) con el consecuente retraso en el inicio de las tareas previstas en estas instituciones y a dedicar parte del esfuerzo de producción de juveniles de la ULPGC a proveer de ejemplares a los socios del proyecto.

#### ➤ **Resto de socios del consorcio: Universidad de Cádiz (UCA); Fundación Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA); Universitat Politècnica de Valencia (UPV);**

La imposibilidad de obtener los ejemplares de juveniles del proveedor industrial comprometido para la realización de las tareas previstas para su desarrollo en la UPV (Tareas 3.2 y 3.3) ha provocado un retraso



del inicio de estas hasta que durante los meses de septiembre y octubre la ULPGC ha podido facilitar 1000 juveniles de *Seriola dumerili* procedentes de su producción semi-industrial (tarea 2.6) y al haber puesto en marcha el plan de contingencia (Tarea 2.7) iniciando en este momento las actuaciones técnicas previstas en la UPV.

Por lo que respecta a la actividad 4 (Tareas 4.1; 4.2 y 4.3) a desarrollar conjuntamente por los equipos de CTAQUA y UCA. La imposibilidad de obtener los ejemplares de juveniles del proveedor industrial comprometido igualmente ha propiciado el retraso en cuanto al inicio de estas. Durante el mes de septiembre 2022, la ULPGC ha facilitado 1000 juveniles de *Seriola dumerili* procedentes de su producción semi-industrial (tarea 2.6) y al haber puesto en marcha el plan de contingencia (Tarea 2.7) iniciando las actuaciones técnicas previstas relacionadas con la evaluación de la densidad óptima.

**Ante lo expuesto anteriormente, se solicitó la aplicación del plan de contingencia previsto en el cronograma, y una prórroga de inicio de las tareas pendientes de 12 meses respecto al cronograma previsto y consecuentemente la extensión del periodo de ejecución y justificación del proyecto por el mismo periodo de 12 meses para poder alcanzar los objetivos inicialmente planteados, trasvasando los fondos no ejecutados en las anualidad 2021/2022 por causas sobrevenidas a la anualidad 2023/2024 sin necesidad de modificar el importe total de la ayuda concedida.**

Las modificaciones propuestas fueron atendidas a con la excepción de la prórroga de proyecto y en consecuencia en la anualidad 2023, debido a los retrasos generados se propusieron una serie de modificaciones en las actividades (acciones a ejecutar) respecto al planteamiento original, que fueron elevadas al MAPA para su aprobación, contando con el visto bueno para su desarrollo. A continuación, se detallan las modificaciones planteadas por institución y tarea.

➤ **Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)**

***Tarea 2.2 Avances para el diseño de dietas de reproductores de *Seriola*. (Líder: ULPGC)***

***Metodología asociada a la Tarea 2.2***

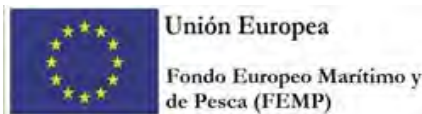
Se utilizarán 4 tanques de cultivo con 9 ejemplares reproductores de *S. dumerili* en cada uno. El tanque 1 se alimentará con pienso comercial (dieta control), el Tanque 2, con dieta control suplementada con 2 % de la microalga *Dunaliella salina* y 1 % de taurina y otros dos tanques replicarán a los anteriores añadiendo además un aditivo natural (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑAS.L; estimado 1 g/kg de alimento).

Hasta la obtención de la primera puesta se hará un seguimiento de la evolución mensual de desarrollo gonadal mediante biopsia y se ensayarán protocolos de inducción de puesta mediante inyección de análogos de GnRH. Para esta tarea se cuenta con la colaboración de la empresa **SKRETING ESPAÑA S.A** que aportará los piensos para los ejemplares reproductores destinados a la prueba y la empresa **BEDSON ESPAÑA S.A** para suministrar el producto relajante. También se prevé la subcontratación de un servicio de laboratorio externo para realización de análisis específicos.

***Modificación Tarea 2.2 Avances para el diseño de dietas de reproductores de *Seriola*. (Líder: ULPGC)***

***Metodología asociada a la Tarea 2.2***

Se utilizarán 4 tanques de cultivo con 9 ejemplares reproductores de *S. dumerili* en cada uno. El tanque 1 se alimentará con pienso comercial (dieta control: Vitalis Cal, Skreting), el Tanque 2, con dieta control suplementada en pigmentos naturales y taurina (Vitalis Prima) y otros dos tanques replicarán a los anteriores añadiendo además un aditivo natural (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑAS.L; estimado 1 g/kg de alimento).



Hasta la obtención de la primera puesta se hará un seguimiento de la evolución mensual de desarrollo gonadal mediante biopsia y se ensayarán protocolos de inducción de puesta mediante inyección de análogos de GnRH. Para esta tarea se cuenta con la colaboración de la empresa **SKRETING ESPAÑA S.A** que aportará los piensos para los ejemplares reproductores destinados a la prueba y la empresa **BEDSON ESPAÑA S.A** para suministrar el producto relajante. También se prevé la subcontratación de un servicio de laboratorio externo para realización de análisis específicos.

#### **Original Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales orales para la prevención y control de parásitos externos. (Líder: ULPGC)**

##### **Metodología asociada a la Actividad 4.4**

Esta tarea es un ensayo clínico que ha de ser aprobado por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). El objetivo es definir un protocolo de uso y determinar la eficacia de la incorporación a la dieta de seriola de un antihelmíntico oral en diferentes dosis y tiempos de suministro para prevenir y/o limitar las infestaciones de *Benedia* y *neobenedia Seriolae* y *Zeuxapta seriolae*.

Se seleccionarán 20 peces por tanque en rango de peso adecuado y se facilitará la infestación siguiendo el procedimiento descrito por Hirazawa et al., 2013. Se establecen 6 tratamientos T1. Control Dieta comercial, T2 /Dieta comercial + 5 mg PZQ/kg vivo en dosis única cada semana, 10 PZQ/kg vivo en dosis única semanal; T4 150 mg PZQ/kg vivo 3 días consecutivos (Hirazawa et al., 2013) un único tratamiento; T5 /Dieta comercial + 0,1 mg Ivermectina/kg vivo en dosis única cada semana, T6 /Dieta comercial + 0,05 mg Emamectina/kg vivo en dosis diaria 7 días.

Se muestrearán los ejemplares para peso medio y talla al inicio/mitad (15 d) y final de experiencia (30 d). Y se determinará entre otros %eficacia:  $100 - [100 * (n^{\circ} \text{ de medio de parásitos en población peces } T_n / n^{\circ} \text{ de medio de parásitos en población peces } T_1)]$ . Se determinará, el nivel de antiparasitario en plasma, para establecer un tiempo mínimo de seguridad eliminación para los futuros ensayos comerciales, al día 15 y 30 de tratamiento de acuerdo con el protocolo establecido por (Kogiannou et al., 2021).

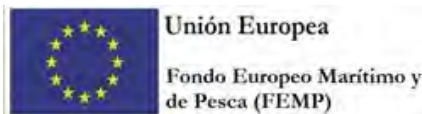
#### **Modificación Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales orales para la prevención y control de parásitos externos. (Líder: ULPGC)**

##### **Metodología asociada a la Actividad 4.4**

Esta tarea es un ensayo clínico que ha de ser aprobado por la Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (AEMPS). El objetivo es definir un protocolo de uso y determinar la eficacia de la incorporación a la dieta de seriola de un antihelmíntico oral en diferentes dosis y tiempos de suministro para prevenir y/o limitar las infestaciones de *Benedia* y *neobenedia Seriolae* y *Zeuxapta seriolae*.

Se seleccionarán 10-15 peces por tanque en rango de peso adecuado y se facilitará la infestación natural mediante el uso de agua sin filtración. Se establecen 6 tratamientos T1. Control Dieta comercial, T2 /Dieta comercial + 450 mg PZQ/kg vivo en dosis única cada dos semanas, T3/ Dieta comercial + 225 mg PZQ/kg vivo en dos días consecutivos cada dos semanas; T4 Dieta comercial + 150 mg PZQ/kg vivo 3 días consecutivos cada dos semanas; T5 Dieta comercial + 150 mg PZQ/kg vivo 2 días consecutivos cada dos semanas y T6 Dieta comercial + 150 mg PZQ/kg vivo 1 día cada dos semanas .

Se muestrearán los ejemplares para peso medio y talla al inicio/mitad (15 d) y final de experiencia (30 d). Y se determinará entre otros %eficacia:  $100 - [100 * (n^{\circ} \text{ de medio de parásitos en población peces } T_n / n^{\circ} \text{ de medio de parásitos en población peces } T_1)]$ . Se determinará, el nivel de antiparasitario en plasma, para establecer un tiempo mínimo de seguridad eliminación para los futuros ensayos comerciales, al día 15 y 30 de tratamiento de acuerdo con el protocolo establecido por (Kogiannou et al., 2021).



### ***Original Tarea 5.3 Ensayo clínico para la prevención y control de parásitos externos mediante el uso de antiparasitarios orales en condiciones Offshore. (Líder ULPGC)***

En este ensayo se abordará la validación del protocolo de uso de un antiparasitario oral desarrollado por la ULPGC en la Tarea 4.4. Los juveniles de seriola (5-10.000) producidos en las instalaciones de la ULPGC, serán enviados (a la instalación de ACUIPALMA S.L para su engorde en condiciones comerciales (noviembre 2022 - septiembre 2023). Los resultados de esta experiencia servirán para determinar la eficacia del antiparasitario y tiempo necesario de espera para desaparición de residuos en musculo del producto y permitirán establecer las bases metodológicas y definir unos protocolos optimizados de utilización de herramientas de control de infestaciones parasitarias en condiciones Offshore, aplicables a escala industrial.

### ***Modificado Tarea 5.3 Ensayo clínico para la prevención y control de parásitos externos mediante el uso de antiparasitarios orales en condiciones Offshore. (Líder ULPGC)***

En este ensayo se abordará la validación del protocolo de uso de un antiparasitario oral desarrollado por la ULPGC en la Tarea 4.4. Los juveniles y pre-reproductores de seriola mantenidos en tanques y/o jaulas de la instalación de ACUIPALMA S.L para su engorde se someterán a un seguimiento de evolución del engorde y de afección de parásitos en condiciones comerciales (noviembre 2022 - septiembre 2023), si se detecta presencia del parásito se procederá aplicar el protocolo antiparasitario derivados de los resultados de la actividad 4.4. Los resultados de esta experiencia servirán para determinar la eficacia del antiparasitario y tiempo necesario de espera para desaparición de residuos en musculo del producto y permitirán establecer las bases metodológicas y definir unos protocolos optimizados de utilización de herramientas de control de infestaciones parasitarias en condiciones comerciales.

- **Universitat Politècnica de Valencia (UPV);**

**Propuesta de modificación de diseño experimental para la Tarea: 3.1,3.2, 3,3.**

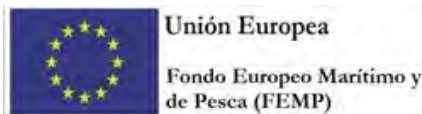
### ***Original Tarea 3.1 Ensayos de digestibilidad y excreción de ingredientes y dietas. (Líder: UPV)***

#### ***Metodología asociada a la Tarea 3.1***

La prueba de digestibilidad se llevará a cabo en 4 tanques cilindro-cónicos de 200 L en un sistema RAS con columnas de sedimentación para obtener la cantidad de heces suficiente para el análisis del óxido crómico y de los diferentes nutrientes (15-21 días por cada periodo). Se ensayarán ingredientes de origen vegetal y animal de alto contenido proteico: concentrado proteico de soja, harina de sangre, harina de insecto, subproductos del procesado de pescado y de la carne. Las dietas experimentales se fabricarán mediante el proceso de cocción-extrusión en la Fábrica de Piensos del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València.

Para evaluar la viabilidad comercial de los ingredientes se determinará la digestibilidad individual de los mismos. Para ello, se formulará una dieta de referencia que será una dieta base (compuesta por harina de pescado, aceite de pescado, trigo y vitaminas) y dietas experimentales, compuestas por un 70 % de dieta de referencia (RD) y un 30 % de ingrediente de prueba sobre una base de peso seco. El óxido crómico se utilizará como marcador inerte y se incorporará a las dietas de referencia y experimentales con un nivel de inclusión del 0,5 %.

Con los piensos diseñados, usando los ingredientes más digestibles siguiendo un modelo factorial 3x2 proteína/energía con y sin aditivo, se llevará a cabo una prueba de digestibilidad, usando los mismos tanques donde se han probado los ingredientes y una prueba de excreción de N y P en los tanques donde se realizará la Tarea 3.2 de 1750 L.



### **Modificación Tarea 3.1 Ensayos de digestibilidad y excreción de ingredientes y dietas (Líder: UPV).**

Descripción de las tareas y trabajos realizados: Finalizados los ensayos con las materias primas y con los piensos de la prueba de pre-engorde con peces de 80g.

Se volverá a realizar la digestibilidad de los nuevos piensos que se utilicen con los peces de 20 g que llegarán en breve a la instalación.

### **Original Tarea 3.2 Ensayo de alimentación, crecimiento y excreción de juveniles (pre-engorde) de seriola con dietas de bajo residuo en RAS. (Líder: UPV)**

#### **Metodología asociada a la Tarea 3.2**

Las pruebas se llevarán a cabo en 18 tanques cilindro-cónicos de 1750 L incluidos en un circuito RAS (29-35 psu, 22 °C), hasta alcanzar un peso de unos 500 g. Se ensayarán 6 dietas, formuladas en base a los resultados de la Tarea 3.1. Para determinar los índices de crecimiento y parámetros nutritivos, se pesarán individualmente todos los peces de los tanques cada 4 semanas, previamente anestesiados con aceite de clavo. Se determinará la supervivencia, la tasa de crecimiento instantáneo (% día<sup>-1</sup>), la tasa de alimentación diaria (g 100 g pez<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), el coeficiente de eficacia del crecimiento y el índice de conversión del alimento.

Al inicio de la prueba de crecimiento una muestra representativa de 10 peces y al final de la prueba, otros 5 peces por tanque se sacrificarán y se pesarán las vísceras, hígado grasa mesentérica, y canal, para obtener los índices biométricos (viscerosomático, hepatosomático, grasa visceral, canal). Después de cada muestreo de peso, se llevará a cabo la prueba de excreción de N y P en los mismos tanques y con los mismos peces de la prueba de pre-engorde para modelizar la excreción en función del peso de los peces y la ingestión de proteína.

### **Modificación Tarea 3.2 Ensayo de alimentación, crecimiento y excreción de juveniles (pre-engorde) de seriola con dietas de bajo residuo en RAS (Líder: UPV).**

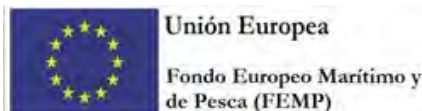
Descripción de las tareas y trabajos realizados: Finalizado el crecimiento y alimentación con peces de un peso inicial de 80 g (de ahí que se probaron los niveles proteicos de 45 y 50%) pero llegando a un peso final de 180 g, debido a los problemas de supervivencia como consecuencia de *Amyloodinium* y de *Neobenedenia*.

### **Original Tarea 3.3 Ensayo de alimentación y crecimiento de seriola a tamaño comercial (engorde) con dietas de bajo residuo en RAS. (Líder: UPV)**

#### **Metodología asociada a la Tarea 3.3.**

Las pruebas se llevarán a cabo en 8 tanques de 4000 L incluidos en un circuito RAS (29-35 psu, 22 °C), hasta alcanzar un peso comercial de unos 2000 g. Se ensayarán las 2-4 dietas que hayan mostrado los mejores resultados en las Tareas 3.1 y 3.2. Tras un periodo de adaptación a los tanques, comenzará la prueba de crecimiento hasta que superen los 2000 g de peso medio. Cada dos meses se realizarán muestreos de pesos para no estresar a los peces y poder llevar a cabo un control de crecimiento. Las seriolas serán alimentadas "a saciedad" dos veces al día y semanalmente se controlarán los parámetros físico-químicos de la instalación. Tras cada muestreo se llevará a cabo una medida de la excreción de N y P. Con el fin de determinar los parámetros biométricos al comienzo y final de experimento, se tomarán al azar 5 peces de cada tanque que se emplearán también para la composición de la carne.





### **Modificación Tarea 3.3 Ensayo de alimentación y crecimiento de seriola a tamaño comercial (engorde) con dietas de bajo residuo en RAS. (Líder: UPV)**

#### **Metodología asociada a la Tarea 3.3.**

Modificación: Se llevará a cabo con peces de 20 g, debido a la imposibilidad de traer al laboratorio ejemplares de mayor tamaño y de la mortalidad de las seriolas de pre-engorde.

Se modificarán los piensos, debido a las diferencias de crecimiento obtenido en la Tarea 3.2, eliminando un nivel lipídico (el más alto, 20%) y añadiendo un nivel proteico (55%), quedando así seis piensos con tres niveles de proteína (45, 50 y 55%) y dos de lípidos (14 y 17%).

Se llevará a cabo un nuevo protocolo de tratamientos antiparasitarios resultados de los avances de la Tarea 4.3 (ULPGC) con el fin de prevenir la infección de los animales, sobre todo en el caso de *Neobenedenia*, ya que a pesar de que en estos momentos se está realizando una desinfección y vacío sanitario de la instalación, se sabe de la persistencia de los huevos de este parásito. El tratamiento consistirá en una inmersión en agua dulce durante 5 minutos cada 28 días, momento en el que se aprovechará para realizar un control de peso.

### **Original Tarea 3.4 Ensayo organoléptico de las seriolas de engorde en RAS. (Líder: UPV)**

#### **Metodología asociada a la Tarea 3.4.**

Para determinar la calidad sensorial de los filetes de seriola alimentada con los diferentes piensos de engorde se seleccionarán los ejemplares que alcancen el mayor tamaño, se analizará la composición del filete y se procederá a realizar una prueba CATA (CheckAllThatApply) para conocer la aceptación por parte de los consumidores, siguiendo el procedimiento y la evaluación de los análisis sensoriales se describen en Calanche et al. (2019). Se analizará la humedad, grasa bruta, ácidos grasos y aminoácidos libres del filete, nutrientes responsables de los posibles cambios organolépticos de la carne. Con el fin de detectar la mayor cantidad de aminoácidos libres en los tejidos, los peces se sacrificarán a las 15 horas después de la ingesta, tal y como indican Carter et al. (2000).

### **Modificación Tarea 3.4 Ensayo organoléptico de las seriolas de engorde en RAS (Líder: UPV).**

#### **Metodología asociada a la Tarea 3.4.**

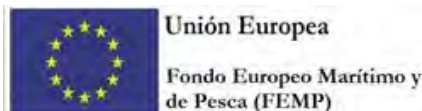
Descripción de las tareas y trabajos realizados: Pendiente de ejecución

El ensayo organoléptico se llevará a cabo con seriolas alimentadas con las dos dietas que mejores resultados han obtenido en la Tarea 3.2 (piensos 45/14 y 50/14), junto con un pienso control, con ejemplares que tienen actualmente un peso aproximado de 300g y que serán engordados hasta finales de septiembre.

- **Fundación Centro Tecnológico de Acuicultura de Andalucía (CTAQUA);**

### **Modificación de diseño experimental para la Tarea: 4.1. Evaluación de la densidad de carga óptima en el preengorde de Seriola en sistemas RAS.**

Una vez iniciado el ensayo, se observó una constata mortalidad de los ejemplares, especialmente en los tanques de alta densidad (HSD). El uso de cestillos en los tanques para ajustar las densidades requeridas (Fig. 1) dificultaba la circulación del agua, así como las tareas de limpieza y mantenimiento, comprometiendo los parámetros químicos de calidad del agua durante el ensayo. Por ello, se acordó modificar las condiciones de cultivo de los tres grupos experimentales propuestas inicialmente en la memoria técnica. De esta forma, tras un consenso de todas las partes, se acordó mantener las densidades



descritas para los diferentes grupos experimentales, pero estableciéndolas como densidad de cultivo final, en base a las ratios de crecimiento registrados en bibliografía para esta especie.



Foto 1. Ejemplares de *Seriola* estabulados en tanques de 150 L con cestillo en las instalaciones de CTAQUA.

***Propuesta de modificación de diseño experimental para la Tarea: 4.2: Mejora del proceso de pre-engorde/engorde a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS.***

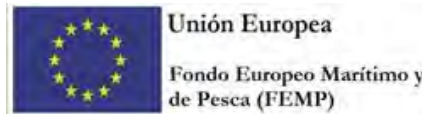
***Original\_Tarea 4.2 Mejora del proceso de pre-engorde/engorde (<500 g) a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS. (Líder: UCA)***

Una vez analizado el efecto de la densidad de carga en la Tarea 4.1, se analizará el efecto relajante/antiestrés de un aditivo natural (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) en la dieta a la densidad de cultivo sub-óptima *determinada*, es decir ligeramente superior a los máximos rendimientos para demostrar el margen de mejora con aditivos naturales en los piensos. El pienso comercial será suplementado con las siguientes dosis de: 1) control (CTRL, pienso comercial sin aditar); 2) dosis 1, dieta suplementada con 1 g/kg de pienso (D1); y 3) dosis 2, dieta suplementada con 2 g/kg de pienso (D2). Los ejemplares serán alimentados *ad libitum* y a ciegas 3 veces al día, en donde los piensos serán marcados con colores identificativos, de tal forma que el personal encargado de la alimentación no sepa en ningún momento qué dieta se está ofreciendo a cada unidad experimental, evitando así cualquier fuente de error subjetiva.

El diseño experimental se extenderá durante un mínimo de 90 días, con muestreos biométricos, de tejidos y de toma de muestras de agua de la forma descrita anteriormente. Para esta tarea se cuenta con la colaboración de la empresa **BEDSON ESPAÑA S.L** quien además de suministrar el producto relajante pondrá a disposición del proyecto a personal técnico de la empresa para asesorar en el uso del producto. Se prevé la subcontratación de un laboratorio externo.

***Modificación Tarea 4.2 Mejora del proceso de pre-engorde/engorde (<500 g) a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS. (Líder: UCA)***

En relación a modificaciones en la ejecución de la tarea 4.2, en este caso, el experimento amplió el alcance de los trabajos previstos inicialmente. Para ello, y considerando que algunos de los desafíos a los que se enfrenta el cultivo de engorde de esta especie en mar abierto (viveros flotantes) en el Mediterráneo, como son las altas mortalidades o el cese de alimentación, se producen como consecuencia de la bajada tan acusada de la temperatura del agua durante el invierno, se decidió realizar un desafío al respecto, para evaluar el efecto de los relajantes naturales evaluados.



En concreto, los peces del ensayo, fueron alimentados con las mismas dietas mencionadas en la memoria, pero sometidos a una temperatura de  $14 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (condiciones de invierno) durante un periodo de 3-4 semanas. De esta forma, el objetivo de este desafío fue evaluar el efecto que produce en términos de bienestar animal y de rendimiento productivo, el empleo en la dieta del aditivo natural con propiedades relajante/antiestrés empleado en la primera parte del ensayo (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) , cuando los juveniles de esta especie son sometidos a temperatura baja.

**Original\_Tarea 5.2: Validación de dietas de pre-engorde/engorde (<500 g) en producción Semi-industrial de Juveniles de Seriola (Líder CTAQUA).**

Esta tarea se plantea como experiencia de validación de los resultados obtenidos en la Tarea 4.3., integrando las innovaciones y mejoras obtenidas en las Tareas 4.1 y 4.3 desde un enfoque productivo. Dicha prueba se llevará a cabo en las instalaciones de la empresa PISCÍCOLA DE TREBUJENA S.A. (Trebujena, Cádiz). Mediante esta tarea se pretende poner a punto las condiciones de densidad de cultivo en combinación con las dietas de alta digestibilidad, desarrolladas en la Actividad 3, durante la fase de pre-engorde de Seriola en condiciones semi-industriales.

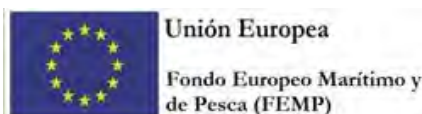
La consecución de la actividad 4.3 y 5.2 permitirá desarrollar unos protocolos de cultivo de *S. dumerili* que garantice la sostenibilidad de la actividad y el bienestar de los animales cultivados en granjas acuícolas.

**Modificación Tarea 5.2: Validación de dietas de pre-engorde/engorde (<500 g) en producción Semi-industrial de Juveniles de Seriola (Líder CTAQUA).**

En relación al plazo de ejecución, la prueba se desarrolló con posterioridad al periodo establecido originalmente debido a la imposibilidad de obtener los ejemplares de juveniles del proveedor industrial comprometido para la realización de las tareas previstas, habiéndose ejecutado esta desde finales de junio a finales de septiembre. Teniendo en cuenta esas limitaciones, se solicitó una modificación de la memoria técnica para la ejecución de esta tarea, que fue aceptada con anterioridad a su realización. Teniendo en cuenta por un lado, las dificultades de la empresa colaboradora en este ensayo a escala semiindustrial, para poder suministrar tanques de la forma y tamaño previstos y por otro, el escaso número de juveniles disponibles para el mismo (juveniles provenientes de la ULPGC como resultado del plan de contingencia previsto en la *Tarea 2.7* que han sido empleados para la ejecución de las tareas 4.1; 4.2 y serán empleados para la tarea 5.2 en cuestión), se verá afectada la ejecución de esta tarea, en base a lo originalmente acordado. En concreto, la prueba se desarrolló en una empresa del Grupo Laeras en la provincia de Cádiz, partiendo de un total de 423 ejemplares de *S. dumerili* con un peso medio entre los 250 – 350 gramos/individuo que fueron cultivados en un sistema de producción acuícola constituido por 3 tanques de 20.000 litros cada uno (un tanque por cada grupo experimental). Para su ejecución se empleó una densidad de cultivo adaptada a la disponibilidad de peces (menor de  $5\text{kg}/\text{m}^3$ ), que fue igual para los 3 grupos y se evaluaron 3 dietas distintas (dos dietas de alta digestibilidad diferentes diseñadas en la Actividad 3 por la UPV, más una dieta control). Por tanto, se partió de 3 grupos experimentales diferentes (empleo de un tanque por grupo, sin réplicas) que quedaron conformados de la siguiente manera: i) Densidad estimada-dieta control; ii) Densidad estimada-dieta 1; iii) Densidad estimada-dieta 2. En cuanto a las condiciones de cultivo, estas fueron similares en todos los tanques en los que se aplicó fotoperiodo natural, y monitorizaron especialmente parámetros limitantes para el cultivo como el oxígeno que fue mantenido a niveles de saturación ( $>5,5$  ppm).

<sup>1</sup> Las modificaciones técnicas o económicas del proyecto deberán haber sido aprobadas por el órgano instructor (punto 6 del apartado décimo tercero de la orden de convocatoria).





## .2. Cambios en el equipo de trabajo

El equipo de trabajo de las instituciones científicas se ha visto modificado en alguna de las instituciones, a continuación, se especifica para cada una de ellas.

### ➤ **Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)**

Relación de investigadores que forman parte del proyecto:

- *Dr. Francisco Javier Roo Filgueira, Investigador GOBCAN adscrito a ULPGC, Dpto. de Biología, 7 trienios. Coordinador Científico de la Propuesta. ORCID: 0000-0002-9660-230X*
- *Dra. Maria Soledad Izquierdo Lopez. Catedrática de Zoología. ORCID: 0000-0003-3583-6660*
- *Dr. Daniel Montero Vitores. Profesor Titular de Universidad, ORCID: 0000-0002-4358-2157*
- *Dr. Felix Acosta Arbelo, Profesor Titular de Universidad ORCID: 0000-0002-1098-7529*
- *Dr. Rafael Gines Profesor Titular de Universidad. ORCID: Orcid 0000-0003-3675-5205*
- *Dra. Samira Sarih. Investigador Postdoctoral. ORCID: 0000-0002-2794-3290*

### **Personal de nueva incorporación**

Tal como estaba previsto y aprobado, se ha procedido a la contratación de tres personas para apoyo en el trabajo de investigación.

- *Dª. Raquel Quirós Pozo. Graduada en Veterinaria.*
- *D. Christian Monzón Rivero. Graduado en Ciencias del Mar*
- *Dª Lorena del Cristo. Técnico superior de operaciones acuícolas.*

### ➤ **Universidad de Cádiz (UCA)**

Los investigadores del Grupo RMN-216 que participan en el Proyecto son:

- *Dr. Juan Antonio Martos Sitcha, Profesor Titular ORCID: 0000-0002-0151-7250*
- *Dr. Juan Miguel Mancera Catedrático de Zoología ORCID: 0000-0003-0751-5966*
- *Dr. Ismael Jerez Cepa Profesor Sustituto Interino ORCID:0000-0003-4072-1630*

### **Personal de nueva incorporación**

Tal y como se solicitó y aprobó al inicio del Proyecto, el Dr. Miguel Torres se incluyó en el Equipo de la UCA desde el Equipo de CTAQUA, dado que durante el periodo de solicitud de la Propuesta el Dr. Torres formaba parte de ésta última entidad y el día 1 de enero de 2022 se incorporó en la UCA como Contratado Post-Doctoral dentro del Programa "Margarita Salas", bajo la Tutela del Dr. Martos-Sitcha (IP UCA). Aun así, y dadas las características del Programa "Margarita Salas", el Dr. Torres no tendrá imputación de costes de la Institución UCA puesto que su Institución de Adscripción (Entidad contratante) es la UPV (socia también del Proyecto PLANASER).

Además, se realizó la contratación de una persona de apoyo en el trabajo de investigación bajo figura de Técnico Licenciado.

- *D. Luis Molina Roque*



➤ **Universitat Politècnica de València (UPV)**

Relación de investigadores que forman parte del proyecto:

- *Dr. Miguel Jover Cerdá (Catedrático de Universidad, ORCID: 0000-0001-9049-0573)*
- *Dra. Ana Tomás Vidal. Titular de Universidad, ORCID: 0000-0002-2985-9324)*
- *Dr. David Sánchez Peñaranda. Titular de Universidad, ORCID: 0000-0002-0861-976X)*
- *Dra. Silvia Martínez Llorens. Titular de Universidad, ORCID: 0000-0002-9824-3267)*
- *Dr. Vicente Javier Moya Salvador. Técnico Superior. ORCID: 0000-0002-6769-0515)*
- *Ldo. Andrés V. Moñino López: Técnico Superior de laboratorio)*

**Personal de nueva incorporación**

Tal como estaba previsto y aprobado, se ha procedido a la contratación de 1 persona para apoyo en el trabajo de investigación.

- *D<sup>a</sup> María Milian Sorribes*

➤ **Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía (CTAQUA)**

Relación de investigadores que forman parte del proyecto:

- *D<sup>a</sup>. Maria del Mar Agraso Martínez (Directora Técnica), ORCID: 0000-0002-9278-3529)*
- *D<sup>a</sup> Iría Iglesias Prado (investigadora), ORCID: 0000-0002-4702-4101)*
- *Dr. Miguel Torres (Investigador), ORCID: 0000-0002-2465-0396 (Causa baja en esta institución)*

Asimismo, se consideró un contrato adicional de un técnico de proyecto cuyo perfil profesional fuera adecuado según las necesidades relacionadas con la ejecución de las diferentes tareas definidas por el proyecto para CTAQUA. Tras el inicio del proyecto, evaluar las necesidades técnicas del mismo y después que el investigador Miguel Torres dejara de formar parte del personal de CTAQUA, se procedió a modificar el equipo de trabajo.

*El equipo investigador que ha participado en esta etapa final del proyecto es el siguiente:*

- *D<sup>a</sup>. Maria del Mar Agraso Martínez (Directora Técnica), ORCID: 0000-0002-9278-3529)*
- *D. Juan Manuel Garcia de Lomas Mier (Investigador)*
- *D. José Francisco Cabello Gómez. Investigador. ORCID: 0000-0003-2510-0350)*
- *D. Pablo de Terry Castro. Investigador.*
- *D<sup>a</sup> Carmen Garcia de Lomas del Cid. Investigadora.*



**Tabla 4. Instituciones/entidades subcontratadas (Fuente: elaboración propia)**

Instituciones subcontratadas	Actividad y tarea
Consulta Europa Projects and innovation S.L (CE)	CONTRATO MENOR: Actividad 1. SERVICIO DE APOYO DE SECRETARIA TECNICA (Actividades 1) y SERVICIOS DE APOYO AL PLAN DE COMUNICACIÓN (Actividad 6.) Identificado en las páginas (58, 59 del Anexo IV).
Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR)	CONTRATO MENOR: Actividad 6. SERVICIOS DE APOYO AL PLAN DE COMUNICACIÓN (Tarea 6.3) Identificado en la página (48 del Anexo IV) y participación en la su difusión en acciones del proyecto.

### .3. Cambios en el presupuesto

Cada una de las entidades participantes ha solicitado de manera individual cambios en diferentes partidas presupuestarias que les afectan, de manera general, la ULPGC como entidad coordinadora de la agrupación han solicitado a MAPA autorización para la modificación de presupuesto y prórroga de ejecución y sus correspondientes partidas presupuestarias, debido a que ha sido imposible de ejecutar en forma y plazo por causas sobrevenidas ajenas al normal ritmo del proyecto, y que de esta forma, puedan ser prorrogadas a la siguiente anualidad del 2023 y una extensión adicional de 12 meses hasta 2024.

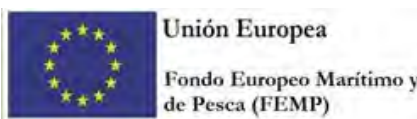
- **Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC)**  
**Actualizar**

La ULPG ha ejecutado un gasto real de 100% del presupuesto disponible y se ha justificado el 100% del presupuesto.

Por partida y anualidad para 2021 y 2022 se ha ejecutado lo siguiente:

El desglose por partidas es el siguiente:

- Partida de personal: La contratación de personal previsto sufrió un retraso en la primera anualidad para adaptarse a la nueva normativa laboral y convocatoria de procesos selectivos, por lo que se ha ampliado el número de personas inicialmente previstas de 2 a tres técnicos que dieron cobertura al proyecto.
- Partida de aparatos y equipos: Se ha completado la compra de equipamiento y ejecutado el presupuesto previsto.
- Gastos de Experimentación y estabulación: Se han ejecutado los gastos experimentales previstos.
- Gastos de subcontratación. – Se han tramitado las dos subcontrataciones previstas con el visto bueno del MAPA.
- Viajes. – Se realizaron diferentes viajes para reuniones y diseminación de resultados ejecutando los gastos previstos.



➤ **Universidad de Cádiz (UCA)**

La UCA ha ejecutado y pagado el ~99% del presupuesto concedido (para las tres anualidades del total del periodo de ejecución. En este sentido, el principal déficit del gasto ejecutado se refiere al relativo a los costes de personal debido a los cambios estimados en los costes de contratación, así como a la partida de gastos de viaje, ya que hubo algunos conceptos relativos a asistencia a congresos que tuvieron que ser rectificadas al no ser elegibles.

En la siguiente tabla se detalla la ejecución de la UCA contemplando ambos periodos de justificación económica por partidas presupuestarias:

	Concedido tras modif jun23		1ª justif		2ª justif		total justif		diferencia	
	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.
A. PERSONAL	49653,34	7001,20	15.062,91	2259,4365	33.651,16	5047,674	48.714,07	7307,1105	939,27	-305,91
B. APARATOS Y EQUIPOS	0,00		0,00		0		0,00		0,00	
C. EXPERIM. ESTAB.	51521,35		42.473,90		9.033,88		51.507,78		13,57	
D. SUBCONTRATACIÓN	14469,61		0,00		14.469,69		14.469,69		-0,08	
E. VIAJES	2000,00		849,19		601,17		1.450,36		549,64	
<b>TOTAL:</b>	<b>117644,30</b>	<b>7001,20</b>	<b>58.386,00</b>	<b>2.259,44</b>	<b>57.755,90</b>	<b>5047,674</b>	<b>116.141,90</b>	<b>7307,1105</b>	<b>1502,40</b>	<b>-305,91</b>
<b>TOTALES:</b>	124645,50		60.645,44		62.803,57		123.449,01			
%	100%		48,7%		50,4%		99,0%			

El desglose por partidas es el siguiente:

**Partida de personal:** A pesar de que contratación de personal previsto sufrió un retraso de 3 meses hasta la formalización del contrato tras su convocatoria se pudo realizar una extensión del mismo hasta el día 29 de septiembre de 2023 con la correspondiente transferencia entre partidas dados los cambios en los costos salariales, los cuales han sido completamente justificados en la anualidad de 2023.

**Gastos de Experimentación y estabulación:** Se ha imputado gastos experimentales para acometer las actividades comprometidas, muchas de ellas en transcurso en la actualidad, tras la finalización del periodo de ejecución del Proyecto, para lo cual se ha ido realizando petición de compra de reactivos y otros materiales fungibles para poder cumplir con prácticamente el 100% de lo comprometido en la memoria técnica del Proyecto

**Gastos de subcontratación:** La subcontratación ha podido ejecutarse al completo, con la consiguiente modificación de anualidad dentro de la misma partida aprobada de una parte de lo presupuestado y asignado en 2021 hasta el 2023

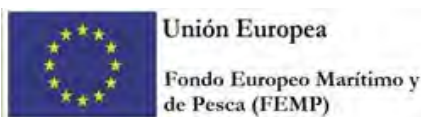
**Viajes.** –Finalmente, solo ha podido ejecutarse y justificarse el ~72% del presupuesto, imputándose gastos de varios viajes para reuniones y muestreos en la ULPG y la UPV, así como para la reunión inicial realizada en la Secretaría General de Pesca

➤ **Universitat Politècnica de València (UPV)**

La UPV ha realizado un gasto durante el periodo de 75.382,33 euros, lo que, sumado al realizado durante el anterior periodo, 42.488,98 euros, supone un total de 117.871,31 euros.

El desglose por partidas es el siguiente:

**Partida de personal:** El gasto en personal contratado ha sido de 29.596,46 euros, lo que sumado a los 9.664,13 euros del primer periodo asciende a 39.260,59 euros.



Partida de aparatos y equipos: se ha efectuado un gasto de 3.783,65 euros correspondientes a diferentes bombas, que sumado a la adquisición del ozonizador y skimmers del periodo anterior, 11.423,49 euros, supone un total de 15.207,24 euros.

Gastos de experimentación y estabulación: El gasto en fungibles para el desarrollo de los ensayos (alevines, piensos, y otro material) ha sido de 25.640,03 euros, lo que sumado a los 21.273,91 euros del primer periodo asciende a 46.913,94 euros.

Gastos de subcontrataciones: durante el periodo se ha efectuado un gasto de 14.471,64 euros en la subcontratación para el apoyo técnico y plan de comunicación.

Viajes: se ha efectuado un gasto de 1.890,55 euros correspondientes a asistencia al Congreso Nacional de Acuicultura y a la Jornada Final, que sumado al del periodo anterior, 127,35 euros, supone un total de 2.017,90 euros.

El presupuesto de la UPV quedaría de la siguiente forma:

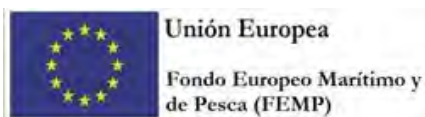
CONCEPTOS/PARTIDAS	PRESUPUESTO DEFINITIVO ADAPTADO A RESOLUCIÓN €	PRESUPUESTO MODIFICADO 2021-2022* €	PRESUPUESTO MODIFICADO 2023* €	COSTE TOTAL ELEGIBLE JUSTIFICADO €			COSTE TOTAL ELEGIBLE PENDIENTE DE JUSTIFICAR (cuando proceda) €		
				2021	2022	2023	2021	2022	2023
Personal	34.800,00			9.664,13			570,87	14.641,00	9.924,00
Aparatos y equipos	15.000,00			1.518,74			13.481,26	0,00	0,00
Experimentación y estabulación	46.720,00			11.092,16			13.099,17	18.335,96	4.192,71
Subcontratación	14.471,64							0,00	14.471,64
Viajes y dietas	1.000,00					127,35		372,65	500,00
<b>TOTALES</b>	<b>111.991,64</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>22.275,03</b>	<b>127,35</b>	<b>0,00</b>	<b>27.151,30</b>	<b>33.349,61</b>	<b>29.088,35</b>

- **Centro Tecnológico de la Acuicultura de Andalucía (CTAQUA)**
- 
- Sobre el presupuesto finalmente ejecutado por CTAQUA, no se tienen diferencias significativas habiéndose sobre-ejecutado al destinarse un coste al personal mayor al esperado inicialmente y asumido por la entidad.

A continuación, se incluye el ultimo presupuesto aprobado en el que se ajustaron las partidas presupuestarias en función de las necesidades detectadas aprobado por el Órgano instructor remitidas en mayo de 2023.

TOTAL	ANUALIDADES						TOTAL	
	PRESUPUESTO SOLICITADO 2021		PRESUPUESTO SOLICITADO 2022		PRESUPUESTO SOLICITADO 2023		PRESUPUESTO SOLICITADO	
	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.	SUB.	C.I.
A. PERSONAL NUEVA CONTRATACION	18.981,74	2847,26	16.157,20	2423,58	40.462,11	6069,32	75.601,05	11340,16
B. APARATOS Y EQUIPOS	13.902,36	0,00	597,09	0,00	2.763,89	0,00	17.263,34	0,00
C. EXPERIM. ESTAB.	17.372,65	0,00	1.086,81	0,00	15.495,11	0,00	33.954,57	0,00
D. SUBCONTRATACIÓN	13.416,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13.416,52	0,00
E. VIAJES	0,00	0,00	1.073,10	0,00	1.926,90	0,00	3.000,00	0,00
F. IMPUESTOS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VALIDACIÓN DEL PRODUCTO*			4.675,82				4.675,82	
<b>TOTAL:</b>	<b>63.673,27 €</b>	<b>2.847,26</b>	<b>23.590,02 €</b>	<b>2.423,58</b>	<b>60.648,01 €</b>	<b>6.069,32</b>	<b>147.911,30 €</b>	<b>11.340,16</b>
	<b>66.520,53 €</b>		<b>26.013,60 €</b>		<b>66.717,33 €</b>		<b>159.251,46 €</b>	

Partida de personal: pendiente el gasto de seguridad social del mes de septiembre y los costes de personal desde octubre hasta diciembre para finalizar las anualidades 2021 y 2022. Se ve necesario por tanto incluir más importe de presupuesto de personal en 2023 para cubrir la ejecución dado los atrasos que se han tenido y poder cumplir con el objetivo previsto inicialmente. Se solicita la transferencia de 3819,81 € a la anualidad 2023.



Partida de aparatos y equipos: Se ha considerada en esta partida los gastos de material. Pendiente de algunas inversiones que no se han podido realizar antes de la fecha de 21 de octubre de 2022 y pendiente de la compra de material para continuar la realización de los ensayos una vez iniciado los mismos se considera que dado el retraso es necesario acometer parte de la inversión prevista en la anualidad 2023 transfiriéndose casi la totalidad de los pendientes de 2021 y 2022 a la anualidad 2023. En particular se solicita transferir 2000 €.

Gastos de Experimentación y estabulación: Se ha imputado el gasto de aquellos elementos que sin ser considerado material fungible son necesarios para realizar la experimentación y la estabulación de los ejemplares. Se ha imputado 17.354,85 € de los 22.000 previstos para la anualidad 2021 y quedando pendiente de ejecutar de la anualidad 2022 14.802,54 €. Es la partida que se ve con una desviación mayor dado el retraso en el inicio de la estabulación y la consideración de parte de los gastos de materiales usados para el cultivo en la partida de equipos. Se solicita por tanto que se transfiera el presupuesto estimado para la anualidad 2022 a la anualidad 2023 en particular a la partida de costes de personal y gastos indirectos relacionados, dada la necesidad de incrementar el esfuerzo para la correcta ejecución del proyecto en el tiempo indicado visto los esfuerzos necesarios de acometer para acondicionamiento y mantenimiento de los ejemplares. De lo restante pendiente de justificar de la anualidad 2021 se solicita se transfiera 2645,15 € a la anualidad 2023 en el mismo concepto.

Gastos de subcontratación. - Dada la oferta recibida se tiene una desviación de 939,15 € lo cual dada la necesidad del proyecto se considera su desviación a la partida de materiales y equipamiento de la anualidad 2023.

### 3.4. Cambios en el cronograma de trabajo

La modificación de actividades indicada anteriormente lleva aparejada una modificación de cronograma de trabajo. De hecho, con fecha de 21 de octubre de 2022 se ha solicitado autorización de prórroga con los cambios en las fechas indicadas en la resolución de concesión, que afectan tanto a la justificación económica como a los informes de seguimiento científico-técnico. Esta modificación, pendiente de aprobación solicita los siguientes plazos:

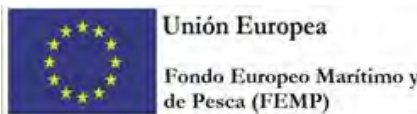
#### Justificación económica:

- La presentación de la Justificación económica correspondiente al primer y segundo pago de la ayuda se establece en el **21 de octubre de 2022**.
- La presentación de la Justificación económica correspondiente al tercer y último pago se establece en el **15 de noviembre de 2023, para la cual se solicita un aplazamiento de 12 meses hasta el 15 de noviembre de 2024**

#### Informes de seguimiento científico-técnico:

- Informe de seguimiento anual: **21 de octubre de 2022**.
- Informe de seguimiento final: **15 de noviembre de 2023, para la cual se solicita un aplazamiento de 12 meses hasta el 15 de noviembre de 2024**



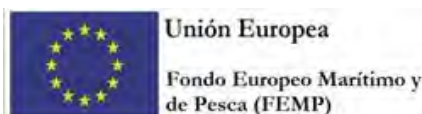


● **SEGUIMIENTO TÉCNICO**

**4.1 Objetivos**

Indicar el grado de consecución, hasta la fecha, de cada uno de los objetivos (generales y específicos) contemplados en la memoria científico técnica presentada, mediante la siguiente tabla resumen:

OBJETIVOS	% CONSECUCIÓN OBJETIVOS
Objetivo 1. Obtención de puestas fuera del periodo de reproducción natural.	80%
Objetivo 2. Mejora de la calidad de las puestas de seriola a través de la mejora nutritiva de las dietas comerciales y el bienestar y salud de los reproductores.	100%
Objetivo 3. Control biológico del proceso de cría larvaria y mejora nutricional de las dietas de destete.	100%
Objetivo 4. Aumento de la sostenibilidad y estandarización de los procesos de cultivo larvario.	100%
Objetivo 5. Optimización nutricional y diseño de dietas de bajo residuo para pre-engorde y engorde en sistemas RAS	100%
Objetivo 6. Determinar la densidad de carga óptima durante la fase de pre-engorde en sistemas RAS.	100%
Objetivo 7. Mejora de la productividad del Pre-engorde de Seriola a través del efecto combinado de la dieta, la densidad y niveles óptimos de bienestar animal.	80%
Objetivo 8. Definir un protocolo de tratamiento antiparasitario oral optimizado y con autorización administrativa para su uso en el cultivo comercial de Seriola.	100%
Objetivo 9. fomento de la cooperación público-privada y la transferencia de resultados al sector.	100%
Objetivo 10. Posicionar a nuestro país como un referente en el cultivo de esta especie	100%
<b>TOTAL</b>	%

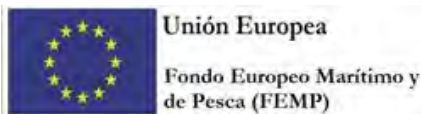


## 4.2 Actividades

Indicar el estado de ejecución de cada una de las actividades contempladas en el proyecto a través de la siguiente tabla resumen:

ACTIVIDADES	ESTADO DE EJECUCIÓN			% EJECUCIÓN
	NO INICIADA	EN DESARROLLO	FINALIZADA	
<b>Actividad 1. COORDINACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO</b>			X	<b>100,0%</b>
Tarea 1.1. Reunión de inicio y reuniones periódicas.			X	100%
Tarea 1.2. Elaboración de entregables e informes.			X	100%
<b>Actividad 2. INNOVACIONES EN LOS PROCESOS DE CRÍA</b>			X	<b>100%</b>
Tarea 2.1 Diseño y evaluación de un protocolo de aclimatación de reproductores de Seriola (Líder: ULPGC) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023			X	80%
Tarea 2.2 Avances para el diseño de dietas de reproductores de Seriola (Líder: ULPGC), se ha ejecutado satisfactoriamente			X	100%
Tarea 2.3 Control biológico del protocolo de cultivo larvario (Líder: ULPGC) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023				100%
Tarea 2.4 Identificación de los requerimientos nutricionales de Taurina (Líder: ULPGC) se ha ejecutado satisfactoriamente.			X	100%
Tarea 2.5 Ensayo de dietas eco-sostenible en el proceso de destete (Líder: ULPGC), se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023			X	100%
Tarea 2.6 Producción Semi-industrial de juveniles de Seriola (Líder: ULPGC) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023			X	100%
Tarea 2.7 Plan de contingencia. Ensayo de transporte aéreo simulado de juveniles de Seriola (Líder: ULPGC), se ha ejecutado satisfactoriamente y se ha aplicado en la práctica para abastecer de juveniles a los socios del proyecto localizados en península (CTAQUA; UCA; UPV).			X	100%
<b>Actividad 3. OPTIMIZACIÓN DE DIETAS DE ENGORDE</b>				<b>80%</b>
Tarea 3.1 Ensayos de digestibilidad y excreción de ingredientes y dietas (Líder: UPV) se ha ejecutado satisfactoriamente.			X	100%
Tarea 3.2 Ensayo de alimentación, crecimiento y excreción de juveniles (pre-engorde) de seriola con dietas de bajo residuo en RAS (Líder: UPV), se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
Tarea 3.3 Ensayo de alimentación y crecimiento de seriola a tamaño comercial (engorde) con dietas de bajo residuo en RAS (Líder: UPV) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
Tarea 3.4 Ensayo organoléptico de las seriolas de engorde en RAS (Líder: UPV), se mantiene según planificación inicial y se desarrollará en 2023.	X			0%
<b>Actividad 4. BIENESTAR y SALUD</b>				<b>%</b>
Tarea 4.1. Evaluación de la densidad de carga óptima en el pre-engorde/engorde (<500 g) de seriola en sistemas RAS (Líder: UCA), se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
Tarea 4.2. Mejora del proceso de pre-engorde/engorde (<500 g) a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS (Líder: UCA) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	90% 100





Tarea 4.3. Validación de dietas de alta digestibilidad durante el pre-engorde/engorde (<500 g) bajo diferentes densidades de carga en RAS (Líder: UCA), se mantiene según planificación inicial y se desarrollará en 2023.			X	70% 100
Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales orales para la prevención y control de parásitos externos (Líder: ULPGC) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
<b>Actividad 5. VALIDACIÓN DE DESARROLLOS DEL PROYECTO</b>			<b>X</b>	<b>100%</b>
Tarea 5.1 Ensayo piloto de envío de huevos y producción de larvas en criadero comercial (Líder ULPG) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023			X	80%
Tarea 5.2 Validación de dietas de pre-engorde/engorde (<500 g) en producción Semi-industrial de Juveniles de Seriola (Líder CTAQUA) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
Tarea 5.3 Ensayo clínico para la prevención y control de parásitos externos mediante el uso de antiparasitarios orales en condiciones Offshore (Líder ULPG) se ha aplicado el plan de contingencia previsto y se requiere aplazamiento de 6 meses a la anualidad 2023.			X	100%
<b>Actividad 6. PLAN DE COMUNICACIÓN</b>			<b>X</b>	<b>100%</b>
Tarea 6.1 Elaboración de Newsletter y promoción en RRSS se mantiene según planificación inicial y se desarrollará a lo largo de 2022 y 2023.			X	100%
Tarea 6.2 Elaboración de material divulgativo, se mantiene según planificación inicial y se desarrollará a lo largo de 2022 y 2023.			X	100%
Tarea 6.3 Creación e Internacionalización de red de stakeholders se mantiene según planificación inicial, si bien acumula un retraso de 6 meses en el inicio de tareas y se desarrollará en 2022/2023.			X	100%
Tarea 6.4 Workshops Internacional de cultivo de Seriola, se mantiene según planificación inicial y se desarrollará en 2023.			X	100%
Tarea 6.5 Jornada de degustación de Seriola cultivada-Showcooking, se mantiene según planificación inicial y se desarrollará en 2023			X	100%
<b>TOTAL</b>				<b>100%</b>



Actividad nº	1	COORDINACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO
Responsable de la actividad	Javier Roo ACIISI/ULPGC	
Socios Participantes	Todos	
Duración	Mes 0-Mes 24	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

El objetivo de esta actividad es garantizar y mantener un marco adecuado que vincule a todos los socios del proyecto y mantenga las comunicaciones adecuadas con el MAPAMA.

En particular, la Actividad 1 tiene como objetivos específicos:

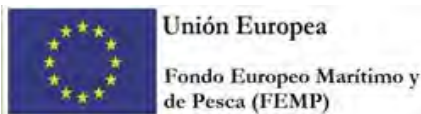
- **coordinar las actividades técnicas del proyecto, teniendo en cuenta los intereses de todos los participantes.**
- **garantizar la gestión jurídica, contractual, ética, financiera y administrativa global del consorcio.**
- **asegurar el cumplimiento de los compromisos adquiridos con entregables y resultados previstos en el plan de trabajo del proyecto, asegurando la calidad de la ejecución del trabajo.**
- **coordinar la gestión del conocimiento y otras actividades relacionadas con la innovación, incluida la gestión de datos.**
- **gestionar y resolver posibles conflictos y riesgos.**

### Descripción de la actividad y papel de los participantes

Para asegurar el buen funcionamiento del proyecto y garantizar la máxima transparencia en la relación con los socios y el MAPAMA, se establecerá la siguiente estructura de Gestión: Equipo de Coordinación (EC), Comité de Dirección (CD), Asamblea General (AG).

Los detalles de la estructura propuesta incluyen: Un Coordinador del Proyecto (IP), Equipo de Coordinación (EC); Comité de Dirección (CD) y Asamblea General (AG). El IP será el designado por la agrupación como representante de esta. El EC estará integrado por el IP, el Gerente o responsable financiero designado por la ULPGC y un representante de cada una de las entidades beneficiarias. El IP junto con el EC, garantizará la gestión diaria del proyecto en términos de personal dedicado a alcanzar los objetivos del proyecto y flujos de comunicación eficientes entre los socios del proyecto y la entidad financiadora. El CD estará compuesto por un representante de cada uno de las entidades beneficiarias y un representante de cada uno de los socios no beneficiarios, incluidos aquellas entidades colaboradoras y las entidades subcontratadas que se designen por el EC. El CD será el encargado de asegurar que el buen funcionamiento del proyecto y la toma de decisiones sobre los ajustes del plan de trabajo. Finalmente, la AG estará integrada por todos los participantes que cada una de las entidades beneficiarias y colaboradoras que sus representantes en el CD consideren como miembros activos en la ejecución del proyecto.

Se prevé la subcontratación de una oficina técnica entre todas las entidades beneficiarias para apoyar las actividades transversales de coordinación y seguimiento.



**Tarea 1.1. Reunión de inicio y reuniones periódicas.**

**Entidades participantes: Todas**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados**

Se establecieron como objetivo mantener al menos tres reuniones de proyecto donde participen todos los integrantes de la agrupación (AG), en dichas reuniones se abordarán tanto los aspectos de seguimiento científico-técnico como seguimiento económico.

El IP del Proyecto, el EC y el CD se reunirá físicamente al menos 1 vez al año (Sede por definir), si bien se considerará la asistencia a eventos de divulgación como el Congreso Nacional de Acuicultura u otros foros Nacionales como adecuados para el desarrollo de dichas reuniones. Las reuniones adicionales que fueran necesarias para la buena gestión del proyecto ser realizaran preferentemente por vía telemática.

**Resultados obtenidos**

Como empresa subcontratada para desarrollar un servicio de soporte a la secretaría técnica y de apoyo al plan de comunicación, Consulta Europa Projects and Innovation ha dado soporte con medios humanos y materiales al desarrollo de reuniones presenciales y telemáticas.



Foto 2. Sede del MAPAMA

El coordinador del proyecto con el soporte de la oficina técnica de Consulta Europa organizó la **reunión de lanzamiento del proyecto**, que tuvo lugar en Madrid en la sede del MAPAMA el día 22 de febrero del 2022. Consulta Europa, apoyada por ULPGC y ACIISI, coordinó la organización y logística de dicha reunión. Se creó la Agenda del evento, se contactó con el Ministerio de Acuicultura, Pesca y Alimentación para la reserva de la sala y la organización y se produjeron las invitaciones para el evento presencial. El objetivo de esta primera reunión fue revisar los acuerdos revisión del plan de trabajo e indicadores de ejecución/evaluación definidos, coordinación de actividades científico-técnicas, plan de difusión y aprobación del plan de contingencia. En la reunión también se abordaron las normas para la coordinación, los flujos de comunicación y el seguimiento de las actividades.



DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES



Foto 3. Reunión de lanzamiento del proyecto

Tras la reunión de lanzamiento del proyecto, bajo la tarea 1.1, se llevaron a cabo tres **reuniones de seguimiento en línea**: 24 de enero, 7 de julio, 13 de septiembre 2022. Se creó un registro de las reuniones para la revisión y seguimiento del proyecto a través de la elaboración de Actas de Reunión, donde se deja constancia de las conclusiones de estas, acuerdos y objetivos periódicos. Los borradores de Actas de las reuniones se han remitidos a los participantes correo electrónico después de la reunión correspondiente. Desde la fecha de recepción de dichos borradores se ha dejado un plazo de diez días para remitir por vía electrónica a la coordinación los comentarios que se estimen oportunos a dichas Actas y que serán reflejados, en su caso, en una nueva versión del borrador del Acta. Transcurrido el plazo citado sin comentarios, el borrador se ha considerado aceptado.

El segundo meeting presencial del proyecto tuvo lugar el 22 de noviembre 2022 en Cádiz, conjuntamente al Congreso Nacional de Acuicultura.

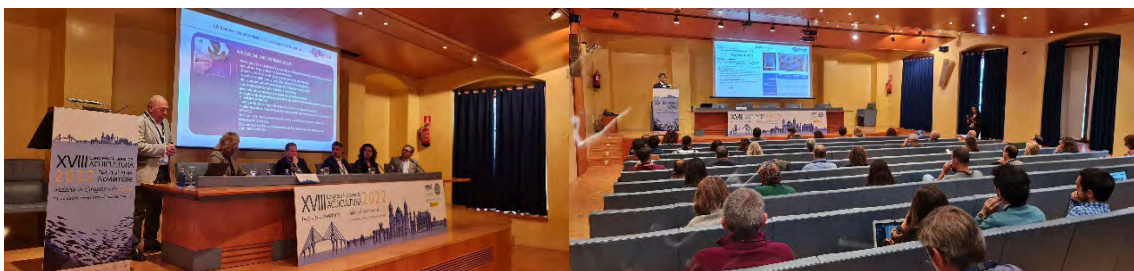


Foto 4. Congreso Nacional de Acuicultura

Aprovechando el evento, los socios presentaron en la reunión de seguimiento, los avances y los resultados obtenidos en las diferentes actividades, el cumplimiento de los objetivos científico-técnicos y el estado del plan de comunicación de la segunda anualidad.





Foto 5. Reunión de seguimiento

Tras la reunión de seguimiento del proyecto, bajo la tarea 1.1, se llevaron a cabo **otras cuatro reuniones de seguimiento en línea**: 19 de enero, 1 de marzo, 24 de abril y 17 de julio 2023.

Además, para cumplir con la tarea 6.3, se organizó con por la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR) una jornada online para promover la creación y la internalización de una Red de Stakeholders. El evento online tuvo lugar el día 11 de septiembre y participaron 43 personas.

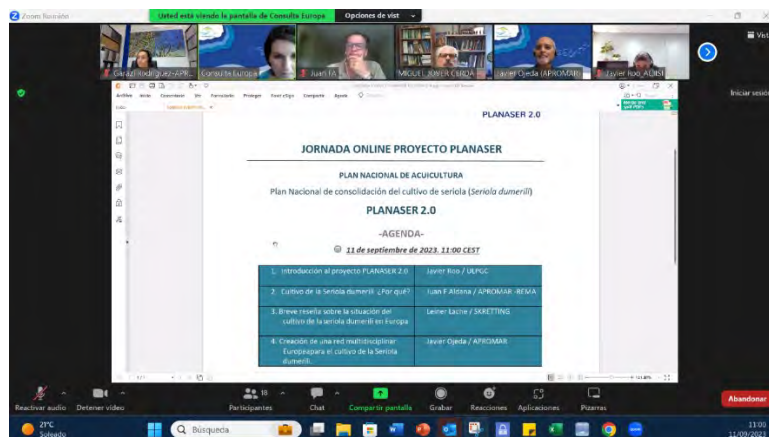
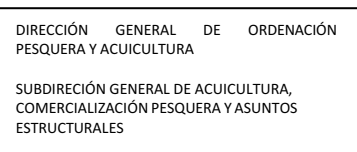


Foto 6. Jornada online Red Seriola

La reunión de cierre del proyecto tuvo lugar el día 5 y 6 de octubre. La reunión del día 5 tuvo lugar en el Edificio Polivalente I en el Campus Universitario de Tafira, en Las Palmas de Gran Canaria. Todas las actividades de la primera sesión del evento contaron con la presencia de un traductor simultáneo de español al inglés. Consulta Europa en coordinación con ULPGC y ACISI organizó la logística de dicha reunión. Se creó la Agenda del evento, los cuestionarios de evaluaciones y todo el material para este evento final.

El segundo día de la conferencia, el 6 de octubre, se organizó para los interesados una visita técnica a las instalaciones IU-ECOQUA, ULPGC en el Parque Científico Tecnológico Marino de la ULPGC en Taliarte-Telde.



### **Tarea 1.2. Elaboración de entregables e informes.**

**Entidades participantes: Todas**

#### **Descripción de las tareas y trabajos realizados**

De cara a garantizar la ejecución de los objetivos, resultados y beneficios planteados en la tarea 1.2 se llevó a cabo un seguimiento continuo de las tareas encomendadas dando lugar a los informes intermedio y final del proyecto:

Estos informes incluyen los siguientes aspectos:

- Informe Técnico: descripción de trabajos, conclusiones y valoración de resultados científico-técnicos alcanzados.
- Informe económico: gastos ejecutados y documentación de soporte.

#### **Resultados obtenidos**

En la tarea 1.2 se ha llevado a cabo un seguimiento continuo de las tareas encomendadas, redactando actas de seguimientos y diferentes entregables. Para ejecutar esta tarea, la oficina técnica ha proporcionado soporte al coordinador y a los socios del proyecto para recoger las informaciones necesarias para la elaboración de los entregables e informes. Con este fin se han desarrollado también plantillas para la recogida y la difusión de datos. Otra tarea ha sido apoyar a los equipos de gestión económica para la recopilación y tratamiento de información y envío de la documentación de justificación económica.

A continuación, la lista de entregables previstos de la Actividad 1:

Entregable	Descripción	Responsable	Tipo	Fecha
E 1.0	<b>Documento Técnico de la propuesta definitiva.</b>	Javier Roo	Doc.	19-10-2021
E1.1.a	<b>Acta de reunión de inicio de proyecto.</b>	Javier Roo	Doc.	30-10-2022
E1.1.b	<b>Acta de reunión de seguimiento.</b>	Javier Roo	Doc.	15-10-2023
E1.1.c	<b>Acta de reunión de cierre de proyecto.</b>	Javier Roo	Doc.	15-10-2023
E1.2a	<b>Informes de seguimiento económico y científico Técnico 1ª y 2ª anualidad.</b>	Javier Roo	Doc.	15-10-2023
E1.2b	<b>Informes de seguimiento económico y científico Técnico 3ª anualidad.</b>	Javier Roo	Doc.	15-10-2023



Actividad nº	2	INNOVACIONES EN LOS PROCESOS DE CRÍA
Responsable de la actividad	ULPGC-Marisol Izquierdo/ACIISI- Javier Roo	
Socios Participantes	Todos	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

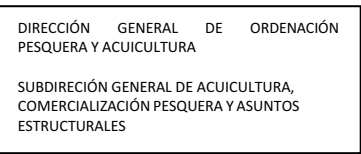
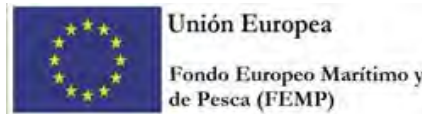
El objetivo general de esta actividad es “**incrementar la disponibilidad de juveniles de *Seriola* para consolidar el cultivo de la especie**”. Para ello, la actividad promueve tareas asociadas a los procesos de reproducción y cría y tiene como objetivos específicos:

- **Objetivo 1. Obtención de puestas fuera del periodo de reproducción natural.**
- **Objetivo 2. Mejora de la calidad de las puestas de seriola a través de la mejora nutritiva de las dietas comerciales y el bienestar y salud de los reproductores.**
- **Objetivo 3. Control biológico del proceso de cría larvaria y mejora nutricional de las dietas de destete.**
- **Objetivo 4. Aumento de la sostenibilidad y estandarización de los procesos de cultivo larvario.**

### *Relación con otras actividades del proyecto.*

La **Actividad 2** se relaciona directamente con la a la **actividad 3 y 4** actividad **5** procesos de validación para el abastecimiento de alevines y desarrollo de los ensayos clínicos previstos. Finalmente, la Actividad 2 está relacionada transversalmente con la **actividad 1** de Coordinación y **Actividad 6** Plan de comunicación.

### Descripción de la actividad



La **actividad 2**, se centró en la optimización de los procesos de cría abordando tanto aspectos reproductivos como de las primeras etapas de cultivo larvario, fué liderada por la ULPGC, y desarrolló alguna de las tareas en coordinación con la UCA.

En concreto se establecieron 6 Tareas para la consecución de los objetivos específicos 1,2,3 y 4 a través de la **Tarea 2.1 Diseño y evaluación de un protocolo de aclimatación de reproductores de *Seriola*** para la obtención de puestas fuera de periodo natural y la **Tarea 2.2 Avances para el diseño de dietas de reproductores de *Seriola***. Estas dos actividades dieron como resultado mejoras en la calidad de las puestas de *Seriola* que fueron utilizadas en las experiencias posteriores referida al cultivo larvario, y se recogen en la **Tarea 2.3 Control biológico del protocolo de cultivo larvario** donde se plantearon inversiones en un sistema RAS para obtener un mayor control biológico del microbioma que coloniza los sistemas y a las propias larvas en los primeros días de vida. Y en los ensayos de optimización de la fase de destete a través de la **Tarea 2.4 "Identificación de los requerimientos nutricionales de *Taurina*** para optimizar el valor nutricional de las dietas de acuerdo con los requerimientos de esta especie. Esta actividad tuvo continuidad con la **Tarea 2.5 "Incorporación de ingredientes sostenibles en las dietas de destete"** donde basados en la Tarea 2.4 se ensayó la incorporación de materias primas sostenibles con propiedades inmunomoduladores. Ambas experiencias abordaron el tercer y cuarto objetivos específicos de cara a consolidar los procesos de cultivo larvario para mejorar la supervivencia y calidad de las larvas durante las etapas tempranas.

#### ***Relación con otras actividades del proyecto.***

Los avances que se consiguieron en las tareas previas se incorporaron al procedimiento de cría semiindustrial a desarrollado en la **tarea 2.6 de producción semi-industrial de juveniles** en la planta piloto de producción de juveniles de la ULPGC, estas producciones dieron cobertura al resto de experiencias planteadas en Canarias y a la aplicación del plan de contingencia ante la escasez de juveniles para las experiencias a desarrollar en Península. Así mismo, la actividad 2 promovió un ensayo de validación en la **Tarea 5.1 Ensayo piloto de envío de huevos y producción de larvas en criadero comercial** con la colaboración del **Grupo AVRAMAR** a través de la aplicación de medidas de bioseguridad del material biológico a enviar solicitadas por la empresa y el desarrollo de varios ensayos simulados de desinfección y envío de huevos de *S. dumerili* que puedan ser aplicados en programas futuros en condiciones industriales reales.

#### ***Tareas previstas***

Todas las experiencias previstas se desarrollaron de acuerdo con la directiva 2010/63/EU "sobre la protección de los animales utilizados con fines científicos" de la Unión Europea y los procedimientos aprobados por el comité de bioética de la entidad en cada caso.

A continuación, se aporta una descripción detallada de las tareas desarrolladas:

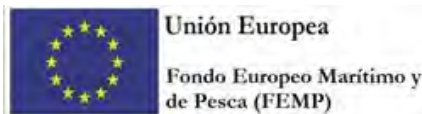
#### ***Tarea 2.1 Diseño y evaluación de un protocolo de aclimatación de reproductores de *Seriola* (Líder: ULPGC). En desarrollo.***

***Entidades participantes: ULPGC, UCA***

#### ***Descripción de las tareas y trabajos realizados***

Se ha utilizado un sistema de recirculación asociado a dos tanques de cultivo de 40.000 litros donde se establecieron 9 ejemplares reproductores de *S. dumerili* (12-15 Kg/reproductor de peso medio por tanque y con una relación machos/hembras de 2:1) seleccionados del Stock propio de la ULPGC y nuevos ejemplares que se han adquirido. Los ejemplares se alimentaron con pienso comercial 5 días por semana al 1% de biomasa. La aclimatación de los ejemplares se comenzó durante la primera anualidad (diciembre 2022) con el fin de adelantar el periodo de las puestas de enero a abril 2023. El RAS se





mantuvo en condiciones simuladas de fluctuación anual de foto y termoperiodo para las condiciones locales de Canarias (27° 59' 28" N; 15° 22' 05" O) adelantadas en un periodo de 3 - 6 meses. Se realizó un seguimiento de la evolución mensual de desarrollo gonadal mediante biopsia y se ensayaron protocolos de inducción de puesta mediante inyección de análogos de GnRH en las ocasiones donde se alcanzaba un desarrollo ovocitario superior a 600 micras de diámetro. La calidad de las puestas obtenidas se ha determinado por parte de la ULPGC siguiendo los parámetros habituales en GIA: que incluyen parámetros morfométricos de diámetro del huevo y gota de lipídica; tasa de fertilización, % de huevos viables; tasa de eclosión; supervivencia larvaria a 1 y 3 días post eclosión usando 3 réplicas de Placas de 96 pocillos, así como perfil bioquímico del huevo para lo que se guardaron muestras de huevos a -80 hasta su análisis de acuerdo con el protocolo de Sarih et al., (2019). También se determinaron los parámetros productivos como: fecundidad por hembra (huevos/Hembra) y Fecundidad relativa (nº de huevos por kg de hembra). Por otro lado, desde la UCA se ha participado en esta tarea colaborando en la toma de muestras de sangre y en la determinación de valores de cortisol plasmático, glucosa, lactato y triglicéridos así como los niveles de hormonas sexuales como el estradiol (E2), Testosterona (T); 11-ketotestosterona (11-KT), la hormona esteroide de inducción de la maduración progestageno 17,20\_-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17,20Beta-P o (MIS) y la hormona luteinizante (LH) siguiendo protocolos de kits comerciales ELISA (SIGMA, Cayman).

### **Resultados obtenidos**

Durante la primera anualidad se ha llevado a cabo el diseño y compra de los equipos necesarios para la completar el sistema de recirculación, así como la maduración del mismo ubicado en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC, situadas en la FCPCT. Igualmente, y consecuencia de la pérdida de ejemplares reproductores durante el verano de 2022, se ha dedicado presupuesto a la compra de ejemplares nuevos a pescadores artesanales locales, que fueron sometidos a un proceso de aclimatación y cuarentena.



**Foto 8.** Estructura de control de Fotoperiodo



**Foto 9** Sistema RAS



Foto 10. Captura y transporte de nuevos reproductores



Foto 11. Nuevos ejemplares reproductores

En cuanto a los resultados de evolución del tamaño del oocito en las hembras a lo largo de la estación reproductiva, tanto en la anualidad 2022 como en la 2023, se encontró un alto porcentaje de hembras con oocitos vitelogénicos durante los meses de Julio y Agosto, evidenciándose en 2022 un abrupto descenso del porcentaje de hembras maduras en el mes de Septiembre, tras el evento de fallo en el agua y mortalidad de algunos ejemplares, recuperándose este porcentaje durante el mes de octubre. En la anualidad 2023, se ha conseguido un adelanto en el desarrollo oocitario y la consecuente obtención de puestas viables con comienzo en el mes de Abril (un mes y medio antes que para la anualidad 2022).

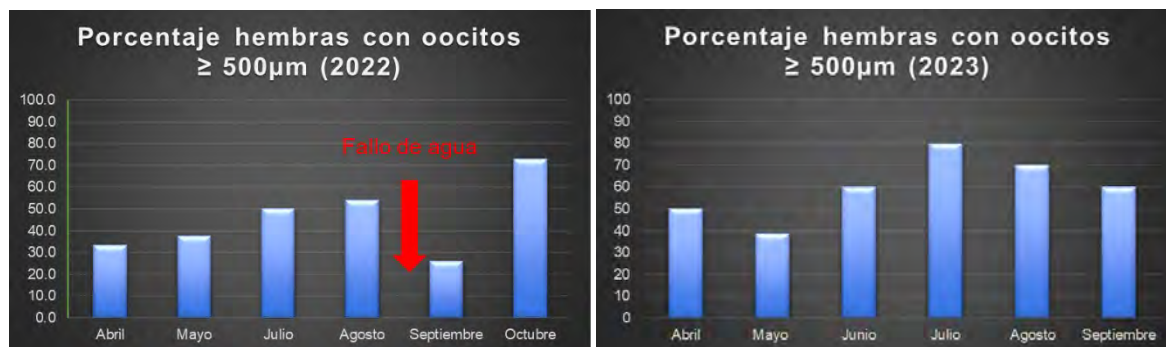
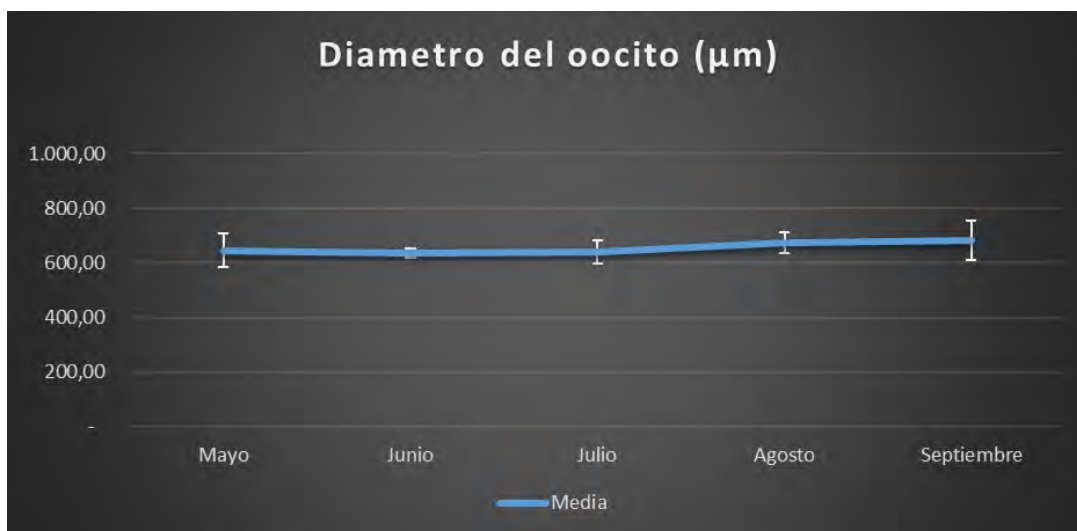


Fig. 1 Evolución del porcentaje de hembras maduras de *S. dumerili* a lo largo de la estación reproductiva en las anualidades 2022 y 2023.

En cuanto a los parámetros productivos, en la anualidad de 2022 se obtuvieron un total de 20 puestas y algo más de 10 millones de huevos a lo largo de la estación de puesta natural de la especie.

En lo que respecta a los datos de 2023, se han obtenido un total de 70 puestas de esta especie, consiguiéndose la obtención de puestas viables en los individuos salvajes capturados el año anterior, tras tan solo un año en cautividad. La fecundidad ha dependido en gran medida de cada hembra obteniéndose una media de 212.000 huevos por hembra y más de 13.000 huevos /Kg hembra y día.



**Fig. 2** Evolución del tamaño del oocito en 5 de las hembras reproductoras de *S. dumerili*, a lo largo de la estación reproductiva.



**Fig. 3** Fecundidad media (huevos/ hembra/día) en 5 hembras reproductoras de *S. dumerili*.





Fig. 4 Fecundidad media relativa (huevos/Kg hembra/día) en 5 hembras reproductoras de *S. dumerili*.

El estudio de los parámetros morfométricos de los huevos dio como resultado un diámetro medio del huevo de  $1,12 \pm 0,05$  mm y de la gota lipídica de  $0,26 \pm 0,02$  mm.

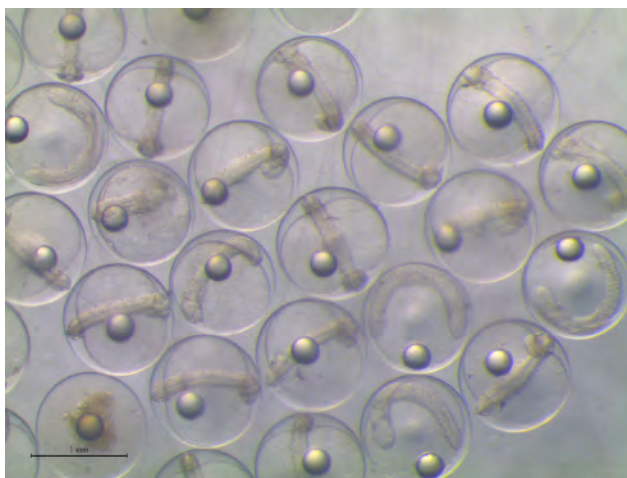


Fig. 5 Huevos embrionados de *S.dumerili*.

El porcentaje de huevos viables producido por cada una de estas hembras, se situó entre el 40 y el 60%, siendo más alto en las hembras más jóvenes. Por otro lado, el nivel máximo de eclosión de la fracción viva se situó en torno al 98%, con una supervivencia a los 3 y 5 días en torno al 80 y 60%, respectivamente.

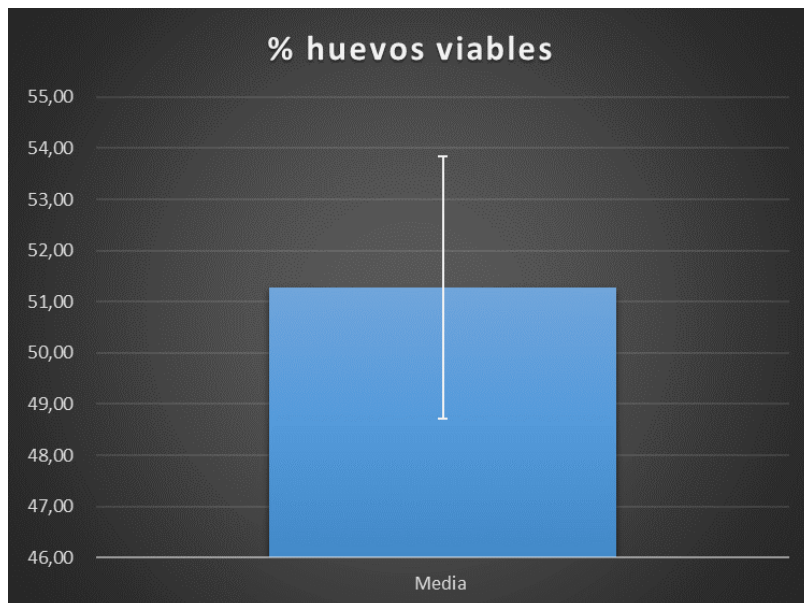


Fig. 6 Porcentaje de huevos viables producidos por 5 hembras reproductoras de *S. dumerili*.

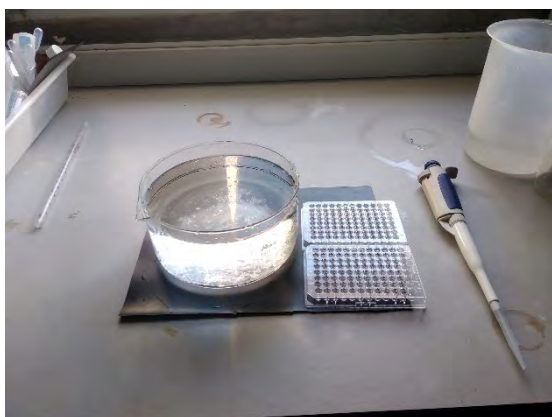


Fig. 7 Niveles máximos de eclosión y supervivencia larvaria obtenidos a partir de puestas de *S. dumerili*.

Adicionalmente, se han conseguido de media alrededor de 4 puestas por inducción y hembra, llegándose a obtener una fecundidad máxima acumulada de hasta 1,400,000 huevos/hembra/inducción.

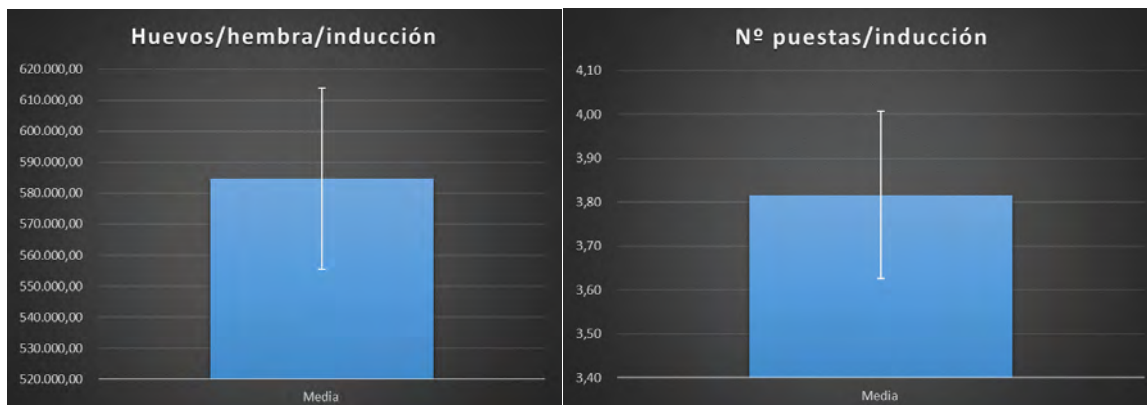
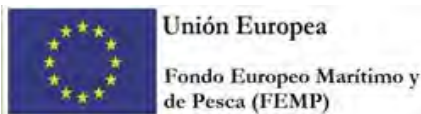


Fig. 8. Número de puestas por inducción y fertilidad acumulada por inducción en hembras de *S. dumerili*.

### ***Incidencias***

Durante los meses de puestas naturales de seriola (julio-septiembre 2022) se ha producido la pérdida de la mitad del stock de reproductores por dos fallos eléctricos consecutivos en la estación de bombeo (días 12/08 y 17/08/2022) provocando la muerte de 15 ejemplares reproductores, por lo que ha sido necesario derivar parte de los fondos dedicados a esta actividad a la compra y reposición de reproductores de seriola y readaptación de la tarea.

### ***Tarea 2.2 Avances para el diseño de dietas de reproductores de Seriola (Líder: ULPGC).***

***Entidades participantes: ULPGC, UCA***

### ***Descripción de las tareas y trabajos realizados***

Para esta tarea se contó con la colaboración de la empresa **Skreting España S.A** que aportó 1500kg de los piensos para los ejemplares reproductores destinados a la prueba y la empresa **BEDSON ESPAÑA S.A** quien ha suministrado 25 kg del producto relajante además de poner a disposición del proyecto a personal técnico de la empresa para asesorar en el uso del producto.



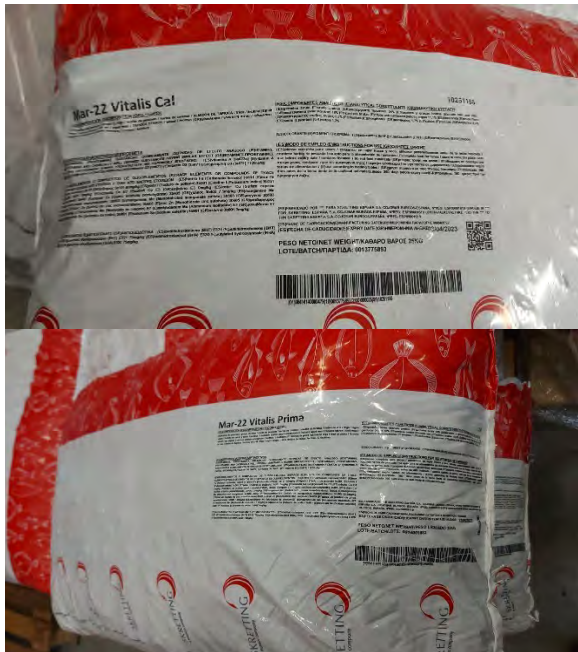


Foto 12. Productos facilitados por las empresas colaboradoras



Foto 13. Muestras de piensos

La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC. Se utilizaron 4 tanques de cultivo de 40.000 litros donde se estabularon 12 ejemplares reproductores de *S. dumerili* (12-15 Kg peso medio y con una relación machos/hembras de 3:1) en cada uno. El sistema empleado fue un sistema abierto en agua de mar con condiciones controladas de caudal y oxígeno gracias a un sistema automatizado de control de parámetros. Los animales fueron muestreados al inicio de la estación reproductiva (mayo) para el registro de peso y talla corporal y estado de madurez y posteriormente de manera mensual para el seguimiento de biopsias gonadales y extracción de sangre. Los peces se alimentaron 5 días por semana al 1% de biomasa de acuerdo a los siguientes tratamientos: 1 tanque se alimentó con pienso comercial (C1, dieta control, Skreting Vitalis Cal, aprox 0,4% Tau + 1% aceite de pescado); otro fue alimentado con dieta control suplementada (C1B, Skreting Vitalis Cal, aprox 0,4% Tau + 1% aceite de pescado + Relajante Bedson (1 gr/kg); el tercer tratamiento consistió en una segunda dieta comercial (C2, Skreting Vitalis Prima, aprox 1% Tau, + 1% aceite de pescado) y finalmente la cuarta dieta consistió en la dieta (C2B, Skreting Vitalis Prima, aprox 1% Tau + 1% aceite de pescado + Bedson (1 gr/kg)).



**Tabla.1.** Composición proximal (% de peso húmedo) de las dos dietas comerciales aportadas a los reproductores de *S.dumerili*.

	Lípidos	Proteína	Ceniza	Humedad
Dieta Vitalis CAL	20,53±1,8	49,54±1,76	10,34±0,06	6,63±0,19
Dieta Vitalis PRIMA	15,3±0,21	53,71±0,57	9,9±0,67	6,71±0,63

Tabla. Perfil de ácidos grasos (expresado en % del total de ácidos grasos identificados), de las dos dietas comerciales aportadas a los reproductores de *S.dumerili*.

	Dieta Vit Cal	Dieta Vit Prima
Saturados	24,78	30,51
Monoenoicos	39,46	32,02
n-3	20,85	23,68
n-6	13,68	13,22
n-9	25,92	18,02
n-3 HUFA	15,90	20,90
ARA/EPA	0,10	0,13
DHA/EPA	1,05	1,52
DHA/ARA	10,18	11,74
PUFA totales	36,81	37,20
n-3/n-6	1,52	1,79
n3PUFA	20,10	22,96
n3 LC PUFA	15,90	20,90
n6PUFA	13,45	12,43
DHA/DPA	30,38	14,91
Oleico/DHA	3,53	1,49
Oleico/n-3 PUFA	1,25	0,75
HUFA	17,14	22,92

Las condiciones cultivo siguieron la fluctuación anual de foto y termo periodo para las condiciones locales de Canarias (27° 59' 28" N; 15° 22' 05" O). Para la obtención de la primera puesta se hizo un seguimiento de la evolución mensual de desarrollo gonadal mediante biopsia y se ensayaron protocolos de inducción de puesta mediante inyección de análogos de GnRH cuando se alcanzó un desarrollo ovocitario superior a 600 micras de diámetro.

El objetivo en esta primera fase del proyecto ha sido el de evaluar los efectos sobre el estrés y consecuentemente sobre los niveles plasmáticos de hormonas sexuales de la suplementación con un aditivo natural (Relaxqua) en dos dietas comerciales con diferentes niveles de taurina y con o sin suplementación de relajante. También se evaluó el efecto de las distintas dietas sobre el éxito de la reproducción (obtención de puestas viables), y sobre la calidad bioquímica de las mismas.



### Resultados obtenidos

A partir del mes de mayo de 2022, inicio de la estación natural reproductiva de la especie, se han realizado un total de 10 muestreos de canulación de los animales para registrar y evaluar la evolución del estado madurativo de los peces, contemplando toda la época de reproducción natural, hasta principios de octubre de 2022.



Foto 14. Biometría de ejemplares



Foto 15. Muestreo conjunto UCA/ULPGC.

El peso medio de los ejemplares ronda los 16kg y la talla total media es 105 cm, los datos detallados por tratamiento se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla. 2** Parámetros biométricos en cada uno de los tratamientos ensayados.

	Trat.1 CAL (C1)	Vit	Trat.2 Vit Cal+ Bd (C1B)	Trat.3- Vit Prime (C2)	Trat.4. Vit Prime+Bd (C2B)
<b>Peso medio (kg)</b>	15.5		16.5	16.13	16.3
<b>Talla total (cm)</b>	105		106	107	105
<b>Macho:Hembra</b>	2:1		2:1	2:1	2:1

La biopsia gonadal de las hembras se ha llevado a cabo con una cánula de 1.3 mm de diámetro interno, y el material obtenido se ha guardado en solución serra para su fijación y posterior evaluación bajo la lupa. Para cada hembra se han medido un mínimo de 30 oocitos por muestra.

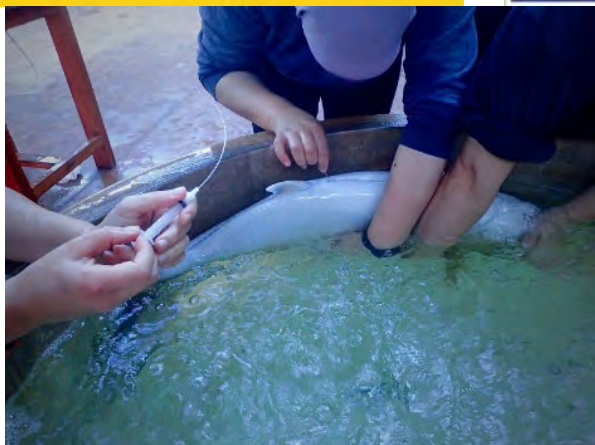
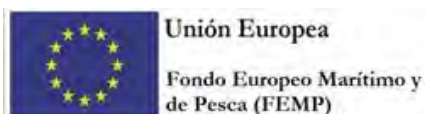


Foto 16. Biopsia gonadal

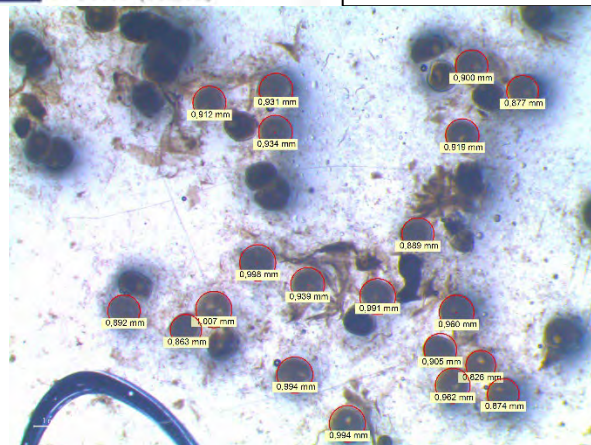


Foto 17. Mediciones de ovocitos

Esto ha permitido seleccionar los ejemplares más idóneos en cada ocasión para la inducción a la puesta, y poder evaluar asimismo el efecto de los tratamientos empleados.

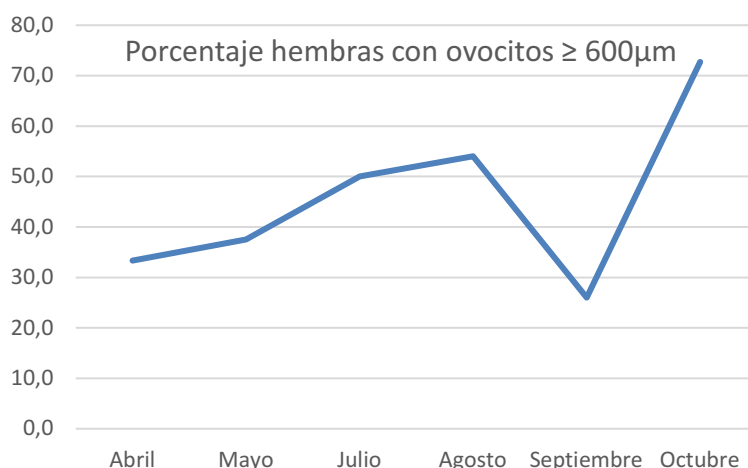
Fig 9. Evolución del desarrollo gonadal en hembras de *Seriola dumerili* (Abril-Octubre 2022).

Tabla. 3 Parámetros reproductivos en cada uno de los tratamientos ensayados.

	Trat.1 Vit CAL (C1)	Trat.2 Vit Cal+ Bd (C1B)	Trat.3-Vit Prime (C2)	Trat.4. Vit Prime+Bd (C2B)
<b>Hembras (&gt;600micras)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Nº Inducciones*</b>	13	12	15	13
<b>Nº de puestas*</b>	0	7	8	5
<b>Nº de huevos*</b>	0	1.643.000	7.600.000	2.389.333

También se han guardado muestras para el control de la calidad de la puesta mediante valoración bioquímica.

Tabla. 4. Composición proximal (% peso húmedo) de los huevos de reproductores alimentados con las diferentes dietas comerciales.

	Lípidos	Proteína	Ceniza	Humedad
Huevos Vitalis CAL	4.84±0.17	9.31±0.09	1.74±0.23	81.28±1.51
Huevos Vitalis PRIMA	5.35±0.25	11.18±0.52	1.37±0.53	81.11±1.55

**Tabla. 5** Perfil de ácidos grasos (expresado en % del total de ácidos grasos identificados), de las puestas de *S.dumerili* provenientes de los reproductores alimentados con cada una de las dos dietas comerciales.

	Puesta Vit Cal	Puesta Vit Prima
Saturados	18,83	22,40
Monoenoicos	38,36	45,64
n-3	24,81	12,01
n-6	16,76	17,10
n-9	29,29	28,75
n-3 HUFA	22,57	10,20
ARA/EPA	0,38	0,49
DHA/EPA	4,55	3,97
DHA/ARA	12,36	8,08
PUFA totales	41,83	31,28
n-3/n-6	1,54	0,70
n3PUFA	24,66	11,80
n3 LC PUFA	22,57	10,20
n6PUFA	16,18	16,78
DHA/DPA	28,55	21,85
Oleico/DHA	1,92	3,85
Oleico/n-3 PUFA	1,23	2,32
HUFA	24,80	11,65

Además de esto, se han tomado muestras mensuales de sangre para la obtención de plasma en 2 hembras y 3 machos seleccionados en cada tanque, para medir la evolución de los niveles de hormonas sexuales plasmáticas y su evolución a lo largo de la estación reproductiva.

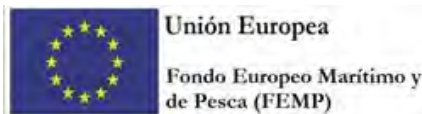


Foto 18. Extracción de sangre y almacenado



#### Determinación de hormonas sexuales:





Esta tarea se ha desarrollado en colaboración con la UCA, colaborando en la toma de muestras de sangre del muestreo final realizado en octubre. Actualmente se han obtenido alrededor de 100 muestras suero recolectadas y mantenidas a -80 grados hasta su análisis en la UCA, que se enviaron por fases para limitar el riesgo de pérdida de este material biológico. Con estas muestras se ha realizado la determinación de valores de glucosa, proteínas, colesterol lactato y triglicéridos y proteínas totales, así como los niveles de hormonas sexuales como el estradiol (E2), 11-ketotestosterona (11-KT), la hormona esteroide de inducción de la maduración progestagena 17,20\_-dihydroxy-4-pregnen-3-one (17,20Beta-P o MIS) y la hormona luteinizante (LH) siguiendo protocolos de kits comerciales ELISA (SIGMA, Cayman).

Por parte de la UCA, se puso a punto de las mediciones hormonales asociadas al experimento de seguimiento mensual del desarrollo gonadal mediante los kits comerciales adquiridos y utilizados previamente en otras especies, dado que ha sido la primera vez que se determinan estos esteroides en las instalaciones de la UCA para la especie objetivo (la seriola). Entre esta puesta a punto, se encuentra la determinación de la metodología de extracción de esteroides plasmáticos y las curvas de calibración de plasma que ha permitido la obtención de resultados fidedignos a lo largo de todo el periodo experimental madurativo escogido atendiendo a lo observado de forma macroscópica mediante las biopsias desarrolladas. Todos los protocolos se llevaron a cabo con éxito, a excepción del factor MIS que no dio señal alguna tras varios intentos y protocolos de extracción y diluciones de muestra. Así mismo, se han desarrollado igualmente protocolos que permitan la medición de parámetros metabólicos (glucosa, triglicéridos, proteínas totales, y lactato) en ejemplares reproductores, no realizados previamente.

Una vez obtenidas las diluciones óptimas para la determinación de los parámetros mencionados anteriormente, los resultados de los niveles de estradiol mostraron un aumento en ambos sexos durante la estación reproductiva hasta sus niveles máximos en el mes de Julio, para después descender durante los meses de Agosto y Septiembre, lo cual concuerda con el marcado descenso en el porcentaje de hembras con oocitos vitelogenicos registrado en el mes de Septiembre.

En cuanto a los niveles hormonales de estradiol (E2) en función del tratamiento, no se detectaron diferencias por la suplementación con el aditivo.



Fig. 10. Niveles de estradiol plasmático en los ejemplares reproductores de *S. dumerili* a lo largo de la estación reproductiva.

En cuanto a los niveles de 11 ketotestosterona, en los machos se detectó un brusco descenso a lo largo de la estación reproductiva, con niveles mínimos registrados en Septiembre, al igual que para el estradiol, sin detectarse diferencias evidentes entre tratamientos. Los niveles de hormona luteneizante (LH) sufrieron la misma tendencia para ambos sexos, con niveles mínimos también en septiembre, sin evidenciarse diferencias notables entre tratamientos.

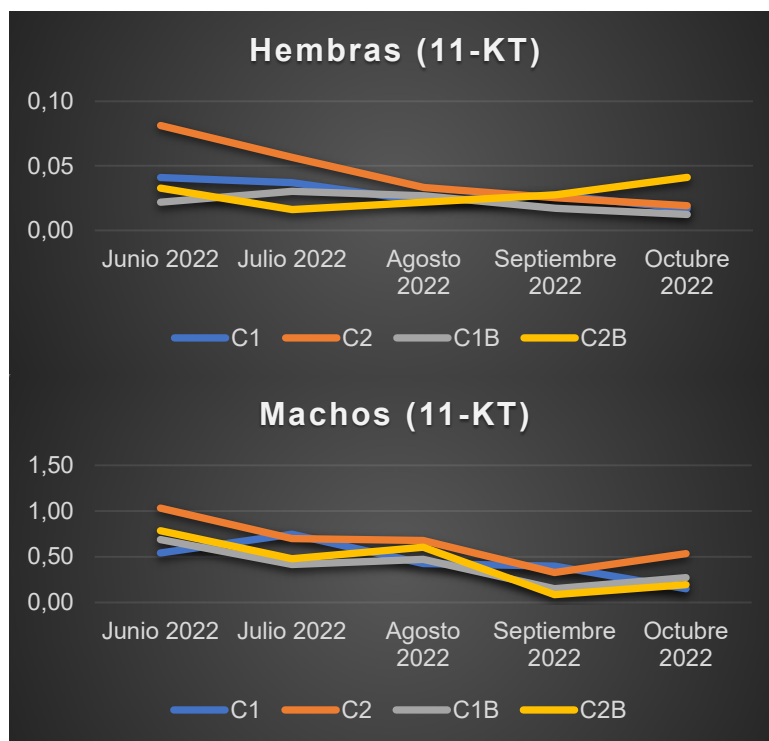
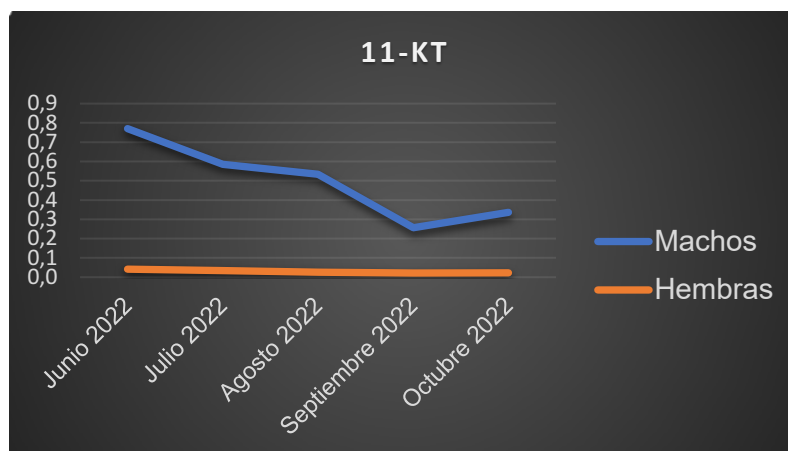


Fig. 11.. Niveles de 11-ketotestosterona en ejemplares reproductores de *S.dumerli*.

Los niveles de hormona luteneizante sufrieron la misma tendencia para ambos sexos, con niveles mínimos también en septiembre, sin evidenciarse diferencias notables entre tratamientos.



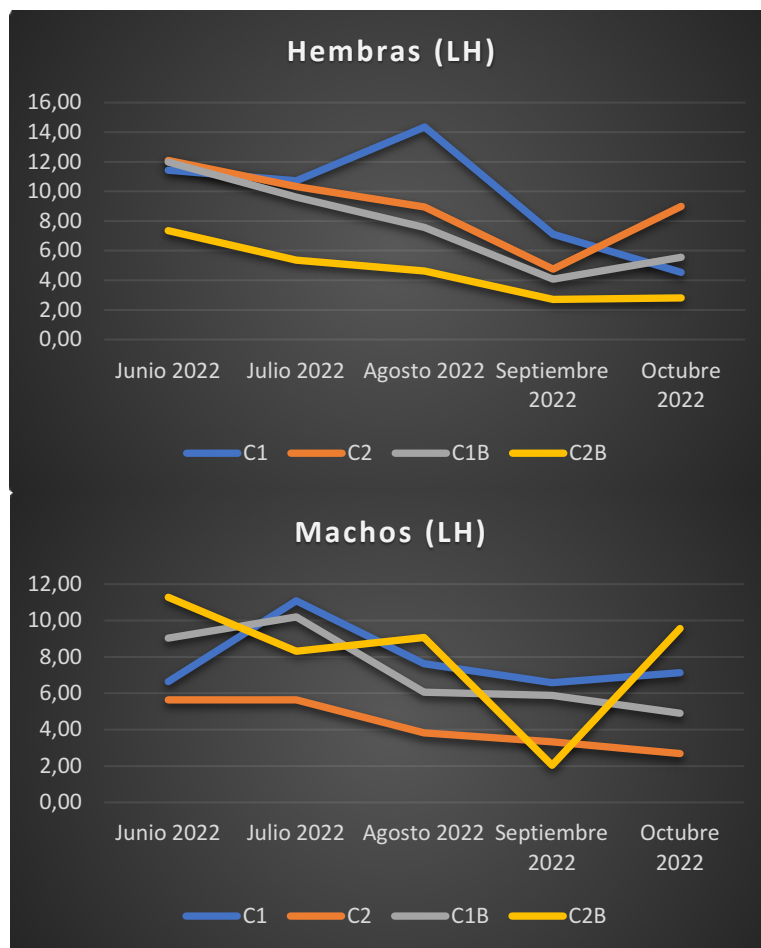
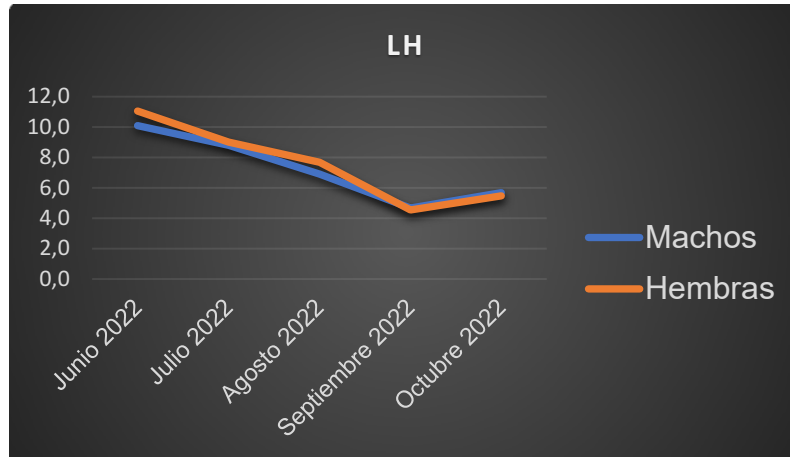
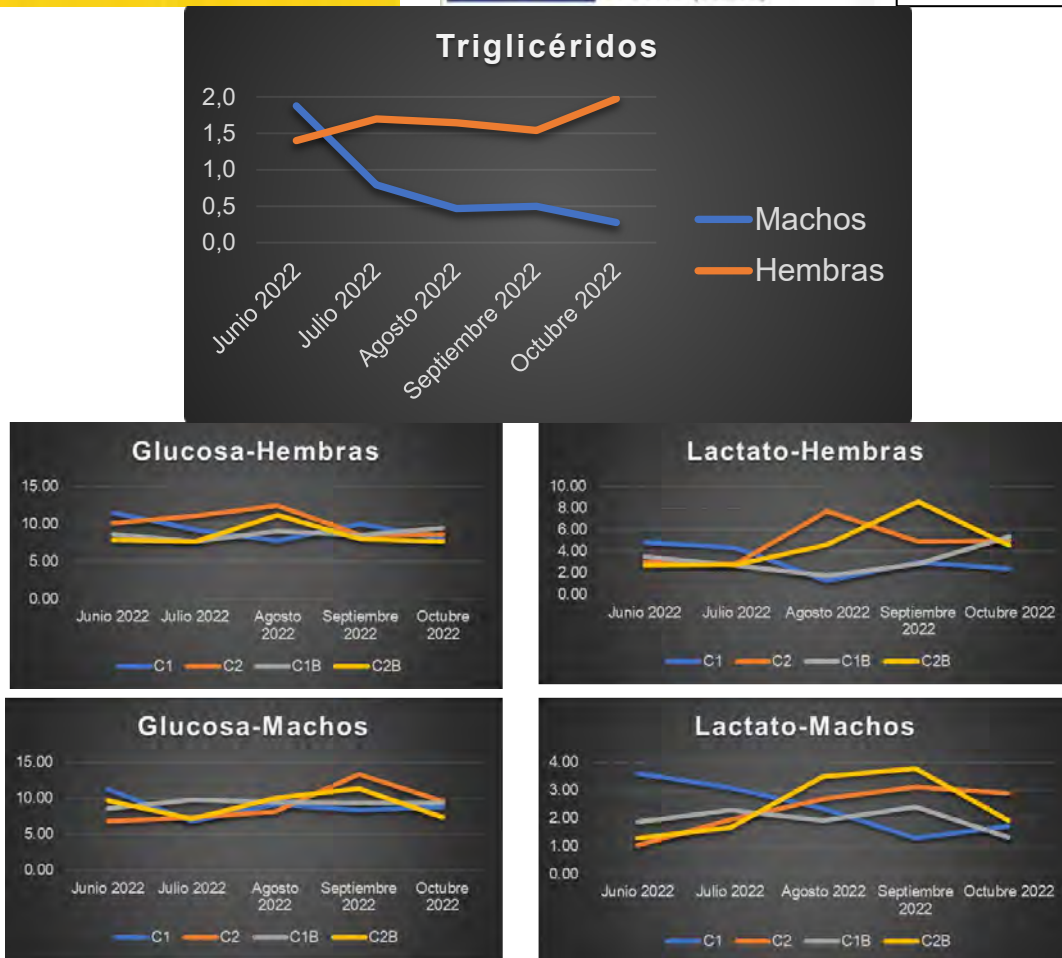


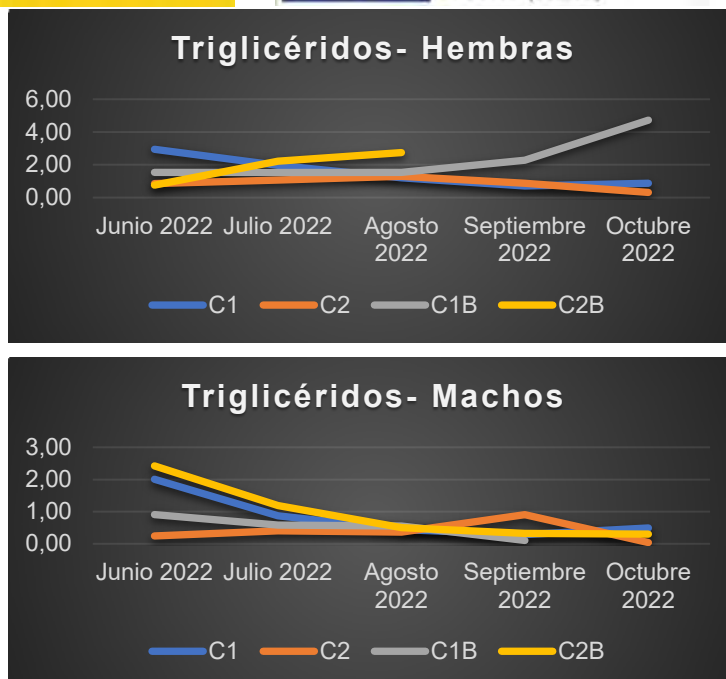
Fig. 12. Niveles de hormona luteneizante en ejemplares reproductores de *S.dumerli*

En cuanto a los niveles de metabolitos en plasma, también se detectaron ligeras diferencias por el tipo de dieta comercial pero no por la suplementación con el aditivo Bedson. De esta manera, los niveles de glucosa y lactato fueron mas altos para ambos sexos en los animales alimentados con la dieta C2.

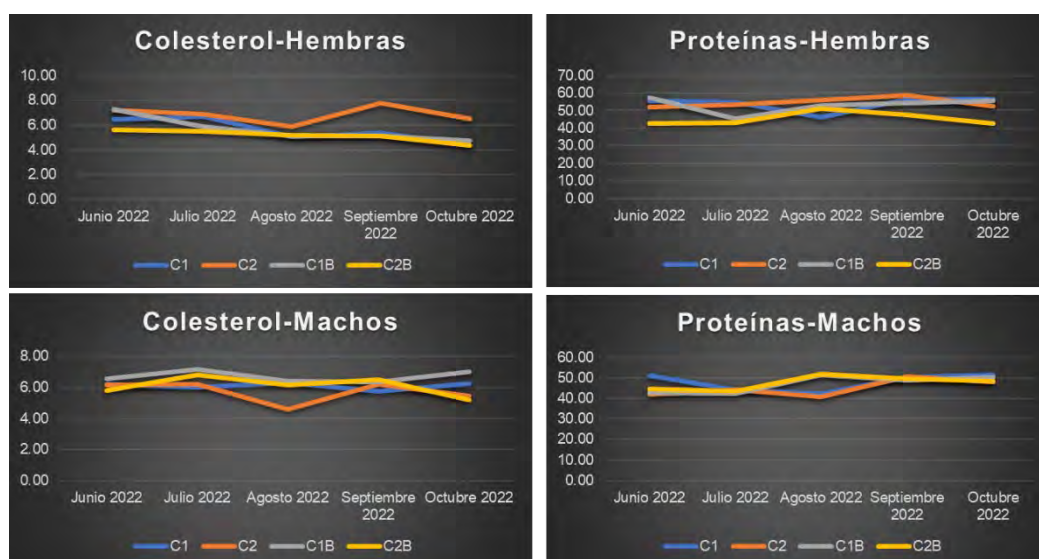


**Fig. 13.** Niveles de glucosa y lactato plasmáticos (mM) en reproductores de *S.dumerii*.

Los niveles de triglicéridos mostraron una evolución contraria entre hembras y machos, las primeras mostrando un aumento de los niveles a lo largo de la estación reproductiva. En el caso de las hembras, se pudo ver una tendencia con un mayor nivel de triglicéridos para los tratamientos con bedson.

Fig. 14.. Niveles de triglicéridos plasmáticos (mM) en reproductores de *S.dumerili*

Por otro lado, tanto el colesterol como las proteínas en plasma mostraron niveles estables a lo largo del periodo experimental, sin diferencias entre sexos ni entre tratamientos.

Fig. 15 Niveles de colesterol (mM) y proteínas plasmáticos (mg/ml) en reproductores de *S.dumerili*.

### ***Incidencias***

Durante los meses de puestas naturales de seriola (julio-septiembre 2022) se ha producido la pérdida de la mitad del stock de reproductores por dos fallos eléctricos consecutivos en la estación de bombeo (días 12/08 y 17/08/2022) provocando la muerte de 15 ejemplares reproductores, por lo que se han reajustado el número de ejemplares a muestrear.

**Tarea 2.3 Control biológico del protocolo de cultivo larvario (Lider: ULPGC).**

Entidades participantes: ULPGC; UCA

Descripción de las tareas y trabajos realizados:

La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC. Se utilizó un total de 174000 huevos de seriola (29000 huevos/tanque) procedentes de las puestas obtenidas de reproductores propios. Se desarrolló un cultivo larvario estándar en tanques de 2000l (Foto 19) en base a los protocolos de cultivo pre-establecidos por el GIA hasta 17 dph (Figura X).



Foto.19: Tanques de 2m<sup>3</sup> utilizados para la cría larvaria de *Seriola* (IU-ECOQUA, ULPGC, España)

Se evaluó la adición de bacterias probióticas comerciales (cepas de *Bacillus sp.*) en el medio de cultivo y las presas vivas aportadas desde la eclosión hasta el final del cultivo frente al tratamiento control establecido. Los tratamientos se ensayaron por triplicado. Se establecieron tres puntos muestrales a 4, 9 y 17 dph. Se tomaron 30 larvas por tanque para peso fresco y talla, 10 para histología, 5 para expresión génica, 30 para análisis de microbioma. Asimismo, se recogieron muestras de agua para análisis de microbioma en el medio de cultivo. Además, al final del experimento se estimó la supervivencia final por tratamiento. Estas larvas se utilizaron para la posterior evaluación de las deformidades esqueléticas, para los análisis bioquímicos y para la realización del test de resistencia al estrés por aumento de la salinidad.

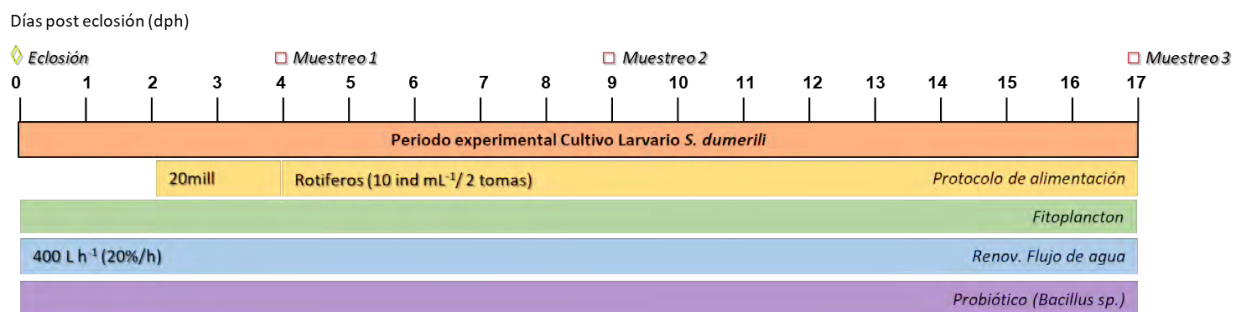
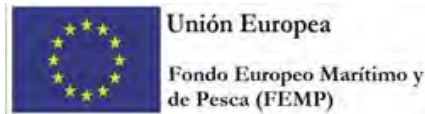


Fig. 16: Protocolo establecido de cultivo y cría larvaria de *S. dumerili*





### Resultados obtenidos:

#### Crecimiento y supervivencia

Las larvas alimentadas con el tratamiento Control mostraron un tamaño mayor tanto en talla como en peso, aunque sin diferencias estadísticas significativas (Figura 17,  $P > 0.05$ ). Asimismo, la adición del probiótico no señala diferencias significativas en el porcentaje de larvas con alimento en su estómago ni en la incidencia de aparición de larvas con vejiga (Figura 18,  $P > 0.05$ ). Por otro lado, la supervivencia larvaria, no muestra diferencias significativas entre tratamientos pero sí una tendencia en las larvas alimentadas con el probiótico (Figura 19,  $P > 0.05$ ).

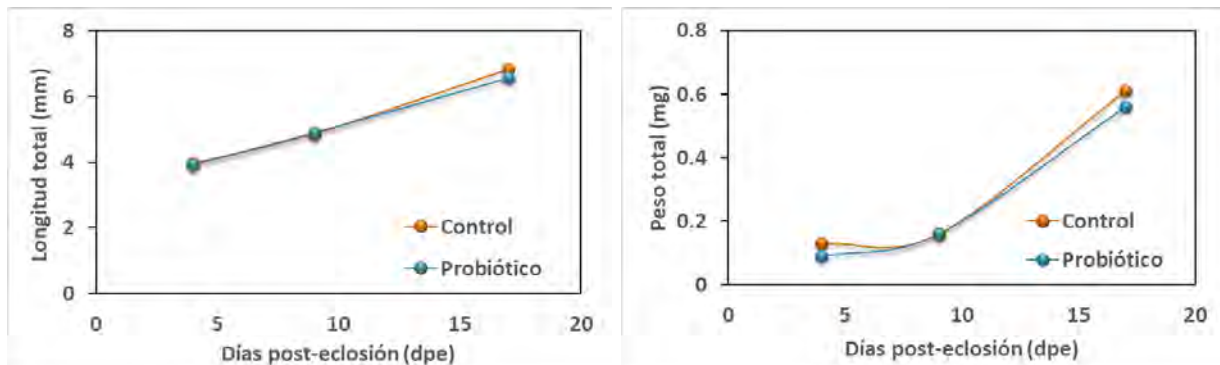


Fig.17: Longitud total (mm) y peso total (mg) de las larvas de *S. dumerili* a 4, 9 y 17 dpe ( $P > 0.05$ )

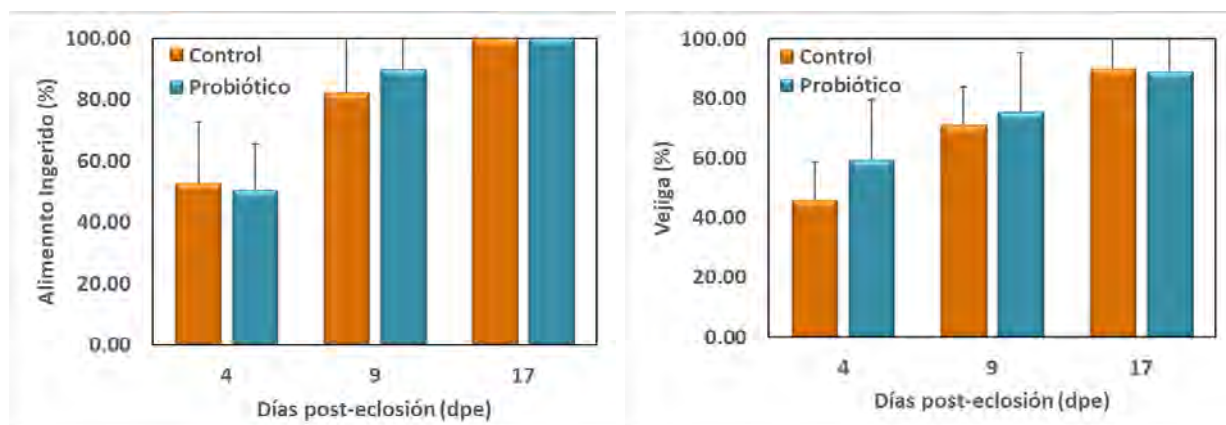


Fig.18: Porcentaje de las larvas de *S. dumerili* con alimento (rotíferos *Brachionus sp.*) en el estómago y vejiga natatoria funcional ( $P > 0.05$ )

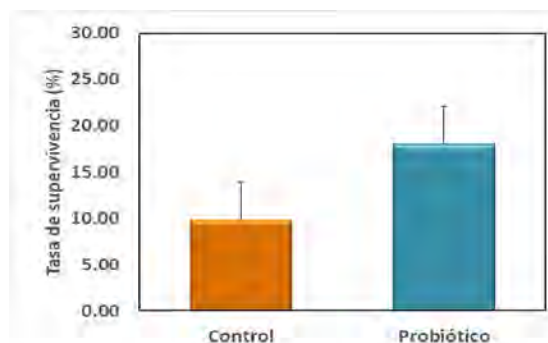


Fig.19 : Tasa de supervivencia (%) de las larvas de *S. dumerili* a 17 dpe ( $P > 0.05$ )





### **Tarea 2.4 Identificación de los requerimientos nutricionales de *Taurina* (Líder: ULPGC).**

*Entidades participantes:* ULPGC, UCA

#### *Descripción de las tareas y trabajos realizados*

La experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC. Se utilizaron huevos de seriola procedentes de las puestas obtenidas de reproductores propios. El cultivo larvario desde la eclosión hasta los 25-30dpe se realizó en base a los protocolos de cultivo pre-establecidos por el GIA. A los 30dpe, 2700 larvas producidas en tanques comunitarios con un peso seco inicial de  $3.63 \pm 0.51$  mg y una longitud total inicial de  $8.70 \pm 0.51$  mm fueron sembradas aleatoriamente en 12 tanques cilíndricos de fibra de vidrio y color gris de 200 L (Foto20) en grupos de 225 larvas por tanque (5 tratamientos por triplicado).

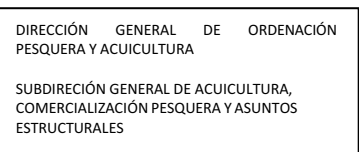
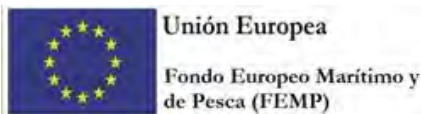


**Foto 20.** Tanques cilíndricos de 200L de la unidad de ensayo de alimentos en el PCTM, Taliarte

Los tanques estaban equipados con aireación continua y una entrada de agua en la parte inferior que suministraba agua de mar filtrada y esterilizada (37 psu). El flujo de renovación de agua se incrementó desde 0.83 L/min a 30 dpe a 2.5 L/min hasta finalizar el experimento. La temperatura y el oxígeno fueron monitorizados diariamente con una sonda multiparamétrica (Handy Polaris, Oxyguard International, Birkerød, Denmark). Sus valores oscilaron entre  $23.02 \pm 0.21$  °C y  $6.16 \pm 0.24$  mg/ml, respectivamente. Se estableció un fotoperiodo de 12:00 h de luz (07:30 a 19:30 h) proporcionado por una luz fluorescente artificial con una intensidad de entre 1000-1500 lux.

Se evaluó la inclusión de 4 niveles crecientes de *Taurina* (0% a 4%) en una microdieta experimental. Las larvas se alimentaron manualmente cada hora de 8:00-19:00h.

Al inicio del experimento se tomaron muestras iniciales de 70 larvas (30 larvas para peso fresco y talla, 10 para histología, y una muestra de 6 larvas para la expresión génica (Total larvas en las muestras iniciales: 46 larvas). A día 7 del experimento, se cogieron por cada tanque, 20 larvas para peso fresco y talla, estas mismas larvas se utilizaron para análisis histológicos (5 larvas), genéticos (5 larvas) y bioquímicos (10 larvas). Al final del experimento, se utilizaron 30 larvas por tanque para peso fresco y talla, 10 larvas para histología, 10 larvas para bioquímica, 5 larvas para genética y las larvas sobrevivientes restante en los tanques se utilizaron para el estudio osteológico y test resistencia al estrés por salinidad. Desde la UCA se participó en esta tarea colaborando en la toma de muestras para determinar valores de expresión génica de genes relacionados con el bienestar y salud.

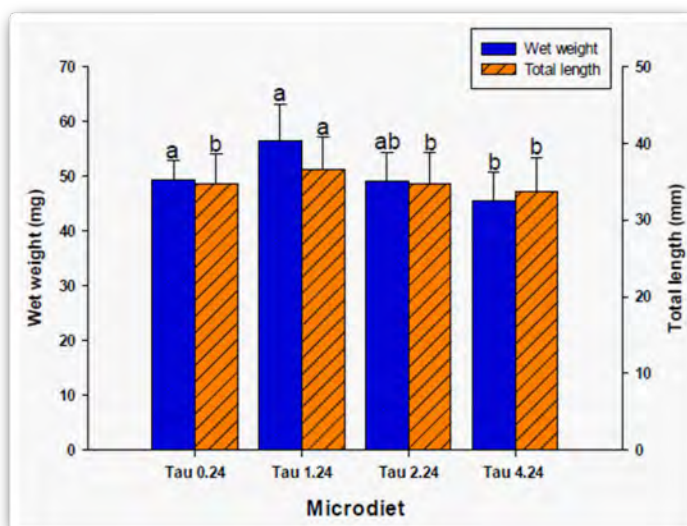


Durante el periodo experimental, los tanques fueron sifonados diariamente para retirar las heces, los restos de alimento y la mortalidad hallada. Asimismo, la grasa provista en superficie también fue eliminada con un desengrasador manual.

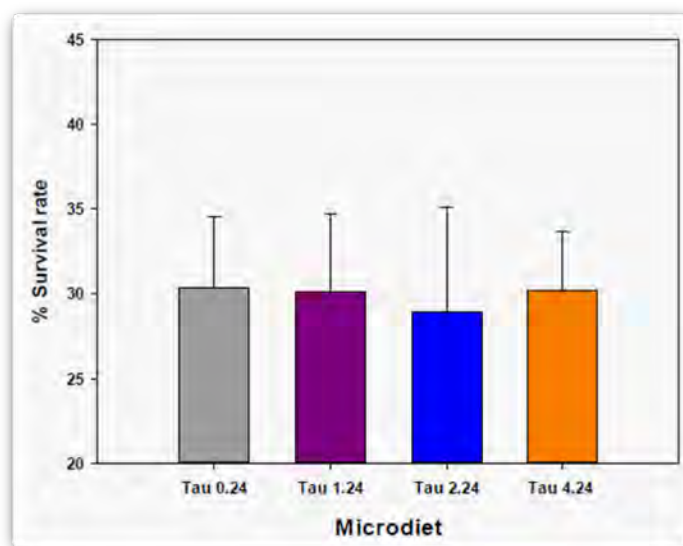
### Resultados obtenidos

#### Crecimiento y supervivencia

La longitud total y el peso húmedo de las larvas *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas con diferentes niveles de taurina se muestran en la Figura 3. Las larvas alimentadas con la microdieta Tau 1.24 mostraron una talla y un peso significativamente mayor ( $P < 0.05$ ) que el resto de las larvas alimentadas con las restantes microdietas. Asimismo, la ganancia de peso total durante el experimento, así como la ganancia de peso diaria son mayores significativamente ( $P < 0.05$ ) en larvas alimentadas con esta misma microdieta. Sin embargo, la tasa de supervivencia no se vio afectada por el nivel de taurina en las microdietas, mostrando valores similares entre el 28.9-30% (Figura 4).



**Fig.20:** Peso húmedo (mg, eje y izquierdo) y longitud total (mm, eje y derecho) en larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (media  $\pm$  SD, n = 3).



**Fig. 21:** Tasa de supervivencia en larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (media  $\pm$  SD, n = 3).

### Composición proximal

La composición proximal de las larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con diferentes microdietas experimentales se muestra en la Tabla 1. Al final del periodo experimental, se observó que el contenido de proteína cruda de las larvas tendió a aumentar gradualmente mientras que el contenido de lípidos crudos tendió a disminuir con el aumento de taurina en la dieta. Asimismo, el contenido de proteína cruda de las larvas del tratamiento Tau 4.24 fue significativamente ( $P < 0.05$ ) mayor que el de los tratamientos Tau 0.24 y Tau 1.24. Por el contrario, el contenido de lípidos crudos de las larvas de los tratamientos Tau 4.24 fue significativamente ( $P < 0.05$ ) más bajo que los de Tau 0.24. El contenido de humedad de los experimentos Tau 0.24, Tau 1.24 y Tau 2.24 fue significativamente ( $P < 0.05$ ) más bajo que el del grupo Tau 4.24. El contenido de cenizas no fue significativamente diferente entre tratamientos ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 6:** Composición proximal (% de materia seca) de larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (medias  $\pm$  DE, n=3).

	Microdieta			
	Tau 0.24	Tau 1.24	Tau 2.24	Tau 4.24
<i>Composición proximal (%)</i>				
Lípidos	12.81 $\pm$ 0.57 <sup>a</sup>	10.83 $\pm$ 0.29 <sup>ab</sup>	10.83 $\pm$ 0.18 <sup>ab</sup>	9.87 $\pm$ 0.88 <sup>b</sup>
Proteína	75.26 $\pm$ 0.14 <sup>c</sup>	76.87 $\pm$ 0.23 <sup>bc</sup>	78.53 $\pm$ 0.38 <sup>ab</sup>	79.66 $\pm$ 1.20 <sup>a</sup>
Humedad	80.18 $\pm$ 0.26 <sup>b</sup>	80.38 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	80.57 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	81.82 $\pm$ 0.03 <sup>a</sup>
Cenizas	12.20 $\pm$ 0.60	13.56 $\pm$ 1.75	13.42 $\pm$ 0.47	13.71 $\pm$ 1.52

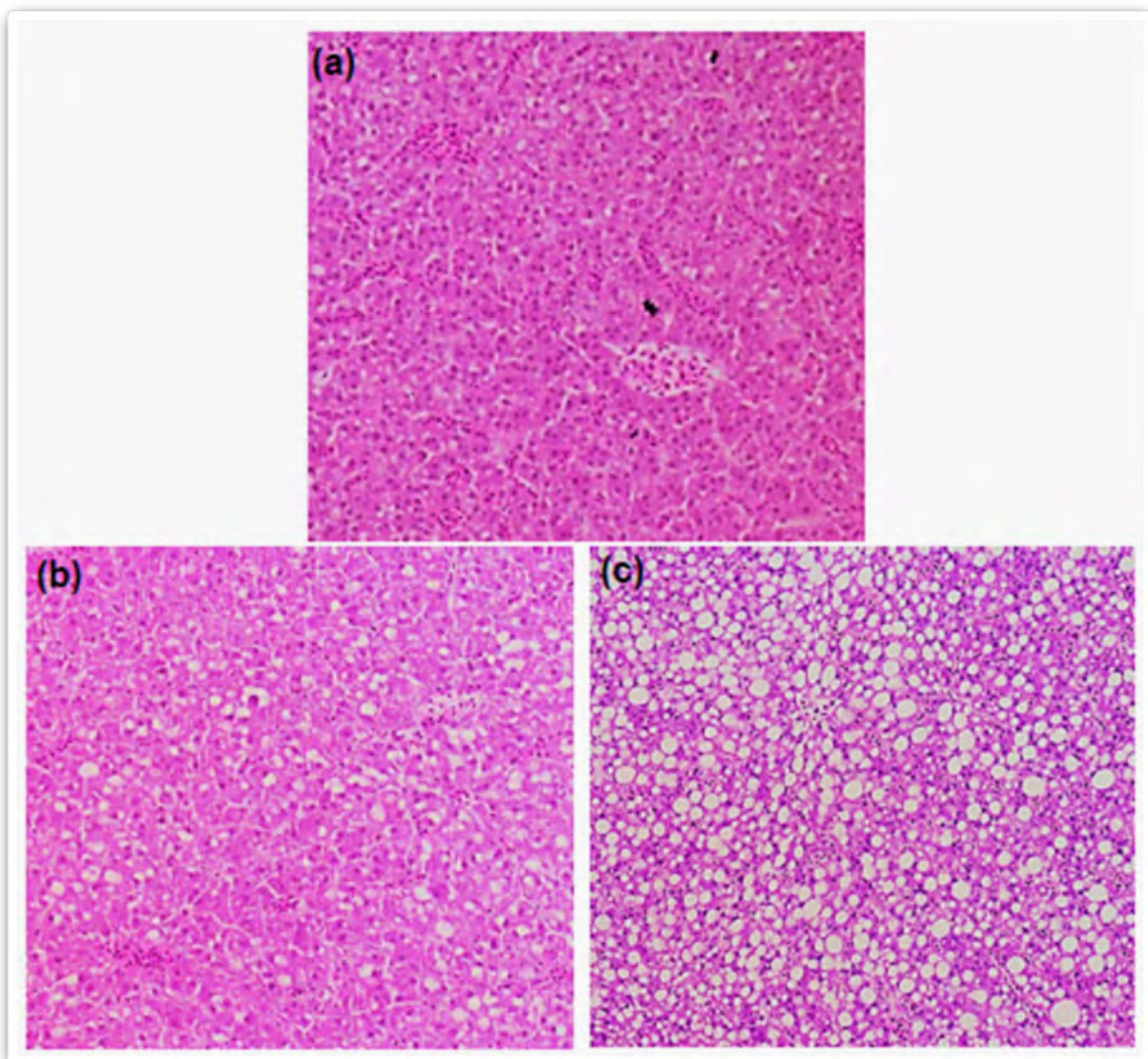
### Histología

La vacuolización de los hepatocitos aumenta gradualmente con el aumento de la taurina en la dieta. Se observaron diferencias significativas en la vacuolización de hepatocitos en el hígado de larvas alimentadas con las diferentes microdietas (Figura 5). La vacuolización de hepatocitos fue



significativamente ( $P < 0.05$ ) mayor en el tratamiento Tau 4.24 en comparación con el grupo Tau 0,24, mientras que no hubo diferencias significativas entre el resto de los tratamientos.

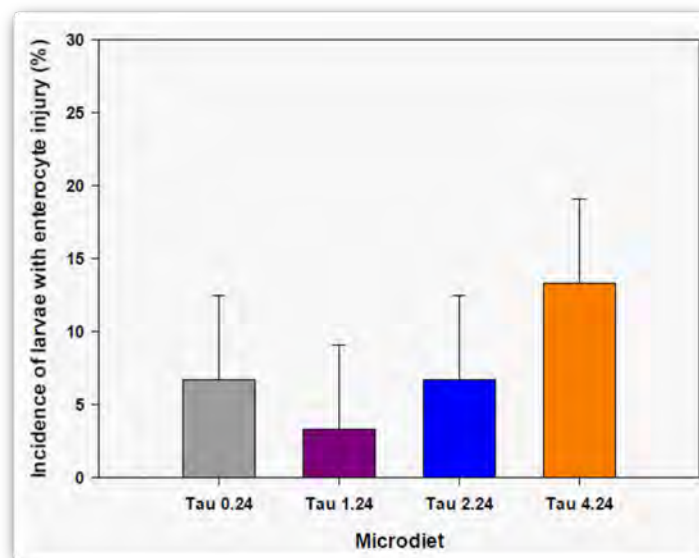
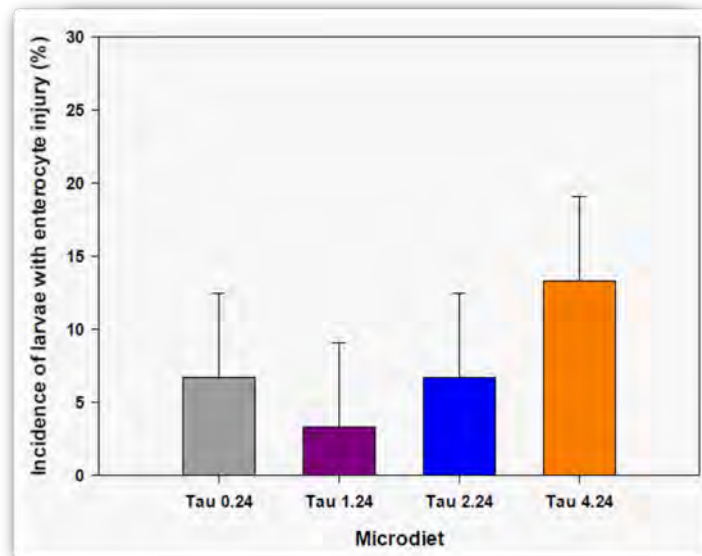
Los cambios histológicos de los hepatocitos se pueden ver claramente en la Figura 5. En el tratamiento Tau 0.24, la mayoría de los hepatocitos son pequeños con pocas vacuolas pequeñas en su citoplasma y un núcleo en posición central (Figura 5.a). En los tratamientos Tau 1.24 y Tau 2.24, los hepatocitos están agrandados con vacuolas en su citoplasma, o una vacuola grande. Presentan un núcleo desplazado hacia la periferia en la mayoría de los (Figura 5.b). Sin embargo, en el tratamiento Tau 4.24, casi todos los hepatocitos están agrandados y el citoplasma aparece vacío debido a la presencia de grandes vacuolas. Su núcleo se encuentra desplazado hacia la periferia (Figura 5.c). Por otro lado, se observaron lesiones intestinales a lo largo de diferentes regiones intestinales en larvas alimentadas con diferentes microdietas sin diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos y la incidencia promedio de lesiones fue de 3.3-13.3% (Figura 6).



**Fig.22:** Cortes histológicas de tejido hepático (Tinción H&E) de las larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (media  $\pm$  SD,  $n = 3$ ). (a) Muestra recolectada del tratamiento Tau 0.24 que muestra una puntuación de 0 (vacuolización hepática normal): los hepatocitos son pequeños, con pocas vacuolas pequeñas en su citoplasma y posición central de su núcleo. (b) Muestra del tratamiento Tau 1.24, que muestra una puntuación de 1

(vacuolización hepática moderada): los hepatocitos están ligeramente agrandados, con vacuolas en su citoplasma, o una gran vacuola y su núcleo está desplazado hacia la periferia en la mayoría de los hepatocitos. (c) Muestra del tratamiento Tau 4.24, que muestra una puntuación de 2 (vacuolización hepática severa): Casi todos los hepatocitos están agrandados, el citoplasma aparece "vacío" debido a la presencia de grandes vacuolas y su núcleo está desplazado hacia la periferia.

**Fig 22:** Vacuolización de hepatocitos en el hígado en larvas de *S. dumerili* a 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (media  $\pm$  SD, n = 3)



**Figura 23:** Incidencia de larvas de *S. dumerili* con presencia de lesiones en enterocitos (%) de 44 dph alimentadas con microdietas que contenían diferentes niveles de taurina (medias  $\pm$  SD, n = 3).



### Anomalías esqueléticas

La incidencia más alta ( $P < 0.05$ ) de anomalías esqueléticas severas totales se encontró en larvas alimentadas con el tratamiento Tau 4.24. La mayoría de las anomalías esqueléticas agudas fueron alteraciones en las regiones prehemales y hemales, relacionadas principalmente con la fusión y compresión de cuerpos vertebrales adyacentes, deformación de cuerpos vertebrales y cifosis. La disminución de la taurina en la dieta de 4.24 g a 2.24-1.24 g en 100 g de dieta redujo significativamente ( $P < 0.05$ ) las anomalías esqueléticas graves totales y las anomalías de las vértebras prehemales (Figura 8. a,b). Por el contrario, la disminución adicional del nivel de taurina a 0.24 g en 100 g de dieta significativamente ( $P < 0.05$ ) aumentó el total de anomalías esqueléticas graves (Fig 24:). No se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en las anomalías vertebrales y las anomalías de las vértebras hemales entre los distintos tratamientos de taurina (Figura 8. c, d).

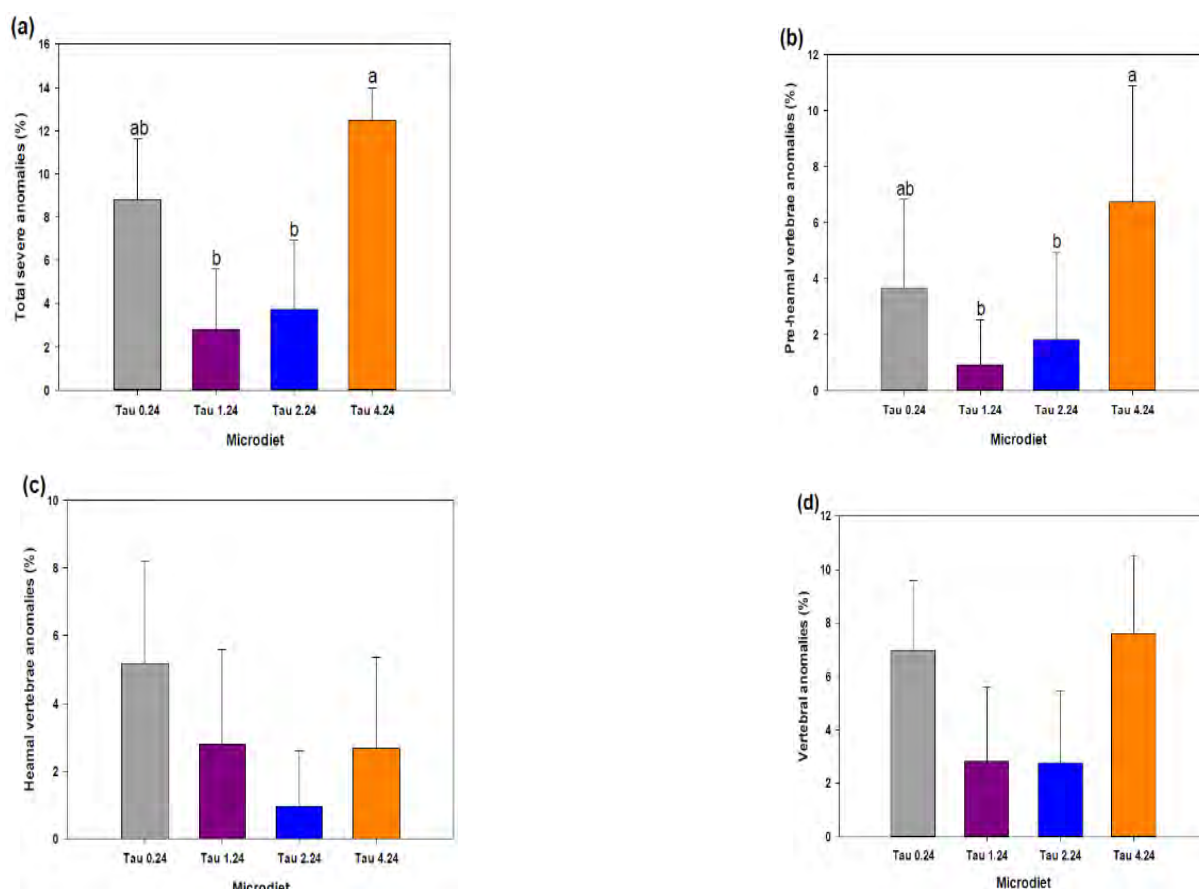
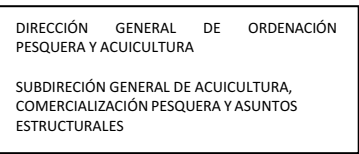
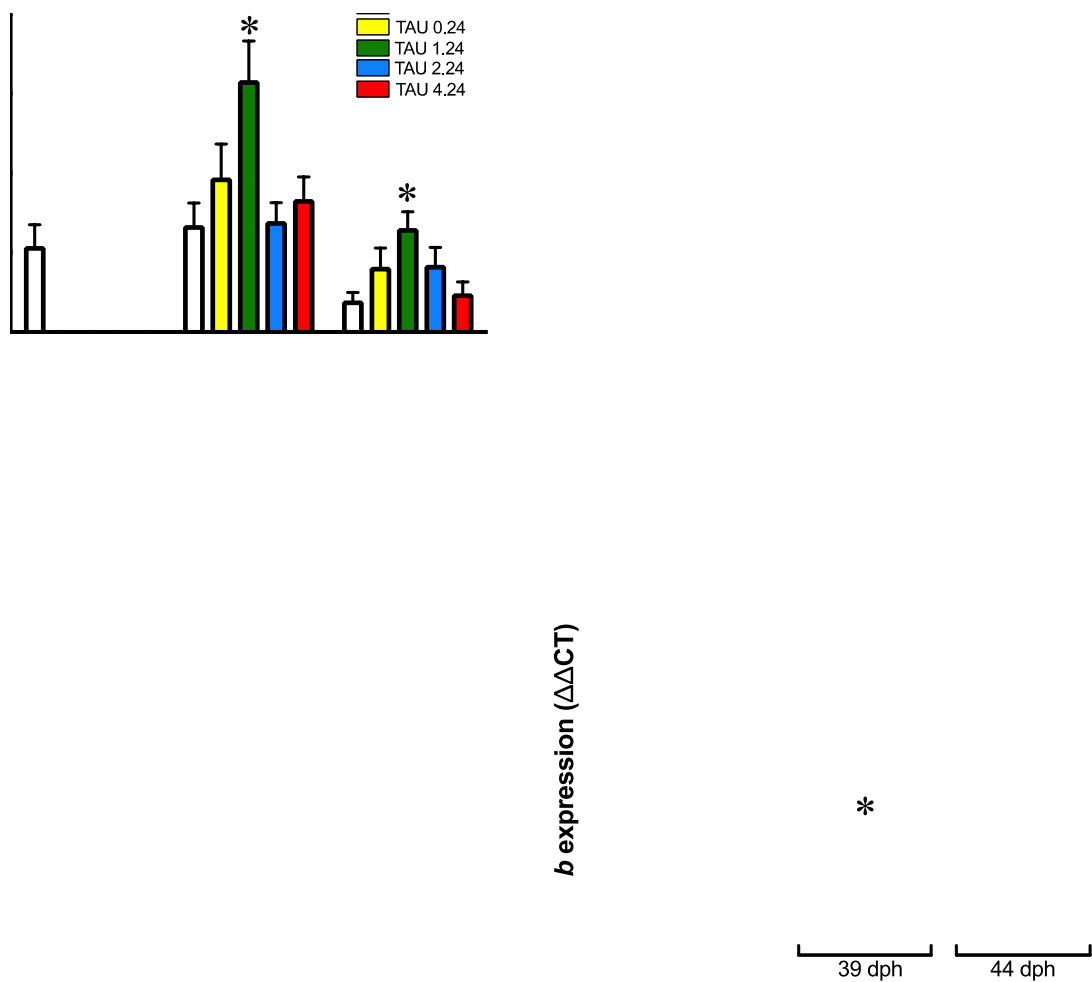


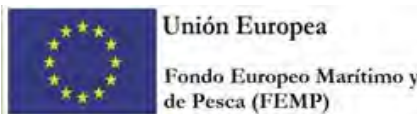
Figura 24: Anomalia esqueléticas



Por parte de la UCA, se han completado los análisis de expresión, mostrándose diferencias estadísticamente significativas producidas tanto por la dieta como por el tiempo/edad de los animales y su interacción. La Figura 25 muestra algunos de estos resultados, manifestándose, con respecto al grupo control (CT) sin suplementación, un posible mayor potencial de crecimiento de los animales alimentados con la dosis de Taurina al 1,24% tal y como revelan los mayores niveles de expresión del gen codificante para la hormona del crecimiento (*gh*), el factor de crecimiento insulínico tipo 2 (*igf-ii*, muscular) o la hormona liberadora de la tirotrópina (*trh*), unido a la disminución del gen codificante para la proopiomelanocortina tipo b (*pomcb*), relacionada con la cascada endocrina del sistema de estrés.



**Fig.25.** Niveles de expresión de diferentes genes medidos tras el periodo experimental de alimentación con diferentes % de inclusión de Taurina. Los asteriscos (\*) marcan diferencias estadísticamente significativas respecto al grupo control (CT) sin suplementar ( $p$ -valor  $< 0,05$ , ANOVA de 2 vías, seguido por un Test de Tukey).



### Tarea 2.5 Ensayo de dietas ecosostenible en el proceso de destete (Líder: ULPGC).

**Entidades participantes:** ULPGC

**Descripción de las tareas y trabajos realizados:**

Esta tarea consiste en la evaluación de la inclusión combinada de ingredientes alternativos por sí solos o en combinación como sustituyentes de la harina de calamar comúnmente utilizada en las microdietas para larvas de peces marinos. Se utilizaron diferentes niveles de espirulina *Arthrospira platensis* (0-25%) y subproductos SANDACH III (0-25%) seleccionados de los residuos generados por la compañía transformadora pesquera local Grupo Unión Martín S.L. que colaborará facilitando los subproductos conformados por residuos de pescado como vísceras de pescado y restos blandos de cefalópodos. Se elaboró un total de 500 g de dieta compuesta por diversos ingredientes y porcentajes de inclusión de acuerdo con el protocolo de Liu *et al.* (2002) en el laboratorio del Grupo de Investigación en Acuicultura (Tabla 7). Se testaron 6 microdietas experimentales; la dieta Control, con un 100% de harina de calamar; las dietas UM-12.5 y UM-25 con sustitución parcial del 12.5% y 25% de harina de calamar por subproductos de origen marino; las dietas SPI-12.5 y SPI-25 con sustitución parcial del 12.5% y 25% de harina de calamar por la cianobacteria *Arthrospira plantensis*; y por último, la dieta UM-SPI-25 con sustitución combinada del 25% de harina de calamar por ambos ingredientes (Tabla X).

Para ello, se llevó a cabo 1 experiencia de cultivo larvario en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC, situadas en la FCPCT de la misma. Se utilizaron huevos de seriola procedentes de las puestas obtenidas de reproductores propios. El cultivo larvario de todas las experiencias se realizó en base a los protocolos de cultivo pre-establecidos por el GIA.

**Tabla 7:** Composición de ingredientes de las microdietas experimentales

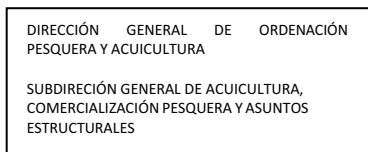
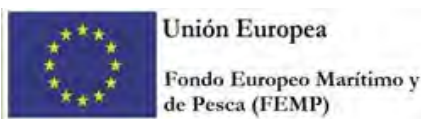
	Dietas					
	Control	UM-12.5	UM-25	UM-SPI-25	SPI-12.5	SPI-25
<i>Ingredientes (g/100 g)</i>						
Harina de calamar <sup>a</sup>	60.00	52.50	45.00	45.00	52.50	45.00
Subproductos marinos <sup>b</sup>	-	7.50	15.00	7.50	-	-
<i>Arthrospira platensis</i> <sup>c</sup>	-	-	-	7.50	7.50	15.00
Aceite marino	13	13	13	13	13	13
Aglutinantes	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90	5.90
CMC <sup>d</sup>	2.60	1.20	0.80	0.33	0.33	0.33
Premix Minerales	4.719	4.719	4.719	4.729	4.729	4.729
Premix Vitaminas	1.321	1.321	1.321	1.321	1.321	1.321
Premix Atractantes	2.105	2.105	2.105	2.105	2.105	2.105
Premix Aminoácidos	12.395	13.795	14.195	14.645	14.645	14.645
Cloruro de colina	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960	2.960

a) Harina de calamar (Skretting, Noruega)

b) Subproductos marinos (Grupo Unión Martín, Las Palmas de Gran Canaria, España)

c) *Arthrospira platensis* (Instituto Tecnológico de Canarias, Las Palmas de Gran Canaria, España)

d) Carboximetilcelulosa (Cloruro de sodio, Sigma-Aldrich, Munich, Germany)



**Tabla 8:** Composición proximal y contenido en ácidos grasos seleccionados (porcentaje de ácidos grasos totales, % TFA) de lípidos totales de las microdietas experimentales<sup>1</sup>

	Dietas					
	Control	UM-12.5	UM-25	UM-SPI-25	SPI-12.5	SPI-25
<i>Composición proximal (%)</i>						
Proteínas	65.24±0.71	63.51±1.28	62.36±0.24	59.53±1.77	56.50±3.13	56.62±0.51
Lípidos	17.43±1.58	17.63±0.03	17.57±0.23	14.92±0.29	17.07±0.36	18.97±1.81
Humedad	10.00±1.11	13.77±0.21	13.83±0.13	11.54±0.59	11.74±0.27	10.40±0.16
Cenizas	5.97±0.08	6.03±0.14	6.77±0.81	5.16±0.31	5.01±0.62	5.21±0.25
<i>Ácidos grasos totales (% TFA)</i>						
Total SFA	29.54	31.77	34.50	33.63	27.98	23.15
Total Monoenoicos	42.13	38.40	38.49	40.29	41.32	40.13
Total n-3	19.89	21.50	19.40	17.62	21.23	26.06
Total n-6	7.27	6.98	6.23	7.06	8.28	9.56
Total n-9	24.90	21.42	19.45	19.67	24.19	23.48
Total n-3 HUFA	16.18	17.33	15.46	13.98	17.37	22.25
DHA/DPA	44.50	40.44	53.95	44.24	42.98	56.23
EPA/ARA	11.45	11.46	11.70	14.42	13.09	14.84
ARA/EPA	0.09	0.09	0.09	0.07	0.08	0.07
DHA/EPA	0.70	0.73	0.64	0.58	0.70	0.77
DHA/ARA	8.02	8.41	7.52	8.41	9.15	11.39
Oleico/DHA	3.86	2.99	3.28	3.85	3.50	2.44
Oleico/Total n-3 HUFA	1.46	1.17	1.21	1.33	1.33	0.99
n-3/n-6	2.74	3.08	3.11	2.49	2.56	2.73

<sup>1</sup>SFA, Ácidos grasos saturados; HUFA, Ácidos grasos altamente insaturados; ARA, Ácido araquidónico; DHA, Ácido docosahexaenoico; EPA Ácido eicosapentaenoico

### Experiencia Larvaria

A los 33 dpe, 4050 larvas producidas en tanques comunitarios con un peso seco inicial de 32.45 ± 8.05 mg y una longitud total inicial de 12.66 ± 1.19 mm fueron sembradas aleatoriamente en 18 tanques cilíndricos de fibra de vidrio y color gris de 200 L en grupos de 225 larvas por tanque (6 tratamientos por triplicado). En este experimento se evaluó la inclusión de un 12.5% y 25% *Arthrospira platensis* como sustituyente de la harina de calamar (dietas SPI-12.5 y SPI-25), la combinación de ambos ingredientes alternativos; los residuos de pescado y la cianobacteria (dieta UM-SPI-25), la inclusión de un 12.5% y 25% de residuos de pescado (dietas UM-12.5 y UM-25) y la dieta Control, sin sustitución de la harina de



calamar. El periodo experimental fue desde el 18 de agosto 2023 (33 dpe) hasta el 04 de septiembre



2023 (50 dpe), ambos inclusive.

**Foto 21:** Tanques cilíndricos de 200L de la unidad de ensayo de alimentos en el PCTM, Taliarte

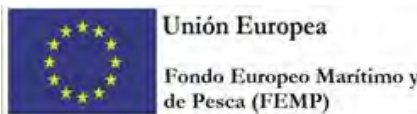
Los tanques estaban equipados con aireación continua y una entrada de agua en la parte inferior que suministraba agua de mar filtrada y esterilizada (37 psu). El flujo de renovación de agua se incrementó desde 25%/h a 38 dpe a 75%/h hasta finalizar el experimento. La temperatura y el oxígeno fueron monitorizados diariamente con una sonda multiparamétrica (Handy Polaris, Oxyguard International, Birkerød, Denmark). Sus valores oscilaron entre  $24.95 \pm 0.12$  °C y  $6.07 \pm 0.26$  mg/ml, respectivamente. Se estableció un fotoperiodo de 8 h de luz (08:00 a 16:00 h) proporcionado por una luz fluorescente artificial con una intensidad de entre 1000-1500 lux.

Durante el periodo experimental, los tanques fueron sifonados diariamente para retirar las heces, los restos de alimento y la mortalidad hallada. Éstas últimas fueron contadas y reemplazadas por larvas vivas durante el primer y segundo día de la prueba. Asimismo, la grasa provista en superficie también fue eliminada con un desengrasador manual.

Las larvas se alimentaron manualmente desde las 8:00 hasta las 16:00 horas. Se llevó a cabo un protocolo de co-alimentación con metanauplios de *Artemia* sp. enriquecidos durante los primeros 5 días del experimento.

Al inicio del experimento se tomaron muestras iniciales de 116 larvas (30 larvas para peso fresco y talla, 10 para histología, 6 larvas para la expresión génica y las larvas restantes se utilizaron para los análisis osteológicos. A día 11 del experimento (43 dpe), se cogieron por cada tanque, 20 larvas para peso fresco y talla, estas mismas larvas se utilizaron para análisis histológicos (5 larvas), genéticos (5 larvas) y bioquímicos (10 larvas). Al final del experimento (50 dpe), se utilizaron 30 larvas por tanque para peso fresco y talla, 10 larvas para histología, 10 larvas para bioquímica, 5 larvas para genética y las larvas sobrevivientes restantes en los tanques se utilizaron para el estudio osteológico y test de resistencia al estrés por salinidad.





## Resultados obtenidos

### Crecimiento y supervivencia

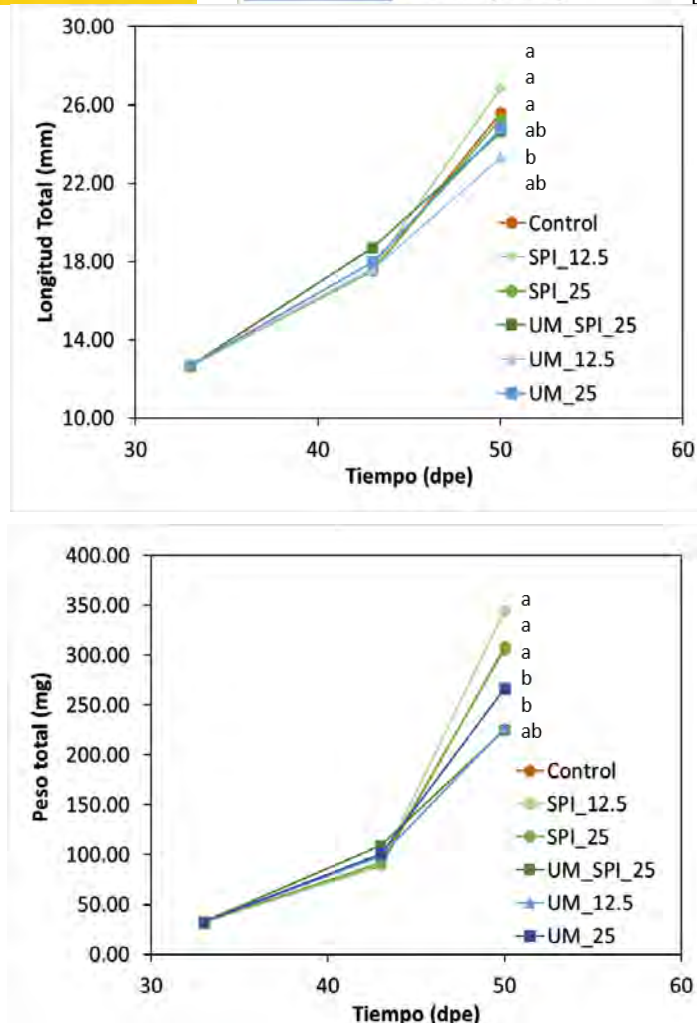
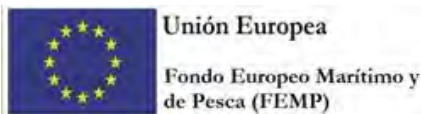
El protocolo de alimentación con las diversas microdietas experimentales tanto en peso como en talla de las larvas de *Seriola* a 50 dpe (Tabla X, Figura X) ha mostrado que la inclusión del 12.5% de residuos de origen marino (dieta UM-12.5) refleja en el crecimiento de las larvas un incremento significativamente menor que las larvas alimentadas con el resto de los tratamientos ( $P < 0.05$ ). Asimismo, aunque sin diferencias significativas, la inclusión del 12.5% de *A. platensis* en la microdieta refleja un crecimiento mayor, en valor medio, tanto en longitud total como en peso húmedo respecto a las larvas alimentadas con la dieta Control.

Respecto a la tasa de supervivencia, las microdietas experimentales no presentan diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, la tasa de crecimiento específico (SGR) expresada en longitud total revela que las larvas alimentadas con la dieta UM-12.5 han experimentado un crecimiento en porcentaje significativamente menor que las larvas alimentadas con la dieta Control. Asimismo, las larvas alimentadas con tan sólo el SPI-12.5 han experimentado un mayor crecimiento, aunque sin diferencias significativas, que las larvas alimentadas con la dieta Control. Por otro lado, y en concordancia con la longitud y peso alcanzados por las larvas alimentadas con la dieta SPI-12.5, muestran una WG significativamente mayor que el resto de las larvas del experimento. De forma opuesta, las larvas alimentadas con UM-12.5 experimentan una menor WG ( $P < 0.05$ ).

**Tabla 9:** Parámetros de crecimiento en talla (mm) y peso húmedo (mg) de las larvas de *S. dumerili* a 43 y 50 dpe alimentadas con diferentes microdietas experimentales<sup>1</sup>

		Dietas					
		Control	UM-12.5	UM-25	UM-SPI-25	SPI-12.5	SPI-25
Longitud total (mm)	43 dpe	17.53±1.63	17.6±2.27	17.97±2.53	18.70±2.59	17.63±2.11	17.53±1.94
	50 dpe	25.61±3.66 <sup>a</sup>	23.31±3.42 <sup>b</sup>	24.79±3.35 <sup>ab</sup>	24.58±3.87 <sup>ab</sup>	26.67±3.13 <sup>a</sup>	25.28±3.46 <sup>a</sup>
Peso húmedo (mg)	43 dpe	89.35±25.55	98.58±34.62	100.8±37.02	109.27±39.41	90.06±33.42	92.05±27.00
	50 dpe	307.79±109.99 <sup>a</sup>	239.92±80.9 <sup>5b</sup>	273.52±88.4 <sup>6ab</sup>	275.16±120.7 <sup>1ab</sup>	344.64±120.1 <sup>9a</sup>	323.37±141.7 <sup>6a</sup>

<sup>1</sup>Valores ( $\mu \pm SD$ ) con diferentes letras de superíndice en la misma fila denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ; Test no paramétrico Kruskal-Wallis)

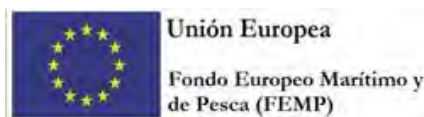


**Fig. 26:** Parámetros de crecimiento de larvas de *Seriola dumerili*. (a) Longitud total (mm), (b) Peso húmedo (mg) alimentadas con diferentes microdietas experimentales a 33, 43 y 50 dpe. Diferentes letras denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ; Test no paramétrico Kruskal-Wallis)

**Tabla 10:** Parámetros de crecimiento de las larvas de *S. dumerili* a 50 dpe alimentadas con diferentes microdietas experimentales<sup>1</sup>

	Dietas					
	Control	UM-12.5	UM-25	UM-SPI-25	SPI-12.5	SPI-25
Supervivencia (%)	9.77±1.40	8.99±3.30	5.89±2.29	7.13±2.34	8.53±1.88	13.95±2.59
WG (mg)	8.51±1.19 <sup>ab</sup>	6.06±0.90 <sup>b</sup>	6.97±1.02 <sup>ab</sup>	6.01±0.72 <sup>b</sup>	9.50±1.22 <sup>b</sup>	8.57±0.98 <sup>ab</sup>
SGR (% día <sup>-1</sup> )	4.12±1.02 <sup>a</sup>	3.38±0.91 <sup>b</sup>	3.88±0.95 <sup>ab</sup>	3.83±1.04 <sup>ab</sup>	4.34±0.98 <sup>a</sup>	4.01±0.96 <sup>a</sup>
CV (%)	14.02±2.42	14.05±1.8 7	12.68±1.09	14.05±1.87	10.50±2.1 6	13.63±4.69

<sup>1</sup>Valores ( $\mu \pm SD$ ) con diferentes letras de superíndice en la misma fila denotan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), SGR (Test no paramétrico Kruskal-Wallis), WG (One-way Anova; post hoc test Tukey)



### Test de actividad

La evaluación de la calidad de las larvas de *S. dumerili* mediante una prueba de actividad y resistencia al estrés por aumento de la salinidad (38 a 70 ppt) no ha reflejado diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Por tanto, todas las larvas alimentadas con ambos ingredientes alternativos soportan este factor de estrés de forma similar que las larvas alimentadas con la dieta Control reflejando una resistencia máxima desde los 55 min hasta los 65 min.

El resto de los análisis a llevar a cabo (composición proximal de las larvas, expresión génica, histología y osteología) se encuentran pendientes de ejecución para ser incluidos en un último informe de ampliación.

**Tabla 11:** Evaluación de la respuesta al estrés (Supervivencia, %) tras el test de actividad de las larvas de *S. dumerili* a 33 dpe y 50 dpe alimentadas con diferentes microdietas experimentales<sup>1</sup>.

Inicial (33 dpe)	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min	65 min	70 min	75 min	80 min	85 min	90 min	
DIETA	TANQUE	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min	65 min	70 min	75 min	80 min	85 min	90 min
CONTROL	1	100	100	90	90	70	60	40	30	30	20	10	0	0	0	0	0	0	0
	7	100	90	80	80	50	20	10	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	13	100	100	100	100	90	70	50	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	100±0	96.67±5.77	90±10	90±10	70±20	56.67±35.12	40±30	30±20	20±17.32	10±10	3.33±5.77	-	-	-	-	-	-	-
SPI-12.5	2	100	100	100	90	90	60	40	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	100	100	100	100	100	70	70	50	40	40	20	10	0	0	0	0	0	0
	14	100	100	100	100	100	80	40	30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	100±0	100±0	100±0	96.67±5.77	96.67±5.77	93.33±5.77	70±10	50±17.32	36.67±11.55	20±17.32	13.33±23.09	6.67±11.55	3.33±5.77	-	-	-	-	-
SPI-25	3	100	100	100	100	100	100	100	80	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	9	90	90	80	70	40	40	40	30	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	15	100	100	90	80	70	60	50	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	96.67±5.77	96.67±5.77	90±10	83.33±15.28	70±30	66.67±30.55	63.33±32.15	43.33±35.12	26.67±25.17	10±17.32	6.67±11.55	-	-	-	-	-	-	-
UM-SPI-25	4	90	90	80	50	50	40	40	40	20	20	20	10	0	0	0	0	0	0
	10	100	100	100	100	100	70	70	50	40	40	20	10	0	0	0	0	0	0
	16	100	100	100	100	80	60	50	30	20	20	10	10	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	96.67±5.77	96.67±5.77	93.33±11.55	83.33±28.87	76.67±25.17	60±10	53.33±15.28	40±10	33.33±11.55	26.67±11.55	20±0	13.33±5.77	6.67±5.77	-	-	-	-	-
UM-12.5	5	100	100	100	100	100	87.5	75	75	62.5	50	37.5	0	0	0	0	0	0	0
	11	90	80	80	80	60	60	50	50	30	20	0	0	0	0	0	0	0	0
	17	100	100	90	80	80	60	70	60	40	20	10	0	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	96.67±5.77	93.33±11.55	90±10	90±10	86.67±11.55	80±20	72.5±13.92	61.67±12.58	55±18.03	37.5±22.22	26.67±20.82	12.5±21.65	-	-	-	-	-	-
UM-25	6	100	100	100	100	80	70	60	50	30	20	20	0	0	0	0	0	0	0
	12	100	100	100	100	100	90	70	70	40	30	0	0	0	0	0	0	0	0
	18	100	100	100	100	100	100	100	100	57	43	14	14	0	0	0	0	0	0
	$\mu \pm SD$	100±0	100±0	100±0	100±0	93.33±11.55	90±10	80±17.32	76.67±20.82	49.05±8.61	34.79±7.42	11.43±10.3	11.43±10.3	-	-	-	-	-	-

Valores ( $\mu \pm SD$ ) sin letras de superíndice en la misma fila denotan que no existen diferencias significativas ( $P > 0.05$ ; Test no paramétrico Kruskal-Wallis)

### Tarea 2.6 Producción Semi-industrial de juveniles de *Seriola* (Líder: ULPGC).

**Entidades participantes:** ULPGC

**Descripción de las tareas y trabajos realizados**

la experiencia se llevó a cabo en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC, situadas en el la FCPCT de la ULPGC. Se utilizaron huevos de *Seriola* procedentes de las puestas obtenidas de reproductores propios. La cría larvaria se desarrolló en condiciones semi-intensivas descritas por Roo *et al.* (2015) utilizando la tecnología mesocosmos (Foto 22). Estos tanques disponen de aireación continua y una entrada de agua tanto en la parte inferior como superior que suministraba agua de mar filtrada y esterilizada (37 psu). El cultivo larvario se desarrolló bajo un fotoperiodo natural.



**Foto 22:** Tanques cilindro-cónicos de 40m<sup>3</sup> (5 x 2.35 m) utilizados para la cría larvaria de *Seriola* (IU-ECOQUA, ULPGC, España)

A los 30dpe, las larvas producidas se trasvasaron a tanques de destete-alevinaje donde se aplicaron condiciones de manejo comerciales que incluyen procedimientos de criba, conteos, trasvases y caracterización de la calidad de los juveniles en los mismos términos que las actividades anteriores. Esta fase se extendió al menos 60 días, o hasta alcanzar un peso medio de entre 3-5g, antes de su cesión para utilización en experiencias previstas y plan de contingencia puesto en marcha.



**Foto 23:** Tanques de 10m<sup>3</sup> utilizados para la cría de *Seriola* en fase de destete-alevinaje (IU-ECOQUA, ULPGC, España)

## Resultados obtenidos

### Larvas de *Seriola dumerili*

Durante el periodo 2021-2023 se han desarrollado un total de 15 experiencias de cría larvaria en condiciones semi-industriales. En la Figura 3, se observan distintos estadios del desarrollo larvario de *S. dumerili*. Concretamente, en el periodo 2021-2022 se han llevado a cabo un total de 6 crías larvarias a lo largo del año, las cuales se encuentran relacionadas en la Tabla X. Los ejemplares obtenidos durante este periodo nos han permitido ejecutar un total de 3 tareas objetivo del proyecto:

- Tarea 2.4. Identificación de los requerimientos nutricionales de taurina.





- Tarea 4.4. Ensayo clínico de fármacos experimentales orales para la prevención y control de parásitos externos
- Tarea 2.7. Plan de contingencia. Ensayo de transporte simulado de juveniles de *Seriola*.

Referente al periodo 2022 – 2023, se han obtenido un total de 9 crías larvarias. Es importante destacar que el gasto utilizado para la instalación y estabilización propia del Sistema RAS en la estación de reproductores de la ULPGC ha permitido adelantar el periodo de puesta, obteniéndose la primera puesta en mayo tal y como se observa en la Tabla X. Los ejemplares obtenidos durante este periodo nos ha permitido desarrollar la Tarea 2.5. Ensayo de dietas ecosostenibles en el proceso de destete, descrita anteriormente.

**Tabla 12:** Número de puestas obtenidas de *S. dumerili* durante la época estival y registradas durante las fases de cría larvaria y de destete-alevinaje, respectivamente durante los periodos 2021-2022 y 2022-2023

	Fase de cría larvaria		Fase destete-alevinaje
	Puesta	Siembra	Trasvase / dpe
<i>Periodo 2021 - 2022</i>			
Grupo 1	29 - Julio	31 - Julio	23 - Agosto / 24 dpe
Grupo 2	29 - Julio	31 - Julio	24 - Agosto / 25 dpe
Grupo 3	04 - Septiembre	06 - Septiembre	27 - Septiembre / 22 dpe
Grupo 4	13 - Septiembre	15 - Septiembre	07 - Octubre / 21 dpe
Grupo 5	30 - Septiembre	02 - Octubre	27 - Octubre / 25 dpe
Grupo 6	08 - Octubre	10 - Octubre	10 - Noviembre / 32 dpe
<i>Periodo 2022- 2023</i>			
Grupo 1	10 - Mayo	12 - Mayo	15 - Junio / 32 dpe
Grupo 2	08 - Junio	10 - Junio	06 - Julio / 24 dpe
Grupo 3	15 - Junio	17 - Junio	11 - Julio / 24 dpe
Grupo 4	12 - Julio	14 - Julio	10 - Agosto / 25 dpe
Grupo 5	12 - Julio	14 - Julio	10 - Agosto / 25 dpe
Grupo 6	23 - Agosto	25 - Agosto	21 - Septiembre / 26 dpe
Grupo 7	23 - Agosto	25 - Agosto	14 - Septiembre / 19 dpe
Grupo 8	14 - Septiembre	16 - Septiembre	19 - Octubre / 30 dpe
Grupo 9	22 - Septiembre	24 - Septiembre	27 - Octubre / 32 dpe

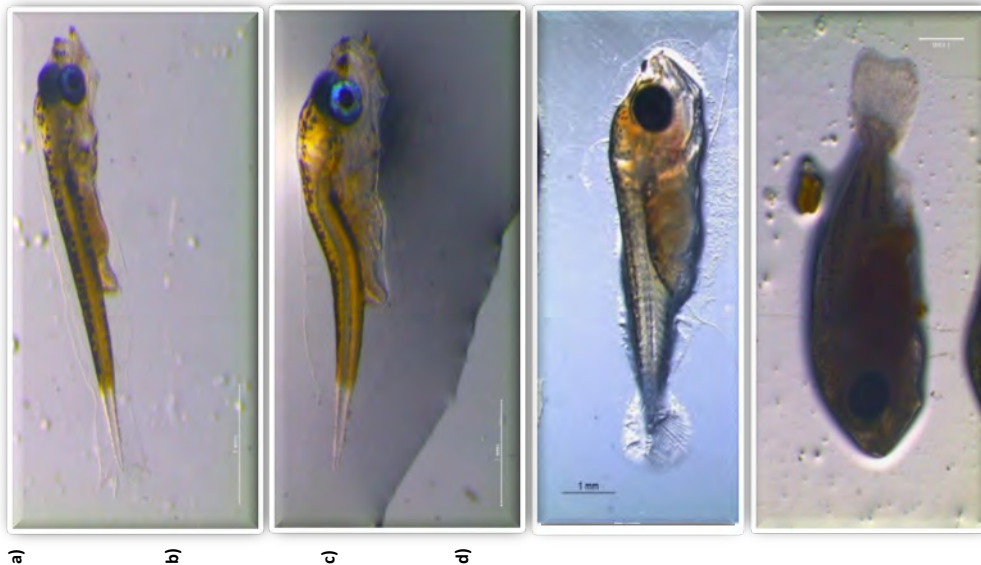


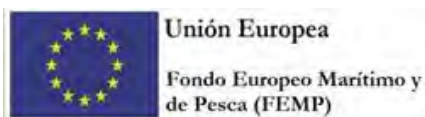
Foto 24: Desarrollo larvario de *S. dumerili*. a) 5 dpe, b) 10 dpe, c) 15 dpe y d) 20 dpe

### Juveniles de *Seriola dumerili*

Tras los periodos de criba y conteo se han obtenido un total de 10249 alevines-juveniles de *S. dumerili* procedentes de las dos primeras puestas (Grupo 1 y 2) del periodo 2021 – 2022, los cuales han sido utilizados para poder llevar a cabo otras tareas descritas en el proyecto para la ULPGC (Tarea 2.4 y Tarea 4.4) y transferencia a otros centros de investigación en aplicación del plan de contingencia previsto en la Tarea 2.7.



Foto 25: Ejemplares juveniles de *S. dumerili* criados en las instalaciones de IU-ECOQUA



### **Tarea 2.7 Plan de contingencia. Ensayo de transporte aéreo simulado de juveniles de *Seriola* (Líder: ULPGC).**

**Entidades participantes: ULPGC, Todos**

#### **Descripción de las tareas y trabajos realizados**

La experiencia se ha llevado a cabo en las instalaciones de acuicultura de la ULPGC, situadas en el la FCPT de la ULPGC. Se utilizaron juveniles producidos en tanques comunitarios (Tarea 2.6) con un rango de peso de 0,5-3g y se realizaron ensayos de transporte simulados a diferentes densidades de carga (desde 5 a 20g/l) y con uso o no de acondicionadores de agua en bolsas de transporte de 1 a 30 litros. Se evaluaron, parámetros fisicoquímicos del agua de transporte entre otros, oxígeno disuelto, temperatura, salinidad, pH y amonio, así como los niveles de supervivencia al transporte.

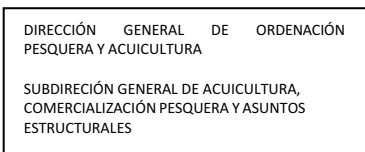
#### **Resultados obtenidos**

Se ha desarrollado una secuencia de pruebas en bolsas de 1-3 L implementando diferentes cambios en los parámetros fisicoquímicos del agua del envío así como de la densidad carga.



**Foto 26:** Ensayos de envío simulados

Estos primeros ensayos simulados a escala piloto nos han permitido afianzar los conocimientos y la optimización de los parámetros para poder realizar envíos con una mayor cantidad de peces juveniles necesarios para los socios del proyecto como la Universidad de Cádiz (UCA) y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV). Los resultados de los envíos simulados han permitido realizar un total de 3 envíos reales de juveniles a Cádiz (UCA) y Valencia (UPV) con un 98% de supervivencia media, los cuales son necesarios para la realización de las distintas tareas recogidas en la Actividad 3 y 4.



ACTIVIDAD Nº	3	OPTIMIZACIÓN DE DIETAS DE ENGORDE.
Responsable de la actividad	UPV-Miguel Jover/Ana Tomás	
Socios Participantes	Todos	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

El objetivo general de esta actividad es **desarrollar nuevas formulaciones de pienso para pre-engorde y engorde de seriola en sistemas de recirculación (RAS)**, minimizando la producción de residuos y excreciones, pero manteniendo el crecimiento y la eficacia de conversión.

Para ello, la actividad promueve tareas asociadas a los procesos de alimentación y crecimiento y tiene como objetivos específicos:

- **Objetivo 5. Optimización nutricional y diseño de dietas de bajo residuo para pre-engorde y engorde en sistemas RAS**

### Descripción de la actividad

La actividad 3, se centra en la Optimización de las dietas de pre-engorde y engorde de la seriola en sistemas de recirculación, será liderada por la UPV y desarrollará tareas en relación con otras actividades del proyecto trabajando en coordinación con la UCA, CTAQUA y ULPGC.

En concreto se establecen 4 Tareas, para dar respuesta al objetivo específico 5 a través de la Tarea 3.1 Ensayos de digestibilidad y excreción de ingredientes y dietas que permitirá disponer de información precisa y poder diseñar y formular las dietas de las siguientes tareas. La Tarea 3.2 Ensayo de alimentación y crecimiento de juveniles (pre-engorde) de seriola con dietas de bajo residuo en RAS y la Tarea 3.3 Ensayo de alimentación y crecimiento de seriola a tamaño comercial (engorde) con dietas de bajo residuo en RAS, para optimizar las dietas de seriola en recirculación minimizando los desechos y maximizando el crecimiento y eficiencia nutritiva. Finalmente, la Tarea 3.4 Ensayo organoléptico de las seriolas de engorde en RAS para estudiar el efecto de la dieta en las características sensoriales y la aceptación por el consumidor.

### Relación con otras actividades del proyecto.

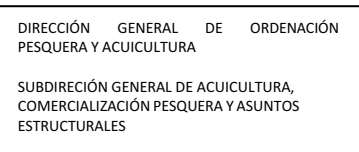
La Actividades 3 se integra con una prueba de concepto con la actividad 4 y ensayos de validación en la actividad 5. Por un lado, la Tarea 4.3. Validación de dietas de bajo residuo durante el pre-engorde bajo diferentes densidades de carga en RAS se plantea como modelo de integración y prueba de concepto de los resultados de las Tareas 3.1, 3.2 y 3.3. que tendrá a su vez continuidad con el ensayo de validación en la Tarea 5.2 Validación de densidades de carga y dietas de bajo residuo en condiciones industriales en RAS que se desarrollará en con la colaboración prevista de la empresa Piscícola de Trebujena S.A.

### Tareas desarrolladas y previstas

Todos los experimentos previstos se desarrollarán de acuerdo con la directiva 2010/63/EU "sobre la protección de los animales utilizados con fines científicos" de la Unión Europea y los procedimientos aprobados por el comité de bioética de la UPV.

A continuación, se aporta una descripción detallada de las tareas desarrolladas y previstas:





### **Tarea 3.1 Ensayos de digestibilidad y excreción de ingredientes y dietas (Líder: UPV).**

#### **Entidades participantes: UPV**

#### **Descripción de las tareas y trabajos realizados: En desarrollo**

En primer lugar se han seleccionado y analizado una serie de ingredientes de origen vegetal y animal de alto contenido proteico que se van a evaluar: Trigo, Soja fermentada; Hemoglobina cerdo; Proteína hidrolizada de trigo; Proteína de concentrado de soja; Proteína de patata; Pulpa remolacha ; Alga LITHONUTRI ; Gluten de trigo; Torta de camelina; Levadura de cerveza 40; Levadura de cerveza 100. Seguidamente, se ha desarrollado la prueba de digestibilidad in vivo en 5 tanques cilindro-cónicos de 200l en un sistema RAS con columnas de sedimentación durante el tiempo necesario para obtener la cantidad de heces suficiente para el análisis del óxido crómico y de los diferentes nutrientes (15-21 días por cada periodo). Se alojaron entre 4 y 6 seriolas (100-300 g), dependiendo del tamaño, en cada tanque y tras 7 días de aclimatación al sistema empezará la alimentación y recogida de heces. Diariamente se controló el estado sanitario de los peces y se alimentaron hasta saciedad aparente con una toma diaria por la mañana. Tras un tiempo de aproximadamente una hora se recogieron los restos de pienso. Tras 24 h y antes de la toma siguiente las heces sedimentadas se recogieron de la base de la columna de sedimentación en un recipiente de plástico por gravedad, se extendieron en placas Petri y se congelaron a -30°C por 48 horas. Después de este tiempo, se liofilizaron por 24 horas y se almacenaron hasta ser procesadas con los piensos.

La alimentación se llevó a cabo con tasa restringida de acuerdo con el peso medio de los peces y a la temperatura del agua (que se mantuvo alrededor de los 22°C, temperatura óptima de la seriola).

Con los resultados de digestibilidad de los ingredientes seleccionados y con otros ingredientes en ensayos previos propios del grupo, se formularon seis piensos con diferentes niveles de proteína y lípidos siguiendo un modelo factorial 3x2, para asegurar la menor ingesta y el máximo aprovechamiento de los mismos (Tarea 3.2). Además, también se estudiará la posible mejora de la inclusión de un aditivo en la digestibilidad y excreción, cuyos resultados se aplicarán en la selección de los piensos de la prueba de engorde (Tarea 3.3). El aditivo podrían ser aminoácidos libres como la lisina, fitasas o nucleótidos.

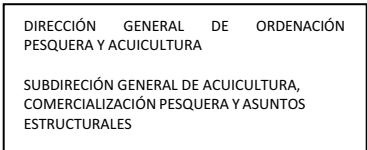
Para evaluar la viabilidad comercial de los ingredientes se determinará la digestibilidad individual de los mismos. Para ello, se formulará una dieta de referencia que será una dieta base (compuesta por harina de pescado, aceite de pescado, trigo y vitaminas) y diferentes dietas experimentales, compuestas por un 70% de dieta de referencia (RD) y un 30% de ingrediente de prueba sobre una base de peso seco. El óxido crómico se utilizará como marcador inerte y se incorporará a las dietas de referencia y experimentales con un nivel de inclusión del 0,5%.

Las dietas experimentales se fabricarán mediante el proceso de cocción- extrusión en la Fábrica de Piensos del Instituto de Ciencia y Tecnología Animal de la Universitat Politècnica de València. Para ello se empleará un extruder semi-industrial de la casa Clextrel modelo BC45

Los coeficientes de digestibilidad aparente (CDA) de materia seca, energía, grasa, nitrógeno y aminoácidos para la dieta de referencia y de las dietas 70/30 (70% dieta de referencia/30% de la harina a testar) se calcularán siguiendo la metodología descrita por (Cho & Kaushik, 1990).

Para conocer la digestibilidad de los nutrientes de los diferentes ingredientes se aplicará la siguiente fórmula descrita por (Sugiura et al., 1998).

El análisis de los diferentes nutrientes, tanto de las materias primas, como de los piensos que se formulen tras el estudio de la digestibilidad y excreción de las mismas, se realizará siguiendo la metodología de la AOAC (1990) para materia seca y cenizas). Para obtener la proteína y energía de las heces y piensos se determinará el N y C mediante la metodología descrita en el AOAC (2005) empleando un Leco CN628



Elemental Analyzer (Leco Corporation, St. Joseph, MI, USA). La determinación de los aminoácidos se realizará siguiendo la metodología de Bosch et al. (2006) empleando un HPLC (Waters 474, Waters, Milford, MA, USA),

En el análisis de Cr en heces y piensos se empleará un espectrofotómetro de Absorción atómica (Perkin Elmer 3300, Perkin Elmer, Boston, MA, USA) tras una digestión ácida de la muestra con HNO<sub>3</sub> 1.5 N + KCl 0.38% (Bremer Neto et al., 2005).

Con los piensos diseñados usando los ingredientes más digestibles siguiendo un modelo factorial 3X2 proteína/energía con y sin aditivo, se llevará a cabo una prueba de digestibilidad, usando los mismos tanques donde se han probado los ingredientes y una prueba de excreción de N y P en los tanques donde se realizará la tarea 3.2 de 1750l.

El protocolo para la toma de muestras y análisis de excreción del contenido de nitrógeno y fósforo en el agua en un ciclo de 24 horas, consistirá en alimentar dos veces al día a saciedad y recoger muestras una hora después de cada toma y cada dos horas con posterioridad. Además de recoger muestras de agua del tanque, se medirán también los parámetros establecidos (pH, temperatura y oxígeno disuelto). La excreción para cada uno de los tratamientos se estimará en función de la diferencia entre la concentración de amoníaco disuelto y fósforo en un tiempo determinado en los mismos tanques de digestibilidad. Los tanques permanecerán aislados 20 minutos cada dos horas, cerrando el agua y la aireación de los tanques, en los que el amoníaco/fósforo o solo podrá acumularse por excreción de los peces.

La excreción de amoníaco/fósforo se calculará en cada momento dado usando la siguiente ecuación y los datos se usaron para estimar la excreción de amoníaco promedio por hora y/o por día y kg de peces:

$$\text{Excrección} \left( \frac{\text{mgN} - \text{tan/P}}{h} \right) = \frac{\text{FinalN} - \text{tan(mg)}_{t_0}/P - \text{InicialN} - \text{tan(mg)}_{t_1}/P}{\text{tiempo}(h)_{t_1}}$$

La cantidad inicial y final de N- Tan/P se calculará multiplicando el volumen de agua del tanque por la concentración de N / P medida en mg/l.

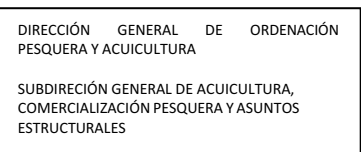
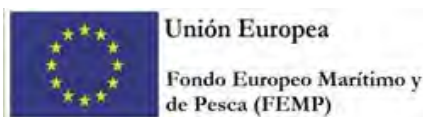
La concentración de N-TAN/P en agua se medirá por el método del indofenol después de la adición de fenol, nitroprusiato, citrato de sodio y DTT. Después de 6 horas, se medirá la absorbancia del compuesto a una longitud de onda igual a 640 nm, empleando para ello un espectrofotómetro T60V UV-VIS (PG Instruments, Leicester, Reino Unido). El análisis del fósforo se realizará siguiendo la metodología de Pulliainen & Walin (1996)

## Resultados:

### Análisis de materias primas:

En primer lugar, durante los meses de marzo, abril y mayo de 2022 se analizaron todas las materias primas que iban a usarse para la prueba de digestibilidad y excreción.

En la Tabla 1 se presentan los resultados del análisis inmediato de los Ingredientes. Los más proteicos fueron la harina de pescado, la hemoglobina de cerdo y la proteína de patata, y los menos proteicos el trigo, la pulpa de remolacha y el alga Lithonutri. En cuanto a la grasa, la soja fermentada y la torta de camelina, presentaron los mayores niveles lipídicos.



**Tabla 13.** Composición nutritiva de las diferentes materias primas usadas en el proyecto (% m.s.)

	HP	TG	SOJFER	HEMOCER	HITRO	PROSO	PROPA	PURRE	ALGANUTRI	GT	TC	LEV40	LEV100
Materia	91,9	92,3	17,3	94,1	93,5	92,5	91,6	88,9	92,1	86,49	91,6	93,4	96,9
Cenizas	14,3	1,7	2,8	3,8	0,9	6,9	3,1	8,2	99,6	3,65	6,2	4,1	6,1
Proteína Bruta	73,9	12,7	37,2	95,0	62,5	67,7	84,6	8,9	0,5	67,52	34,9	43,6	44,9
Grasa Bruta	11,2	1,3	15,6	0,9	1,9	-	6,5	1,2	-	6,07	14,4	10,1	-

HP: Harina de pescado

TG: Trigo

SOJFER: Soja fermentada

HEMOCER: Hemoglobina cerdo

HITRO: Proteína hidrolizada de trigo

PROSO: Proteína de concentrado de soja

PROPA: Proteína de patata

PURRE: Pulpa remolacha

ALGANUTRI: Alga LITHONUTRI

GT: Gluten de trigo

TC: Torta de camelina

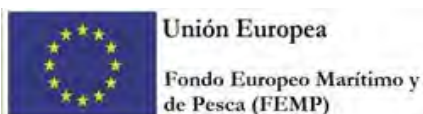
LEV40: Levadura de cerveza 40

LEV100: Levadura de cerveza 100

En la Tabla 14 se recoge la composición de aminoácidos de las materias primas, excepto del gluten de trigo y la torta de camelina, pues ya se habían analizado anteriormente, el alga por no tener proteína y el trigo por ser la principal fuente de carbohidratos que se usará tanto en el pienso control como en el resto de los piensos que se ensayen. Tan solo la hemoglobina de cerdo y la proteína de patata presentaron un buen contenido en lisina y metionina, similar al de la harina de pescado.

**Tabla 14.** Composición en aminoácidos de las diferentes materias primas usadas en el proyecto (g AA/100g muestra húmeda)

Aminoácido	HP	TG	SOJFER	HEMOCER	HITRO	PROSO	PROPA	PURRE	GT	TC	LEV40	LEV100
Ac. Aspártico	6,51	0,66	0,58	11,71	1,79	6,49	9,75	0,61	3,60	2,77	2,49	4,06
Serina	2,99	0,58	0,29	4,44	3,08	2,82	4,27	0,43	3,19	1,96	2,39	5,36

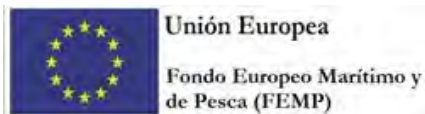


Ac. glutámico	9,2 2	3,5 7	0,98	7,11	22,9 6	11,10	8,29	0,77	13,4 6	5,6 3	10,6 0	4,41
Glicina	4,8 3	0,5 2	0,28	4,42	2,09	2,60	3,87	0,38	2,01	1,8 6	2,21	3,34
Histidina	2,9 1	0,2 3	0,16	7,40	1,39	1,49	1,66	0,24	1,24	1,0 4	0,94	1,72
Arginina	6,0 5	0,4 3	0,41	4,11	2,03	4,23	4,35	0,24	2,21	3,1 5	1,90	2,17
Treonina	3,4 2	0,3 4	0,25	2,84	1,46	2,28	4,41	0,36	2,17	1,6 8	1,48	2,37
Alanina	4,5 8	0,4 1	0,25	7,72	1,52	2,59	3,86	0,36	5,56	1,6 7	2,33	3,21
Prolina	2,9 7	0,9 4	0,30	3,18	7,93	3,08	4,06	0,39	5,67	1,8 3	3,91	1,81
Cisteína	0,6 6	0,2 4	0,10	0,65	1,26	0,77	0,00	0,09	0,09	0,8 1	1,3	0,58
Tirosina	2,3	0,1 9	0,20	2,06	2,27	2,05	4,66	0,29	3,03	0,9 5	1,54	1,37
Valina	3,7 6	0,5 3	0,31	9,20	2,59	3,12	5,27	0,56	3,12	1,9 3	2,25	2,41
Metionina	2,0 2	0,1 8	0,10	1,33	1,33	0,87	1,84	0,14	0,15	0,6 9	1,55	0,86
Lisina	5,6 9	0,3 0	0,36	8,29	1,12	3,70	6,01	0,42	1,25	1,6 9	2,10	2,61
Isoleucina	3,2 2	0,3 7	0,26	4,3	2,15	2,87	4,32	2,61	2,56	1,2 8	1,75	1,73
Leucina	5,5 5	0,7 6	0,48	13,73	4,37	4,91	8,11	1,53	10,8 1	2,2 3	3,60	2,52
Fenilalanina	3,0 8	0,3 6	0,30	6,35	3,34	3,13	4,97	0,31	3,86	1,4 0	2,08	1,55

## EXCRECIÓN NITROGENADA

En el mes de mayo de 2022 se recibieron 40 seriolas de 200 g procedentes de la Universidad de Cádiz, que se instalaron en un tanque de 4000 l para su adaptación. En el mes de junio se alojaron entre 4-5 seriolas (de entre 100 y 300 g, peso medio de 226 gramos) y se inició el ensayo con el pienso control y después el “quinto latino” con los primeros 5 ingredientes, que finalizó en octubre, momento en el que se empezó con los siguientes cinco ingredientes, finalizando a finales de noviembre.

Para la prueba de excreción, las seriolas se alimentaron con los mismos piensos utilizados en la prueba de digestibilidad, y que contenían los ingredientes experimentales en un porcentaje del 30%, a modo de cuadrado latino, pero con cinco tanques y cinco piensos, por lo que se realizaron dos rondas de cinco ingredientes cada una. La alimentación se llevó a cabo con tasa restringida del 2% a primera hora de la mañana, de acuerdo con el peso medio de los peces y la temperatura del tanque.



La excreción de amoníaco para cada uno de los tratamientos se estimó en función de la diferencia entre la concentración de amoníaco disuelto en los tanques en un tiempo determinado. Tras la alimentación, los tanques permanecieron aislados durante 20 minutos, cerrando el agua y la aireación de los tanques, cada dos horas durante las 8 primeras horas, a las 12 y a las 24 horas.

Como se puede observar en la Figura 1, la evolución de la excreción nitrogenada tiene un máximo situado entre las 2 y las 4 horas de la ingesta, reduciéndose progresivamente, aunque el perfil es diferente para los distintos ingredientes. La excreción del alga es la que mayor tasa horaria presenta a las 4 horas, pero cayendo rápidamente, de forma que a las 12 horas fue casi nula. La levadura 100 tiene el pico de excreción a las 2 horas, reduciéndose drásticamente a las 8 horas, y siendo nula a las 12 horas. Por el contrario, la levadura 40 presentó el pico a las 8 horas, y junto con la proteína de soja y la pulpa de remolacha, son los ingredientes que presentan menores valores de máxima excreción, pero que se mantiene hasta las 8 horas. La soja fermentada también tuvo una excreción pequeña a partir de las 12 horas.

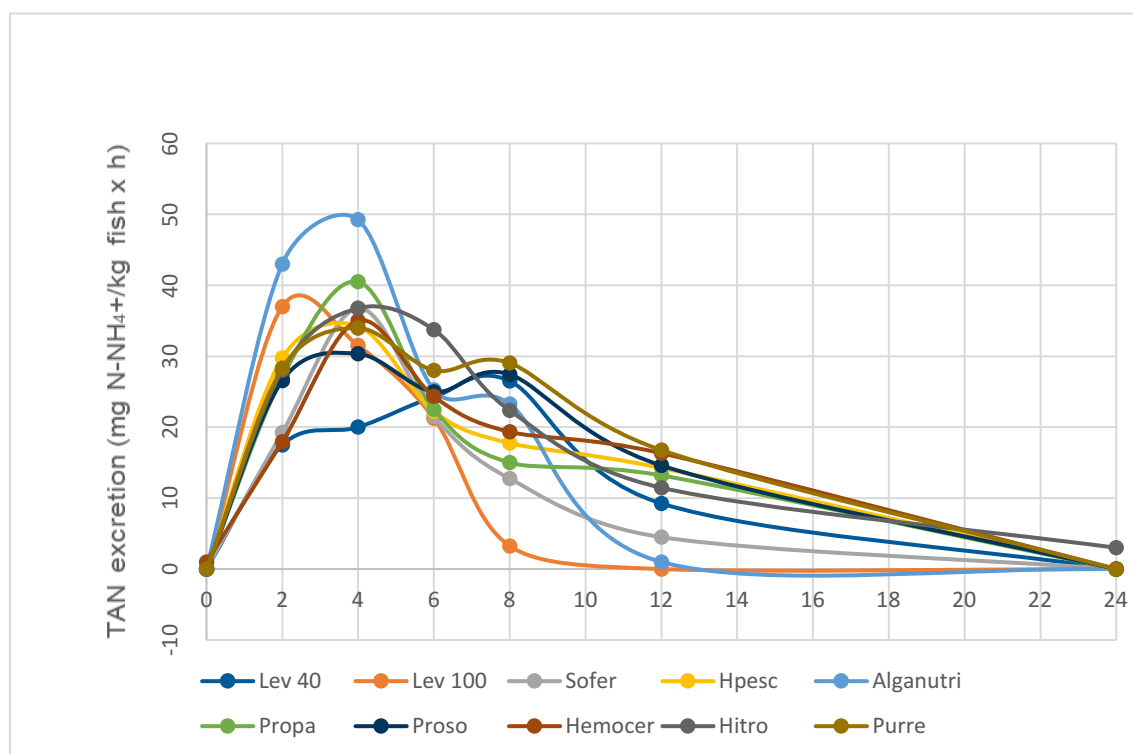


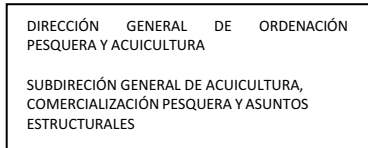
Fig.27. Evolución de la excreción nitrogenada (TAN) a lo largo del día para los diferentes tratamientos.

La excreción de amoníaco se calculó en cada momento dado usando la siguiente ecuación:

$$\text{Excreción mg N-TAN/h} = (\text{Final N-TAN (mg)} - \text{Inicial N-TAN (mg)}) / \text{tiempo (h)}$$

En la Tabla 15 se muestran los datos de excreción nitrogenada expresada en mg N-TAN (nitrógeno total amoniacal,  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) por kg de pez y por día, no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos, aunque en algunos ingredientes las diferencias entre medidas eran bastante altas.





Al analizar la excreción diaria de los piensos, las seriolas alimentadas con el alga lithonutri, la pulpa de remolacha, la proteína de soja y el hidrolizado proteico de trigo excretaron un alto porcentaje de nitrógeno en mg N-TAN, siendo las dos primeras materias primas las que menor contenido proteico con diferencia tienen del resto, por lo que se podrían considerar unos ingredientes poco recomendables para piensos de seriola.

Al considerar la excreción de cada ingrediente, fueron las seriolas alimentadas con las dos levaduras y la soja fermentada los que menor excreción nitrogenada diaria mostraron. Por el contrario, las seriolas alimentadas con el alga lithonutri, la pulpa de remolacha y el hidrolizado proteico de trigo excretaron un alto porcentaje de nitrógeno en mg N-TAN.

**Tabla 15.** Resultados de la excreción nitrogenada diaria por pienso y por ingredientes (teniendo en cuenta la excreción del pienso control y su porcentaje, 70% y la del ingrediente, 30%).

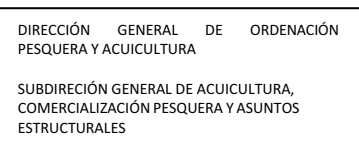
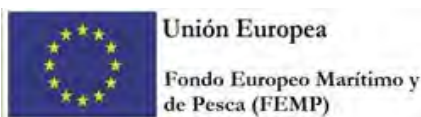
Ingrediente	Excreción diaria pienso (mg NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /kg pez y día)	Excreción diaria ingrediente (Mg NH <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /kg pez y día)
PURRE	425 ± 175	707 ± 297
PROSO	466 ± 228	568 ± 297
PROPA	405 ± 5	503 ± 297
HEMOCER	390 ± 39	454 ± 297
HITRO	464 ± 151	699 ± 297
HP	405 ± 205	503 ± 257
SOJFER	324 ± 132	234 ± 257
ALGANUTRI	486 ± 143	772 ± 257
LEV 40	334 ± 68	266 ± 297
LEV 100	319 ± 80	214 ± 257

\* Los datos de la tabla muestran la media de tres y cuatro muestras ± error estándar. Superíndices diferentes indican diferencias estadísticas significativas con una  $p < 0,05$ . Test de Newman-Keuls.

A la vista de los resultados, parece que la excreción de amonio con algunas materias primas como el fermentado de soja y las dos levaduras es menor, mientras que con el alga Lithonutri, el hidrolizado de trigo o la pupa de remolacha es mayor, aunque sin diferencias significativas, por ello es necesario seguir haciendo estudios y probar con otros ingredientes ya que la menor excreción de amonio resulta una ventaja, tanto desde el punto de vista nutricional, como medioambiental e industrial (biofiltros y sistemas de recirculación en piscifactorías).

## DIGESTIBILIDAD DE LOS INGREDIENTES

La digestibilidad de los diferentes ingredientes se muestra en la Tabla 4. Como se puede ver, la digestibilidad de la materia seca de la proteína de soja, de la hemoglobina de cerdo y de la harina de pescado fue superior al resto, sin diferencia con la de la levadura 40 (con grasa) y clarísimamente inferior en el caso de la proteína hidrolizada de trigo, la pulpa de remolacha y el concentrado proteico de patata.



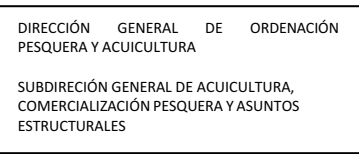
En cuanto a la digestibilidad proteica, son la hemoglobina de cerdo, la harina de pescado, el concentrado proteico de soja y la levadura 40 con grasa las que presentan una mayor digestibilidad, de igual forma que con la digestibilidad de la materia seca, siendo en este caso los peores resultados en la pulpa de remolacha, el concentrado proteico de patata, la levadura sin grasa y la proteína hidrolizada de trigo.

La digestibilidad de los aminoácidos esenciales sale muy acorde a la digestibilidad proteica, siendo mayores en general para la hemoglobina de cerdo, la harina de pescado y el concentrado proteico de soja, aunque con algunas particularidades, pues la digestibilidad de la arginina de la soja fermentada, fenilalanina del concentrado de trigo y lisina en la pulpa de remolacha fueron aceptables. Es de destacar la menor digestibilidad de la isoleucina en la mayoría de ingredientes, excepto la harina de pescado, sobre todo en la hemoglobina.

Respecto a la digestibilidad lipídica fue similar en todas las materias primas y en todas ellas superior al 90%.

**Tabla 16.** Resultados de los coeficientes de digestibilidad aparente medios (CDA, %), por ingrediente de la materia seca, proteína, grasa y aminoácidos esenciales

	PUR RE	PRO S	PROP A	HEMOC ER	HITR O	HP	SOJF ER	ALGANU TRI	LEV4 O	LEV1 OO	ES M
<b>CDA</b>											
<b>Materia seca</b>	53,7 <sup>c</sup> <sub>d</sub>	<b>77,4<sup>a</sup></b>	48,3 <sup>d</sup>	<b>83,0<sup>a</sup></b>	59,8 <sup>c</sup>	<b>81,8<sup>a</sup></b>	61,5 <sup>bc</sup>	66,3 <sup>bc</sup>	<b>73,0<sup>a</sup></b> <sub>b</sub>	64,4 <sup>bc</sup>	3,0 7
<b>Proteína bruta</b>	55,8 <sup>d</sup>	<b>82,5<sup>a</sup></b> <sub>b</sub>	69,8 <sup>c</sup>	<b>88,4<sup>a</sup></b>	69,9 <sup>c</sup>	<b>84,3<sup>a</sup></b>	75,5 <sup>bc</sup>	----	<b>80,9<sup>a</sup></b> <sub>b</sub>	70,8 <sup>c</sup>	2,0 7
<b>Grasa bruta</b>	96,5	91,6	90,3	93,4	94,0	93,4	91,3	----	96,3	----	2,1 4
<b>Arginina</b>	54,5 <sup>c</sup>	82,1 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	61,3 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	86,2 <sup>a</sup>	58,9 <sup>c</sup>	91,1 <sub>a</sub>	70,2 <sup>a</sup> <sub>bc</sub>		73,9 <sup>a</sup> <sub>bc</sub>	57,5 <sup>c</sup>	5,3 0
<b>Fenilalani na</b>	38,1 <sup>c</sup>	72,4 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	63,0 <sup>b</sup>	86,4 <sup>a</sup>	70,8 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	76,7 <sub>ab</sub>	67,9 <sup>b</sup>		64,4 <sup>b</sup>	35,6 <sup>c</sup>	4,1 8
<b>Histidina</b>	45,3 <sup>c</sup> <sub>d</sub>	83,0 <sup>a</sup>	33,5 <sup>d</sup>	90,4 <sup>a</sup>	78,6 <sup>a</sup>	94,8 <sub>a</sub>	59,0 <sup>a</sup> <sub>bc</sub>		83,5 <sup>a</sup>	69,3 <sup>ab</sup>	7,9 1
<b>Isoleucin a</b>	51,0 <sup>b</sup>	59,2 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	27,5 <sup>c</sup>	29,1 <sup>c</sup>	25,1 <sup>c</sup>	71,3 <sub>a</sub>	56,7 <sup>a</sup> <sub>b</sub>		68,6 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	49,1 <sup>b</sup>	4,4 8
<b>Leucina</b>	42,8 <sup>d</sup>	72,2 <sup>b</sup>	69,7 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	91,3 <sup>a</sup>	65,4 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	80,1 <sub>b</sub>	57,9 <sup>c</sup>		78,0 <sup>b</sup>	39,7 <sup>d</sup>	3,4 5
<b>Lisina</b>	77,2 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	79,6 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	63,8 <sup>b</sup>	90,7 <sup>a</sup>	32,6 <sup>c</sup>	91,3 <sub>a</sub>	67,9 <sup>b</sup>		70,4 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	65,6 <sup>b</sup>	4,7 2
<b>Metionin a</b>	69,6	75,0	86,0	96,9	76,5	89,4	70,4		85,5	65,2	7,0 7
<b>Treonina</b>	53,4 <sup>c</sup>	67,7 <sup>b</sup>	62,7 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	82,3 <sup>a</sup>	44,2 <sup>d</sup>	82,4 <sub>a</sub>	63,8 <sup>bc</sup>		64,5 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	64,5 <sup>bc</sup>	2,8 7
<b>Valina</b>	49,2 <sup>d</sup>	64,8 <sup>b</sup> <sub>c</sub>	56,9 <sup>c</sup> <sub>d</sub>	84,6 <sup>a</sup>	51,8 <sup>d</sup>	75,9 <sub>ab</sub>	61,4 <sup>cd</sup>		73,5 <sup>a</sup> <sub>b</sub>	48,2 <sup>d</sup>	3,1 2



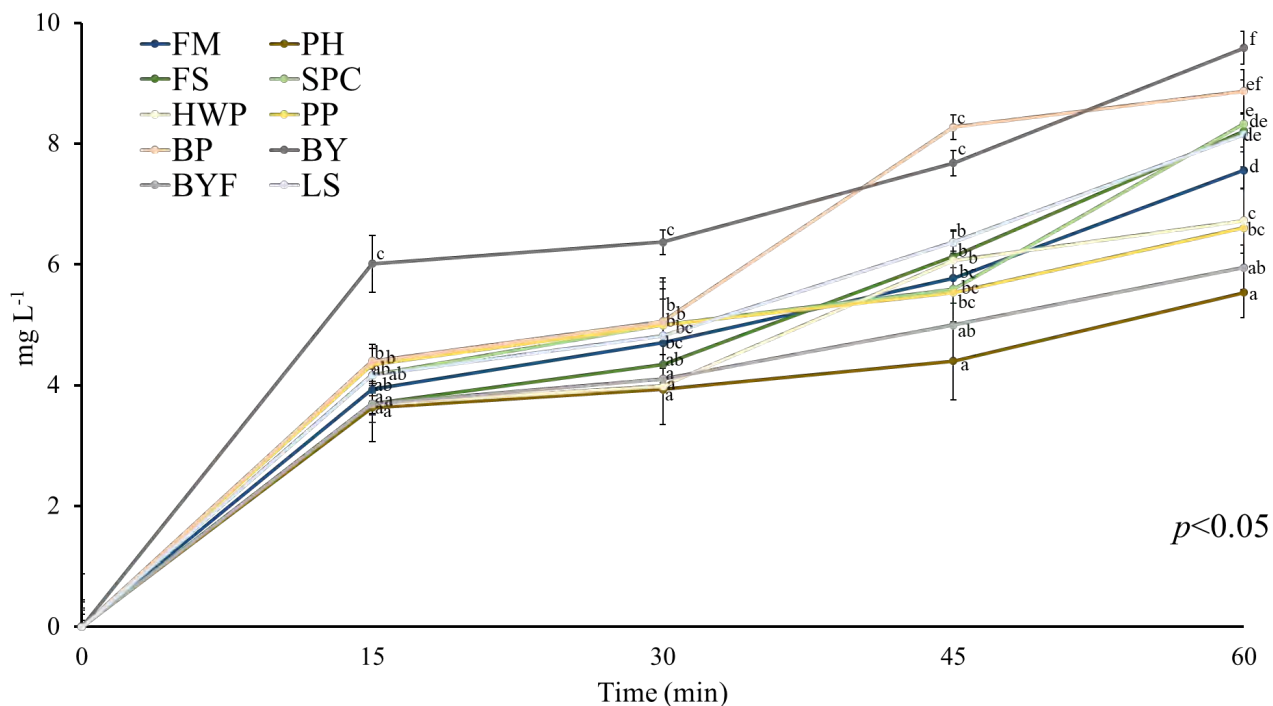
Los datos en la tabla muestran la media de cinco tanques siguiendo un diseño experimental de cuadrado latino (ESM: error estándar de la media). Superíndices diferentes indican diferencias estadísticas significativas con una  $p < 0,05$ . Test de Newman-Keuls

Por tanto, los ingredientes proteicos más apropiados para piensos de seriola en sistemas de recirculación serían la harina de pescado, la hemoglobina de cerdo, el concentrado proteico de soja, y también la levadura 40.

## ANÁLISIS FÍSICO DEL PIENSO Y DE LAS HECES

La turbidez del agua producida por los sólidos suspendidos lixiviados de la alimentación se evaluó añadiendo una alícuota de alimentación a agua destilada y tomando muestras de agua cada 15 minutos (1 hora en total) para análisis espectrofotómetro (PG Instruments, Leicester, Reino Unido), según Rice et al. (2017).

En cuanto a los resultados de los piensos que contenían los diferentes ingredientes respecto a la turbidez del agua (Figura 2), la harina de pescado, la proteína de trigo hidrolizada, la levadura con grasa y la hemoglobina de cerdo produjeron menos turbidez después de 15 minutos que la levadura con grasa (3.69 mg L<sup>-1</sup> y 3.69 mg L<sup>-1</sup> y 3.69 mg L<sup>-1</sup> y 3.63 mg L<sup>-1</sup> vs 6.01 mg L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ ); después de 30 minutos, levadura con grasa, proteína de trigo hidrolizada y hemoglobina de cerdo produjeron menor turbidez que la levadura con grasa (4.10 mg L<sup>-1</sup> y 3.99 mg L<sup>-1</sup> y 3.93 mg L<sup>-1</sup> vs. 6.37 mg L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ ); después de 45 minutos, la hemoglobina de cerdo produjo menor turbidez que la pulpa de remolacha y la levadura sin grasa (4.40 mg L<sup>-1</sup> vs. 8.27 mg L<sup>-1</sup> y 7.68 mg L<sup>-1</sup>;  $p < 0.05$ ); finalmente, después de 60 minutos, la hemoglobina porcina produjo menor turbidez que la levadura de cerveza sin grasa (5,54 mg L<sup>-1</sup> vs. 9,58 mg L<sup>-1</sup>;  $p < 0,05$ ).



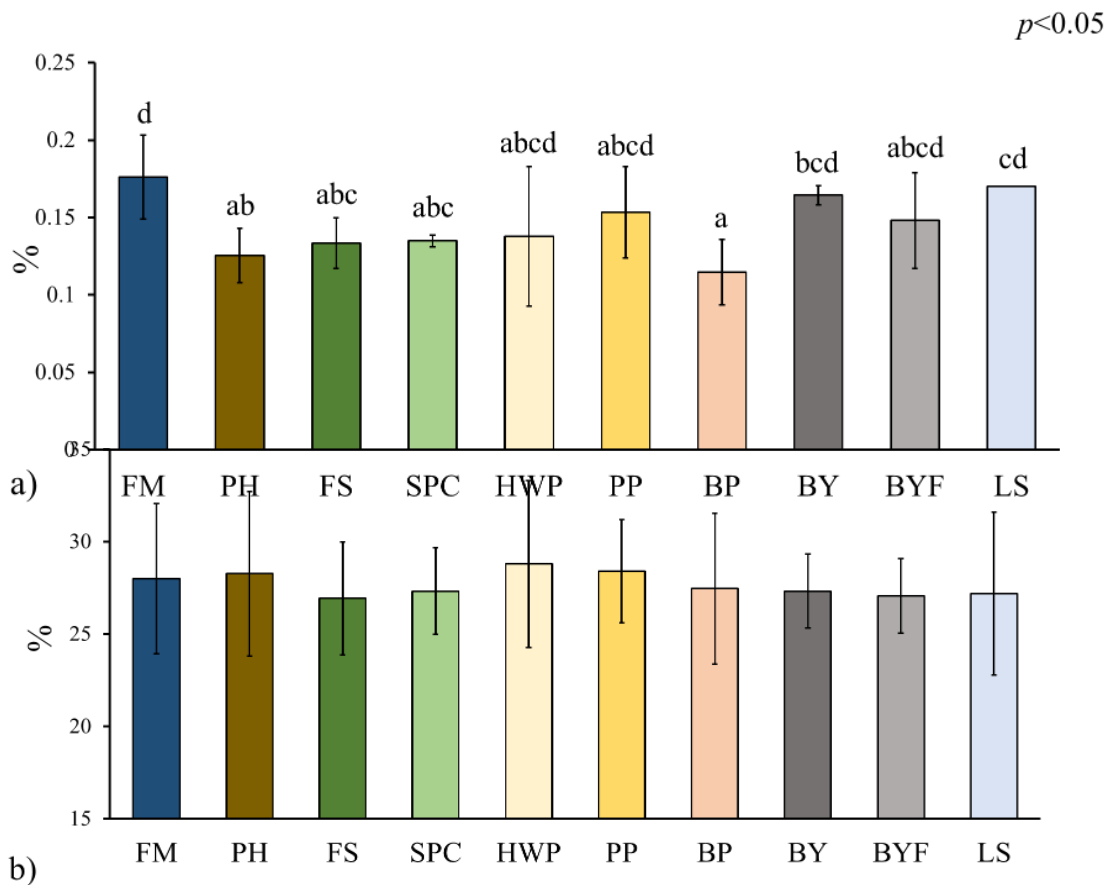
**Fig. 28.** Efecto de las materias primas probadas sobre la turbidez del agua medida cada 15 minutos. FM: harina de pescado; PH: Hemoglobina porcina; FS: Soja fermentada; RCP: Concentrado de proteína de soja; HWP: Proteína de trigo hidrolizada; PP: Proteína de patata; BP: Pulpa de remolacha; BY: Levadura de cerveza sin grasa; BYF: Levadura de cerveza con grasa; LS: Alga Lithothamnium. Los datos se representan como medias  $\pm$  error estándar de la media. Letras diferentes encima de las barras representan diferencias significativas

La fuga de aceite se evaluó con base en Sørensen (2012), con el fin de simular el efecto del almacenamiento en bolsas; la durabilidad se midió mediante un probador DORIS (Durability On a Realistic



test; Akvasmart, grupo AKVA, Bryne, Noruega) para evaluar la resistencia al estrés mecánico de los gránulos (Aas et al., 2011). Los análisis físicos de los gránulos se realizaron por triplicado.

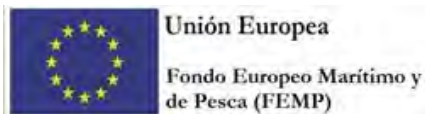
La harina de pescado se asoció con la mayor fuga de aceite, mientras que la pulpa de remolacha con la más baja (0,18% frente a 0,11% en promedio, respectivamente;  $p < 0,05$ ) (Fig. 3a). No se detectaron diferencias entre las materias primas en cuanto a la proporción de fracturas pequeñas y grandes en los alimentos, que siempre estuvieron por debajo del 28,8% ( $p > 0,05$ ) (Fig. 3b).



**Fig. 29.** Fuga de aceite (a) y valor DORIS (% de fracturas) (b) de las materias primas ensayado. FM: harina de pescado; PH: Hemoglobina porcina; FS: Soja fermentada; RCP: Concentrado de proteína de soja; HWP: Proteína de trigo hidrolizada; PP: Proteína de patata; BP: Pulpa de remolacha; BY: Levadura de cerveza sin grasa; BYF: Levadura de cerveza con grasa; LS: Alga Lithothamnium. Los datos se representan como medias  $\pm$  error estándar de la media. Letras diferentes encima de las barras representan diferencias significativas entre medias.

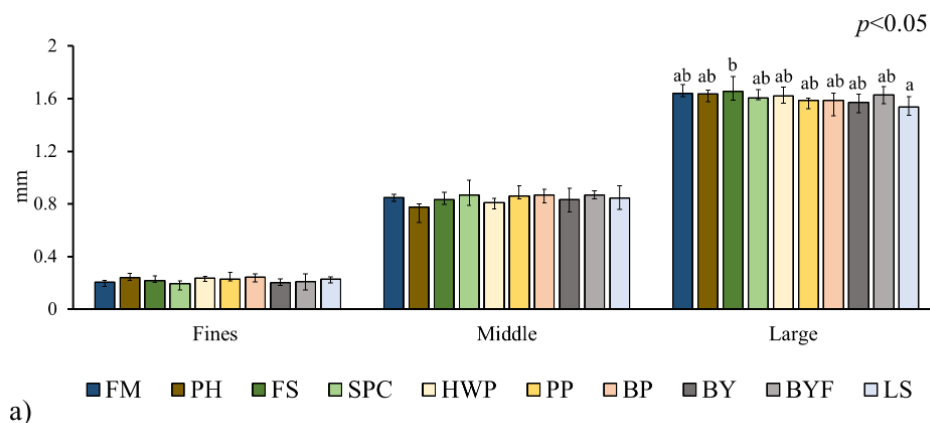
En cada conjunto de heces recolectadas por tanque, se midió el tamaño de las partículas tanto con medición volumétrica de heces frescas como con medición de heces secas (ASABE, 2008; procedimiento S319.4), es decir, mediante el fraccionamiento de la muestra mediante tamices (Endecotts, Londres, Reino Unido) con un tamaño de malla definido de 1,2 mm, 1,0 mm, 0,8 mm, 0,5 mm, 0,3 mm y 0,0 mm insertados en una tamizadora (BÜHLER, Alzenau, Alemania). Los análisis de heces frescas y secas se realizaron por triplicado.



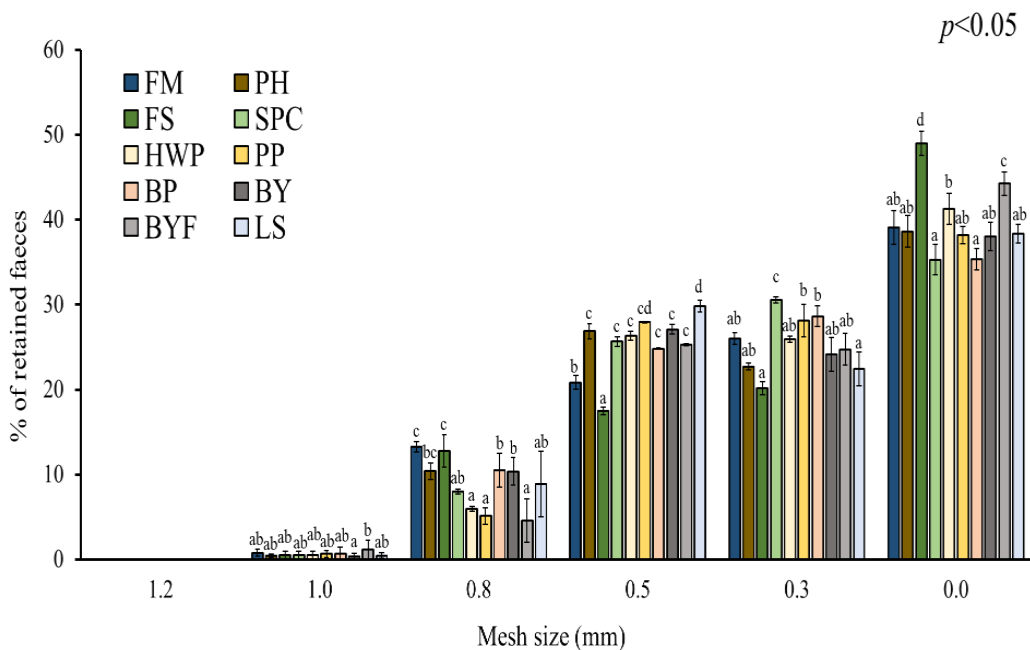
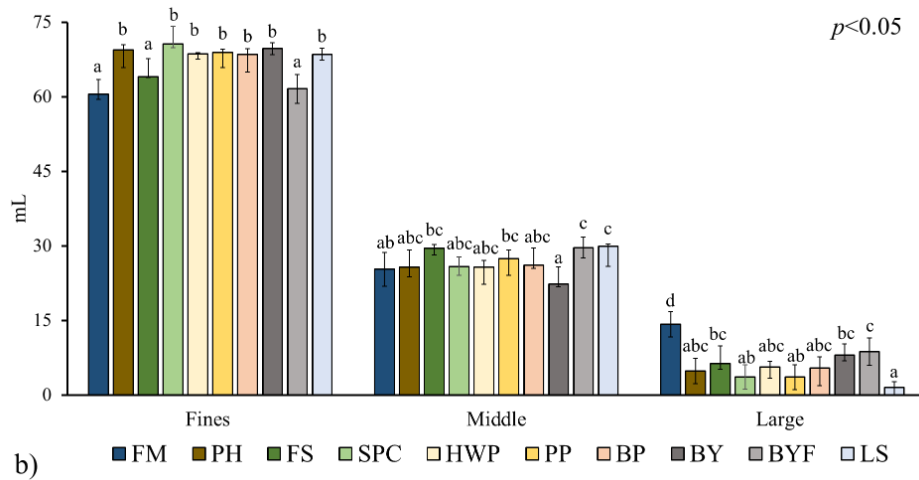


Con respecto al análisis volumétrico de heces frescas (Fig. 4), los peces alimentados con el pienso que contenía el 30% de alga produjeron heces de menor longitud que los peces alimentados con el pienso que contenía soja fermentada (1,54 mm vs. 1,65 mm en promedio, respectivamente;  $p < 0,05$ ) dentro de las heces de clase grande ( $>1,2$  mm). Los peces alimentados con los piensos que contenía soja, levadura con grasa y harina de pescado produjeron el menor volumen de heces de clase de tamaño fino que los peces alimentados con las otras materias primas (64,1% y 61,6% y 60,5% vs. 69,2%;  $p < 0,05$ ); los peces alimentados con levadura sin grasa produjeron menor volumen de heces de clase de tamaño medio que los peces alimentados con levadura con grasa y el alga (22,3% vs. 29,9% y 29,7%;  $p < 0,05$ ); luego, los peces alimentados con el pienso con alga produjeron el menor volumen de heces de clase de tamaño grande en comparación con los peces alimentados con el pienso que contenía un 30% de harina de pescado (1,53% vs. 14,2%;  $p < 0,05$ ).

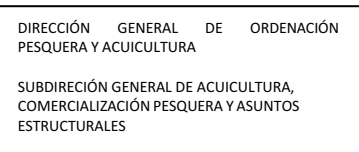
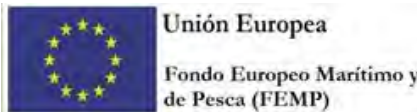
En cuanto al análisis de granulometría de heces secas (Figura 5), los peces alimentados con el pienso con levadura con grasa (1,16%) produjeron la tasa más alta de heces entre  $1,0 < \text{mm} < 1,2$ , mientras que los peces alimentados con el que contenía la levadura sin grasa produjeron la tasa más baja (0,34%); el resto de materias primas registraron valores intermedios (0,56%;  $p < 0,05$ ). Los peces alimentados con harina de pescado y soja fermentada produjeron una mayor tasa de heces entre  $0,8 < \text{mm} < 1,0$ ; los peces alimentados con el alga produjeron una mayor tasa de heces entre  $0,5 < \text{mm} < 0,8$ ; los peces alimentados con concentrado de proteína de soja produjeron una mayor tasa de heces entre  $0,3 < \text{mm} < 0,5$ , en comparación con los alimentados con LS y FS (30,6% vs. 22,4% y 20,2%;  $p < 0,05$ ) y los peces alimentados con FS produjeron una mayor tasa de heces entre  $0,0 < \text{mm} < 0,3$ .



**Fig. 30.** Resistencia (mm) (a) y volumen (mL) (b) de clases finas ( $\leq 0,5$  mm), medias ( $0,6-1,2$  mm) y grandes ( $>1,2$  mm) de partículas de heces frescas obtenidas de cola amarilla del Mediterráneo alimentadas con Materias primas probadas. FM: harina de pescado; PH: Hemoglobina porcina; FS: Soja fermentada; RCP: Concentrado de proteína de soja; HWP: Proteína de trigo hidrolizada; PP: Proteína de patata; BP: Pulpa de remolacha; BY: Levadura de cerveza sin grasa; BYF: Levadura de cerveza con grasa; LS: Alga Lithothamnium. Los datos se representan como medias  $\pm$  error estándar de la media. Letras diferentes encima de las barras representan diferencias significativas entre medias



**Fig. 31.** Porcentaje de heces secas retenidas de diferentes tamaños de malla de tamiz (mm) y obtenidas de rabal amarillo del Mediterráneo alimentado con materias primas probadas. FM: harina de pescado; PH: Hemoglobina porcina; FS: Soja fermentada; RCP: Concentrado de proteína de soja; HWP: Proteína de trigo hidrolizada; PP: Proteína de patata; BP: Pulpa de remolacha; BY: Levadura de cerveza sin grasa; BYF:



Levadura de cerveza con grasa; LS: Alga Lithothamnium. Los datos se representan como medias  $\pm$  error estándar de la media. Letras diferentes encima de las barras representan diferencias significativas entre

De todas la materias primas probadas parece que las más idóneas para su inclusión en piensos de seriola son la proteína de soja y la hemoglobina de cerdo, ya que la digestibilidad proteica es superior, mientras que la excreción es inferior que aunque sin diferencias significativas.

La digestibilidad de la materia seca, las proteínas y los aminoácidos fue alta para la hemoglobina porcina, la harina de pescado, el concentrado de proteína de soja y la levadura de cerveza que contenía grasa, mientras que la digestibilidad de los lípidos fue satisfactoria para todas las materias primas.

La inclusión de las diferentes materias primas no afectó la integridad estructural del alimento, mientras que lde remolacha mostró la menor fuga de aceite en comparación con las otras materias primas. La inclusión de soja fermentada, proteína de trigo hidrolizada y levadura de cerveza con grasa redujo la turbidez del agua en los primeros 15 minutos después de la alimentación, mientras que la inclusión de soja fermentada y harina de pescado indujo la producción de partículas de heces más grandes, lo que se considera beneficiosas para una gestión eficaz de los residuos en un RAS.

Finalmente, aunque sin diferencias significativas debido a la alta variabilidad entre mediciones, la inclusión de alga Lithothamnium y pulpa de remolacha produjo la mayor excreción de nitrógeno postprandial horaria y diaria.

Un nivel lipídico superior al 17% puede llegar a ser perjudicial para el crecimiento de la Seriola dumerili en condiciones de producción, mientras que no hay diferencias en los parámetros productivos entre un 14 y un 17% % de lípidos.

De los tres niveles proteicos estudiados (50, 55 y 60% de PB o 45, 50 y 55%PD), no se han encontrado diferencias en los parámetros productivos, pero sí en la excreción amoniaca del nivel proteico 60 (55% PD), que requeriría de un mayor volumen de filtración y un mayor caudal de recirculación para la eliminación del amonio, lo que supone una desventaja competitiva en el diseño de una instalación de recirculación.

Desde UPV se recomienda una evaluación profunda de las materias primas, tal y como se ha hecho en este proyecto, incluidas sus cualidades nutricionales y las características físicas de los gránulos derivados, junto con su influencia en la producción de materia fecal y desechos de nitrógeno, para desarrollar una formulación de pienso adaptada a RAS sostenibles y eficientes en el uso de recursos para una especie emergente como la seriola mediterránea.

La importancia del aislamiento ambiental que provee el sistema de producción RAS frente a las temperaturas cambiantes de manera natural en el mediterráneo, y la incidencia de patógenos para la especie hacen que esta alternativa muestre claras ventajas frente a las Jaulas Sumergibles o Circuitos Abiertos que actualmente se implementan. La inclusión de pienso extruido y la modulación del nivel de proteína del pienso gracias al efecto de “ahorro de proteína” como materia energética a lo largo del ciclo de vida de la seriola permitirá la reducción significativa de contaminación del agua con sustancias consumidoras de oxígeno, reduciendo a su vez la



demanda bioquímica de oxígeno (BOD) y la carga total amoniacal que los biofiltros en plena producción tendrán que manejar.

Se debe persistir la experimentación en nutrición para la especie, donde puede seguir ampliándose el conocimiento sobre factores como la palatabilidad del pienso e inclusión de atractantes, la fluctuación de la ingesta tras periodos de ayuno y potencial de sustitución de materias primas, llegando a estrategias de alimentación dinámicas que permitan explotar al máximo los favorables parámetros de crecimiento y el valor comercial de la *Seriola dumerili*.

***Tarea 3.2 Ensayo de alimentación, crecimiento y excreción de juveniles (pre-engorde) de seriola con dietas de bajo residuo en RAS (Líder: UPV). En desarrollo.***

**Entidades participantes: UPV**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados: En desarrollo**

Las pruebas se llevarán a cabo en 18 tanques cilindro-cónicos de 1750 litros incluidos en un circuito RAS (29-35 psu, 22°C), hasta alcanzar un peso de unos 500 g. Se ensayarán 6 dietas, formuladas en base a los resultados de la Tarea 3.1 considerando un modelo factorial 3X2 con niveles de proteína (50-55%) y lípidos (14, 18 y 22%).

Pasado el periodo de aclimatación, se pesarán los peces, y se distribuirán en los tanques a razón de 50 animales por cada uno. Para ello, se anestesiaron previamente empleando esencia de clavo (10 mg/L). Los peces se alimentarán manualmente dos veces al día a saciedad, a las 10:00 de la mañana y a las 16:00 de la tarde, seis días a la semana. Los gránulos de pienso se distribuirán lentamente, permitiendo que todos los peces del tanque puedan comer.

Los parámetros de calidad del agua serán medidos diariamente (temperatura, oxígeno y pH) y nitritos y nitratos y amonio, 3 días a la semana. La mortalidad también será registrada diariamente.

Para determinar los índices de crecimiento y parámetros nutritivos, se pesarán individualmente todos los peces de los tanques cada 4 semanas, previamente anestesiados con aceite de clavo. Se determinará la supervivencia, la tasa de crecimiento instantáneo (% día<sup>-1</sup>), la tasa de alimentación diaria (g 100 g pez<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), el coeficiente de eficacia del crecimiento y el índice de conversión del alimento.

Al inicio de la prueba de crecimiento una muestra representativa de 10 peces y al final de la prueba, otros 5 peces por tanque se sacrificarán empleando una sobredosis de anestésico. Los peces se triturarán, congelarán y liofilizarán. Todos los peces sacrificados (inicio y final del experimento) serán pesados y medidos individualmente, y se pesarán las vísceras, hígado, grasa mesentérica, y canal, para obtener los índices biométricos (viscerosomático, hepatosomático, grasa visceral, canal).

Tras el análisis de la composición corporal de los peces iniciales y finales (siguiendo la metodología descrita en la Tarea 3.1) se procederá al cálculo de las retenciones de proteína, aminoácidos, energía y grasa.

Después de cada muestreo de peso, se llevará a cabo la prueba de excreción de N y P en los mismos tanques y con los mismos peces de la prueba de pre-engorde para modelizar la excreción en función del peso de los peces y la ingestión de proteína. Desde la UCA y la ULPGC se participará en esta tarea colaborando en la toma de muestras para determinar parámetros de bienestar y salud y estudios histológicos en la línea de la descripción metodológica aplicada en la actividad 4.

**Resultados:**

**Crecimiento y parámetros nutritivos**

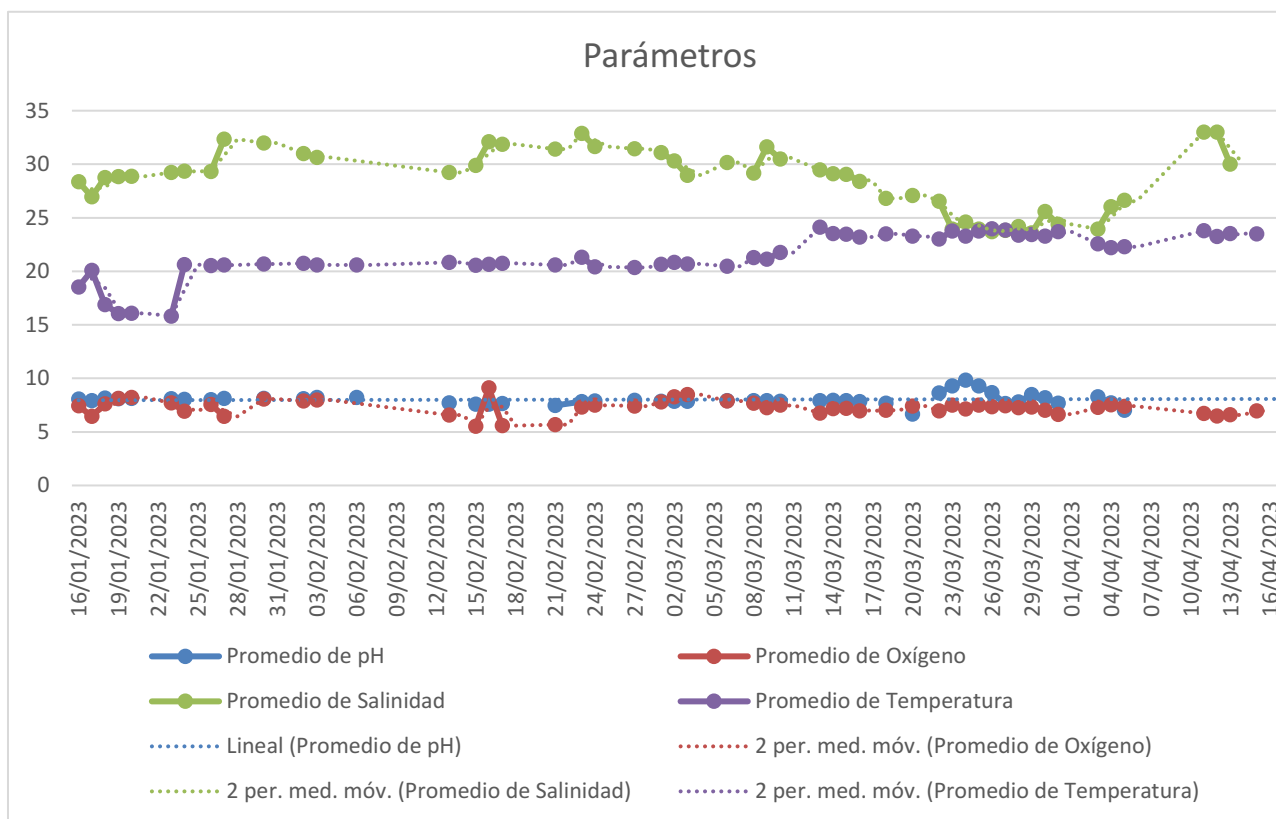


Entre finales de septiembre y mitad de octubre de 2022 llegaron seriolas de 3 g procedentes de la Universidad de la Palma de Gran Canaria, que fueron aclimatadas con piensos comercial y distribuidas en diferentes tanques del laboratorio de acuicultura de la UPV.

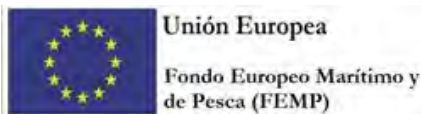


Foto 29. Diferentes momentos de la llegada de las seriolas procedentes de Canarias

Para la prueba de crecimiento, que comenzó el 16 de enero de 2023, se contó con 576 de los peces procedentes de la Universidad de las Palmas de Gran Canarias y que llevaban algo más de tres meses de adaptación al sistema, con peso medio de 79 g y que fueron distribuidos de manera aleatoria en 18 tanques de 1750L, con volumen de agua constante en 1500L en grupos de 32 peces por tanque. Los tanques forman parte de la línea 2 del sistema RAS del Laboratorio de acuicultura de la Universidad Politécnica de Valencia (foto 29) que presenta un biofiltro de filtración mecánica por percolación, oxigenación por soplante y tratamiento de ozono, cuyos parámetros físico-químicos podemos ver en la Figura 32.







**Fig.32.** Evolución de los diferentes parámetros físico-químicos del agua durante el Experimento 1 de pre-engorde. Los datos de salinidad están dados en g/l, el oxígeno en mg/l y la temperatura en °C.

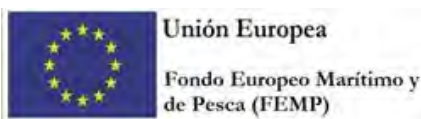


**Foto 30.** Tanques de la línea 2 del Laboratorio de Acuicultura donde se desarrolló el presente experimento de alimentación.

Se utilizó un diseño experimental de combinación 2x3 por triplicado, donde se consideraron dos niveles de Proteína Bruta (55% y 50%) y tres niveles de Grasa Bruta (14%, 17% y 20%), formuladas en función de los resultados de la prueba anterior de digestibilidad y excreción (Tabla 17). La alimentación fue manual a saciedad aparente, 3 veces al día.

**Tabla 17.** Formulación y composición de las dietas experimentales.

Ingrediente (g) \ Dieta	50/14	50/17	50/20	55/14	55/17	55/20
Harina de pescado	300	300	300	300	300	300
Trigo	144	130	117	60	50	40
Hemoglobina de cerdo		40	80		50	100
Proteína concentrada de soja	122	102	82	148	124	100
Gluten de trigo	140	120	100	200	170	140
Levadura de cerveza 40	140	120	100	140	120	100
Aceite de pescado	27	27	27	27	27	27
Aceite de soja	57	90	124	55	89	123
Maltodextrina	50	50	50	50	50	50
Fosfato bicálcico	10	10	10	10	10	10
Complejo vitamínico-mineral	10	10	10	10	10	10
Composición nutritiva						
PB (%)	49,2	49,2	49,3	55,0	54,9	54,9
PD (%)	45,1	45,1	45,1	50,0	50,0	50,0
GB (%)	13,0	16,1	19,3	12,7	15,9	19,1
GD (%)	14,0	17,1	19,9	13,8	16,8	19,7
CHO (%)	29,4	26,4	23,5	24,3	21,3	18,3



CE (%)	8,7	8,4	8,1	9,0	8,6	8,3
--------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

PB: proteína bruta; PD: proteína digestible; GB: grasa bruta; GD: grasa digestible; CHO: carbohidratos; CE: cenizas.

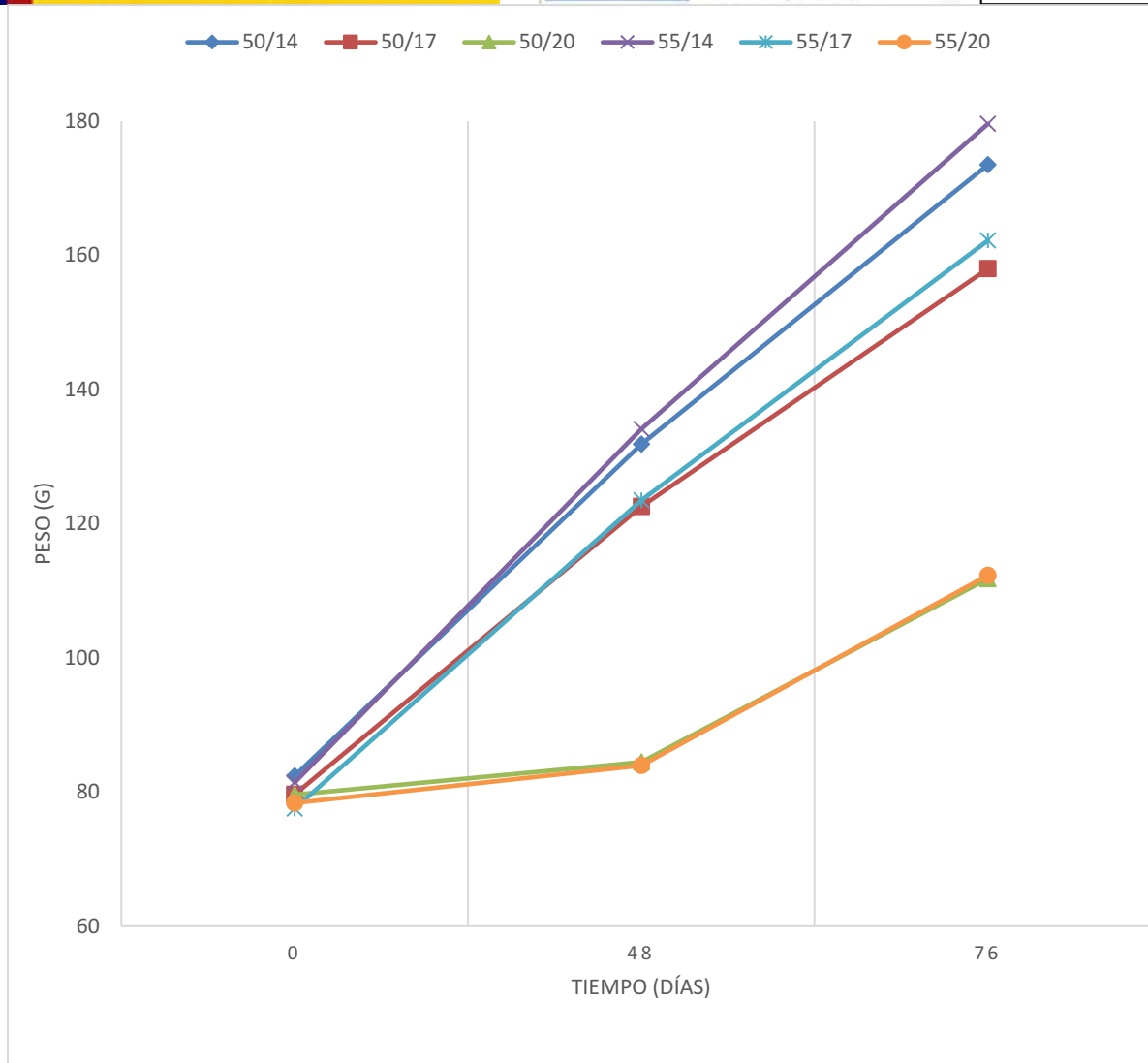
El rango de temperatura promedio del agua durante el experimento fue entre 21 a 26 °C, con un fotoperiodo de duración natural. Diariamente se registraron los diferentes parámetros fisicoquímicos del circuito en recirculación por medio de una sonda multiparamétrica HANNA equipment HI19829 (Woonsocket, Rhode Island, USA), registrando niveles de oxígeno, salinidad, temperatura y pH. Semanalmente se registró el nivel de sólidos totales en suspensión, siguiendo el protocolo descrito por Strickland y Parsons (1972). Cada 2 semanas se analizaron diferentes parámetros químicos del agua: los niveles de amonio con el método koroleff (1969); nitritos y nitratos según lo descrito por Bendschneider y Robinson (1952); alcalinidad y fosfatos por medio del espectrofotómetro Hanna equipment HI83203 (Woonsocket, Rhode Island, USA).

Se realizaron muestreos por tanque de la supervivencia y peso medio cada seis semanas utilizando aceite de clavo (10 mg/L) para reducir el estrés por manipulación (Foto 31).



**Foto 31.** Detalle de un muestreo de *S. dumerili* previamente sedadas con aceite de clavo

El peso medio de las seriolas a lo largo del tiempo se puede observar en la Figura 33, donde se aprecia la diferencia de crecimiento entre los tratamientos con nivel de grasa 20% y el resto de tratamientos, que dieron malos resultados desde el principio.



**Fig.33.** Evolución del peso medio de los peces alimentados con los piensos experimentales

En la Tabla 18, se observa el crecimiento y los parámetros nutricionales de la seriola alimentada con los piensos experimentales. Los piensos 50/20 y 55/20 originan los peores resultados de crecimiento y conversión. La prueba se finalizó debido a un aumento de mortalidad a los pocos días del muestreo causada por *Neobenedenia* sp. (Foto 32), momento en el que se tomaron tres ejemplares vivos de cada tanque para realizar las biometrías y análisis corporales.

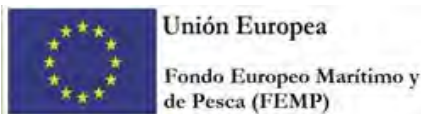


Foto.32. Ejemplares de diferentes tratamientos muertos a causa de Neobenedenia.

Tabla 18. Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *Seriola dumerili* por dieta

Dieta	50/20	55/20	50/17	55/17	50/14	55/14
Parámetros de crecimiento						
Pi (g)	79,6 ±5,2	78,3 ±4,8	79,6 ±7,3	77,5 ±6,1	82,4 ±6,8	81,4 ±4,3
Pf (g)	111,7 <sup>b</sup> ±9,4	112,3 <sup>b</sup> ±4,5	158,0 <sup>a</sup> ±17,5	162,2 <sup>a</sup> ±27,1	173 <sup>a</sup> ±11,8	179,6 <sup>a</sup> ±19,5
TCl (%/día)	0,44 <sup>b</sup> ±0,03	0,47 <sup>b</sup> ±0,05	0,90 <sup>a</sup> ±0,20	0,96 <sup>a</sup> ±0,12	0,98 <sup>a</sup> ±0,086	1,04 <sup>a</sup> ±0,11
CTC (*10 <sup>-3</sup> )	4,5 <sup>b</sup> ±0,26	-1,5 <sup>c</sup> ±0,26	4,78 <sup>b</sup> ±0,26	5,23 <sup>ab</sup> ±0,26	5,85 <sup>a</sup> ±0,26	6,1 <sup>a</sup> ±0,26
S (%)	94,8 ±1,8	87,5 ±3,1	94,7 ±6,5	91,6 ±4,7	95,8 ±1,8	96,8 ±3,1
Parámetros nutricionales						
IN (g)	3371 <sup>c</sup> ±142	3218 <sup>c</sup> ±173	5072 <sup>b</sup> ±332	4696 <sup>b</sup> ±551	5972 <sup>a</sup> ±142	6221 <sup>a</sup> ±517
TAD (%/día)	1,70 <sup>c</sup> ±0,20	1,64 <sup>c</sup> ±0,13	2,08 <sup>ab</sup> ±0,021	1,94 <sup>bc</sup> ±0,038	2,31 <sup>a</sup> ±0,19	2,38 <sup>a</sup> ±0,17
ICA	25,7 <sup>a</sup> ±11,7	26,7 <sup>a</sup> ±19,9	3,8 <sup>b</sup> ±0,6	3,3 <sup>b</sup> ±0,4	3,8 <sup>b</sup> ±0,4	3,8 <sup>b</sup> ±0,6
CEC	0,10 <sup>b</sup> ±0,004	0,10 <sup>b</sup> ±0,05	0,58 <sup>a</sup> ±0,11	0,59 <sup>a</sup> ±0,07	0,57 <sup>a</sup> ±0,06	0,53 <sup>a</sup> ±0,08

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 3). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0.05. Test de Newman-Keuls.

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCl: Tasa de conversión instantánea; CTC: Coeficiente térmico de crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento; CEC: Coeficiente de eficacia de crecimiento.

En las tablas 19 y 20 se analizaron estos parámetros por nivel de proteína y grasa.

Al analizar el comportamiento de estos parámetros con respecto a la variable Grasa Bruta, se encontró que fue un factor diferencial en casi todos los parámetros, a excepción de la supervivencia (S) de los peces (Tabla 19), siendo el nivel de Grasa Bruta 20% el que origina peores valores, significativamente inferior a



los otros 2 niveles en todos los otros parámetros. También se encontraron diferencias en cuanto a la ingesta y la tasa de alimentación diaria entre los piensos que contenían un 14 y un 17%, siendo superior en el caso del 14% de GB.

**Tabla 19.** Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *S. dumerili* por nivel de Grasa Bruta

Grasa bruta	20	17	14
Parámetros de crecimiento			
Pi (g)	78,9 ±4,5	78,5 ±6,1	81,9 ±5,1
Pf (g)	112,0 <sup>b</sup> ±6,6	160,1 <sup>a</sup> ±20,6	176,5 <sup>a</sup> ±14,8
TCl (%/día)	0,46 <sup>b</sup> ±0,04	0,93 <sup>a</sup> ±0,15	1,01 <sup>a</sup> ±0,09
CTC (*10 <sup>-3</sup> )	0,15 <sup>c</sup> ±0,19	5,0 <sup>b</sup> ±0,19	6,0 <sup>a</sup> ±0,19
S (%)	91,1 ±4,5	93,2 ±5,3	96,3 ±2,3
Parámetros nutricionales			
IN (g)	3295 <sup>c</sup> ±164	4884 <sup>b</sup> ±456	6096 <sup>a</sup> ±365
TAD (%/día)	1,67 <sup>c</sup> ±0,15	2,00 <sup>b</sup> ±0,08	2,35 <sup>a</sup> ±0,17
ICA	25,8 <sup>a</sup> ±14,6	3,6 <sup>b</sup> ±0,5	3,8 <sup>b</sup> ±0,5
CEC	0,10 <sup>b</sup> ±0,04	0,59 <sup>a</sup> ±0,08	0,56 <sup>a</sup> ±0,07

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 6). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0.05. Test de Newman-Keuls.

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCl: Tasa de conversión instantánea; CTC: Coeficiente térmico de crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento; CEC: Coeficiente de eficacia de crecimiento.

Se analizaron los parámetros nutricionales y de crecimiento con respecto a la variable Proteína Bruta (Tabla 20), y no se encontró que la proteína fuese una variable explicativa pues no se encontraron diferencias significativas en la media de los parámetros evaluados con los 2 niveles de la variable, 50 y 55%.




**Tabla 20.** Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *S. dumerili* por nivel de Proteína Bruta

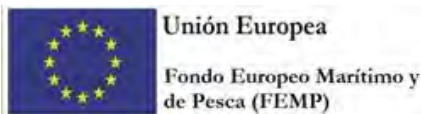
Proteína bruta	50	55
Parámetros de crecimiento		
Pi (g)	80,5 ±5,8	79,1 ±4,8
Pf (g)	147,7 ±30,1	151,3 ±34,6
TCl (%/día)	0,77 ±0,27	0,82 ±0,28
CTC (*10 <sup>-3</sup> )	3,70 ±0,91	3,72 ±0,91
S (%)	95,1 ±3,5	92,0 ±5,2
Parámetros nutricionales		
IN (g)	4805 ±1160	4712 ±1356
TAD (%/día)	2,03 ±0,30	1,99 ±0,34
ICA	10,9 ±12,1	11,3 ±15,2
CEC	0,42 ±0,25	0,41 ±0,24

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 9). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0.05. Test de Newman-Keuls.

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCl: Tasa de conversión instantánea; CTC: Coeficiente térmico de crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento; CEC: Coeficiente de eficacia de crecimiento.

### Parámetros biométricos y composición corporal

Sobre la composición corporal de los peces sometidos a las diferentes dietas experimentales, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados (Tabla 21). El análisis de las biometrías realizadas al finalizar el experimento mostró que no hubo diferencias significativas en el índice viscerosomático entre dietas, más sí para el índice hepatosomático, donde la dieta 55/20 mostró el valor más alto, y la dieta 50/20 el más bajo. En tanto al Factor de condición de los peces, si bien la dieta 55/17 fue significativamente inferior a la dieta 55/20, las demás dietas no mostraron diferencias significativas entre sí. Los valores de eficiencia de retención proteica y lipídica se comportaron de manera similar, encontrando diferencias significativas entre las dietas 50/20 y 55/20 frente a las demás.

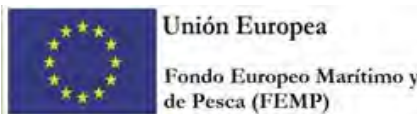

**Tabla 21.** Composición corporal y parámetros biométricos de *Seriola dumerili* por dietas

Dieta	50/20	55/20	50/17	55/17	50/14	55/14
Composición corporal						
MS (%)	21,8 <sup>ab</sup> ±0,68	20,90 <sup>a</sup> ±0,68	25,07 <sup>ab</sup> ±0,68	24,71 <sup>ab</sup> ±0,96	23,84 <sup>ab</sup> ±0,96	27,74 <sup>b</sup> ±0,96
Cenizas (%)	4,40 ±0,89	6,78 ±0,89	3,28 ±0,89	2,87 ±1,26	4,61 ±1,26	4,54 ±1,26
PB(%m.h.)	15,85 ±0,76	14,93 ±0,76	15,69 ±0,76	14,02 ±1,08	17,19 ±1,08	15,19 ±1,08
GB(%m.h.)	2,31 <sup>a</sup> ±1,23	2,29 <sup>a</sup> ±0,23	5,85 <sup>b</sup> ±0,23	5,34 <sup>b</sup> ±0,33	2,14 <sup>a</sup> ±0,33	7,21 <sup>c</sup> ±0,33
Índices biométricos						
FC	1,27 <sup>ab</sup> ±0,09	1,54 <sup>a</sup> ±0,09	1,30 <sup>ab</sup> ±0,06	1,11 <sup>b</sup> ±0,07	1,41 <sup>ab</sup> ±0,08	1,38 <sup>ab</sup> ±0,07
IVS (%)	5,77 ±1,86	7,25 ±1,40	6,89 ±0,23	7,29 ±1,17	6,90 ±1,17	5,88 ±1,17
IHS (%)	1,78 <sup>c</sup> ±0,45	3,53 <sup>a</sup> ±0,11	2,32 <sup>bc</sup> ±0,33	3,03 <sup>ab</sup> ±0,76	1,92 <sup>bc</sup> ±0,76	2,05 <sup>bc</sup> ±0,76
Eficiencias de retención						
VPP (%)	7,31 ±2,87	9,84 ±4,06	11,92 ±2,87	9,71 ±4,06	13,5 ±4,06	9,84 ±4,06
VPG (%)	1,74 <sup>a</sup> ±1,09	2,79 <sup>a</sup> ±1,09	25,64 <sup>b</sup> ±1,55	24,40 <sup>b</sup> ±1,09	37,46 <sup>c</sup> ±1,55	5,30 <sup>a</sup> ±1,55

Los valores representan la media ± error estándar (n = 9 para índices biométricos; n=3 para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0.05. Test de Newman-Keuls.

MS: Materia Seca; PB Proteína Bruta; GB Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa; m.h.: Materia húmeda.

Al evaluar el efecto de la variable Grasa Bruta sobre los parámetros de composición corporal tampoco se encontraron diferencias significativas (Tabla 22). Sobre los índices biométricos, encontramos que no hay diferencias entre los niveles de grasa para el IVS, pero sí sobre el IHS donde el nivel 14% fue significativamente inferior a los otros 2. El estudio estadístico indicó que las diferencias en la media del FC se pueden atribuir a los niveles de grasa, siendo el nivel 17% inferior a los otros 2. Tanto el VPP como el VPG del nivel de grasa 20% fueron significativamente inferiores a los otros 2 niveles.



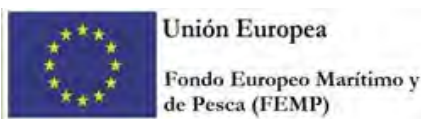
**Tabla 22.** Resultados de la composición corporal y parámetros biométricos de la *Seriola dumerili* por nivel de Grasa Bruta

Grasa	20	17	14
Composición corporal			
MS (%)	21,39 ±0,69	24,95 ±0,80	25,79 ±0,98
Cenizas (%)	5,59 ±0,66	3,14 ±0,76	4,58 ±0,94
PBh (%)	15,39 ±0,58	15,13 ±0,67	16,19 ±0,83
GBh (%)	2,30 <sup>b</sup> ±0,08	5,68 <sup>a</sup> ±0,86	4,68 <sup>a</sup> ±1,05
Índices biométricos			
FC	1,42 <sup>a</sup> ±0,16	1,27 <sup>b</sup> ±0,11	1,35 <sup>a</sup> ±0,08
IVS (%)	6,62 ±1,66	6,97 ±0,27	6,39 ±0,72
IHS (%)	2,78 <sup>a</sup> ±0,98	2,46 <sup>a</sup> ±0,42	1,98 <sup>b</sup> ±0,09
Eficiencias de retención			
VPP (%)	4,36 <sup>b</sup> ±1,98	11,18 <sup>a</sup> ±2,28	11,67 <sup>a</sup> ±2,80
VPG (%)	2,27 <sup>b</sup> ±4,68	24,81 <sup>a</sup> ±5,40	21,38 <sup>a</sup> ±6,62

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 18 para índices biométricos; n=6 para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0.05. Test de Newman-Keuls.

MS: Materia Seca; PBh Proteína Bruta; GBh Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa

Analizando los parámetros de composición corporal frente a la variable Proteína Bruta en el pienso, no se encontraron diferencias significativas entre los 2 niveles (Tabla 23). Al comparar estos índices corporales según la variable Proteína Bruta, se encontró que el FC de los peces no mostró diferencias asociadas al nivel de proteína del pienso, tampoco hubo incidencia sobre el IVS, más sí sobre el IHS, siendo significativamente mayor en el nivel de proteína del 50%. Los parámetros VPP y VPG no mostraron diferencias significativas entre niveles de proteína.



**Tabla 23.** Resultados de la composición corporal y parámetros biométricos de *Seriola dumerili* por nivel de Proteína Bruta

Proteína bruta	50	55
Composición corporal		
MS (%)	23,54 ±1,15	23,57 ±1,28
Cenizas (%)	3,99 ±0,70	5,24 ±0,79
PBh(%)	16,05 ±0,41	14,77 ±0,46
GBh(%)	3,69 ±0,98	4,28 ±1,10
Índices biométricos		
FC	1,31 ±0,08	1,44 ±0,18
VSI (%)	6,47 ±1,16	7,03 ±1,22
HSI (%)	2,07 <sup>b</sup> ±0,43	3,20 <sup>a</sup> ±0,60
Eficiencias de retención		
VPP (%)	10,39 ±2,09	5,59 ±2,33
VPG (%)	11,94 ±6,51	16,46 ±7,29

Los valores representan la media  $\pm$  error estándar (n = 27 para índices biométricos; n=9 para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0.05$ . Test de Newman-Keuls.

MS: Materia Seca; PBh Proteína Bruta; GBh Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa; m.h.: Materia húmeda.

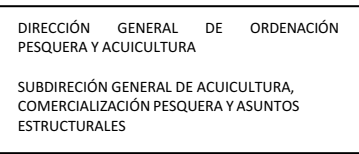
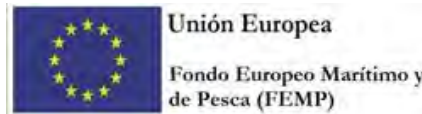
### Pensos Tarea 4.3 y 5.2 (Prueba sensorial)

Paralelamente a las pruebas de preengorde llevadas a cabo en la UPV, se analizaron y fabricaron los dos mejores pensos de la prueba anterior para realizar las tareas 4.3 y 5.2. del proyecto:

- 5 kg de pienso de 1.8 mm de tamaño de pellet de la dieta 50/14
- 50 kg de pienso de 3 mm de tamaño de pellet de la dieta 50/14
- 12 kg de pienso de 5 mm de tamaño de pellet de la dieta 50/14
- 5 kg de pienso de 1.8 mm de tamaño de pellet de la dieta 55/17
- 50 kg de pienso de 3 mm de tamaño de pellet de la dieta 55/17
- 12 kg de pienso de 5 mm de tamaño de pellet de la dieta 55/17
- El que te comenté para la tarea 5.2 queda de la misma manera:
- 90 kg de pienso de 7mm de tamaño de pellet de la dieta 50/14
- 90 kg de pienso de 7mm de tamaño de pellet de la dieta 50/17

Que se enviaron en junio de 2023 a CTAQUA, con el fin de que dieran comienzo las pruebas asociadas a dichas tareas.

A finales de agosto se nos informó que las seriolas de la prueba de engorde en la empresa Grupo Laeras, (Tarea 5.2), con las cuales se iba a llevar a cabo la prueba sensorial habían muerto en su totalidad como consecuencia de la Neobenedenia.



### Tarea 3.3 Ensayo de alimentación y crecimiento de seriola a tamaño comercial (engorde) con dietas de bajo residuo en RAS (Líder: UPV).

Entidades participantes: UPV

Descripción de las tareas y trabajos realizados

#### EXCRECIÓN

El 16 de junio 2023 llegaron a las instalaciones de la UPV 900 ejemplares de seriola de unos 45 g de peso medio procedentes de la empresa Futuna Blue España SL con las cuales se dio comienzo tanto a la prueba de crecimiento, como a la de digestibilidad y excreción.

Tras unos días de adaptación al sistema, cuatro ejemplares de seriola con un peso medio de 65 gramos se colocaron en cada uno de los 5 tanques de digestibilidad con columna de sedimentación y con una capacidad de 200 l (Foto 33). Las seriolas se alimentaron con los mismos seis piensos utilizados en la prueba de crecimiento, y que contenían los ingredientes con mayores digestibilidades tras la prueba realizada con anterioridad. La alimentación se llevó a cabo con tasa restringida del 2% a primera hora de la mañana, de acuerdo con el peso medio de los peces.



Foto.33. Detalle de los tanques de digestibilidad, donde se llevaron a cabo las pruebas de digestibilidad y excreción

Para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación, y asegurar el bienestar de los animales y la buena calidad del agua se revisó diariamente el normal funcionamiento de todos los equipos del laboratorio, además se registró la muerte de los animales si se daba el caso junto al peso de éstos, que eran reemplazados al día siguiente para continuar con la prueba. Se controló diariamente la concentración de oxígeno en el agua, la temperatura, el pH y las concentraciones de amonio y nitritos en el agua.

La excreción de amoníaco para cada uno de los tratamientos se estimó en función de la diferencia entre la concentración de amoníaco disuelto en los tanques en un tiempo determinado. Tras la alimentación, los tanques permanecieron aislados durante 20 minutos, cerrando el agua y la aireación de los tanques, cada dos horas durante las 8 primeras horas, a las 12 y a las 24 horas.



Como se puede observar en la Figura 34, la evolución de la excreción nitrogenada tiene un máximo situado entre las 2 y las 6 horas de la ingesta, aunque el perfil es diferente para los distintos piensos. La excreción de los piensos con un 60% de proteína bruta (55% PD), tanto el 60/14 como el 60/17, tiene una curva distinta, observándose un mayor pico y más tardío que la del resto de los piensos probados, siendo su máximo a las 6 horas de la alimentación. Los piensos 45/14, 45/17 y 50/14 tiene el máximo a las dos horas de la ingestión del alimento y el 45/17 a las 4 horas. Con los piensos 45/14 y 45/17 el pico es inferior a 13 mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg\*h, mientras que el resto es superior a 15 mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg\*h.

Tras el pico, la excreción nitrogenada va reduciendo también de forma diferentes en función del tratamiento, siendo una reducción bastante más drástica en aquellos tratamientos donde el máximo fue superior, sobre todo con las dos dietas con un 60% de proteína y el pienso 50/17. A las 24 horas, los niveles de TAN, son en todos los casos inferiores a 4 mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg\*h.

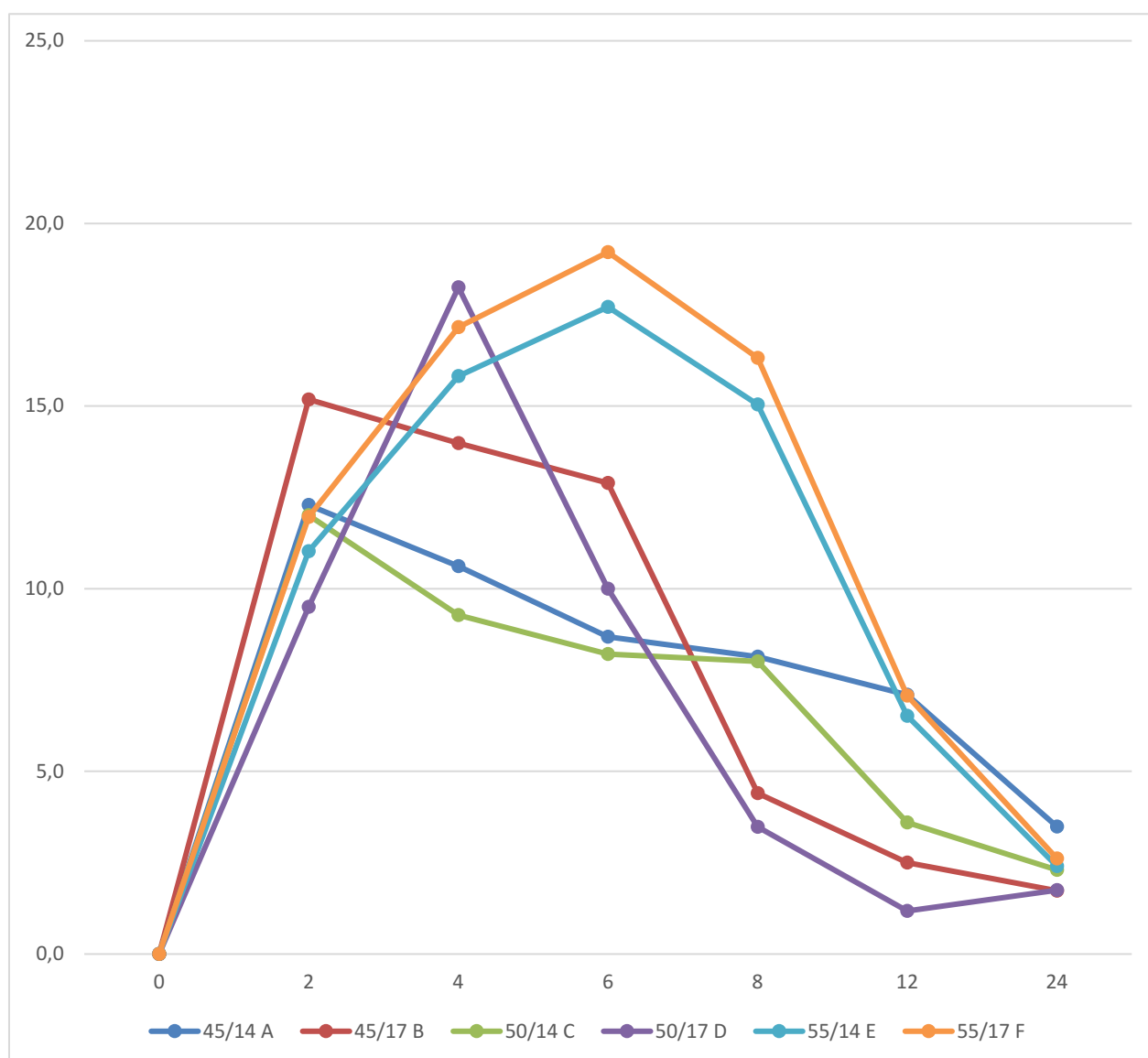
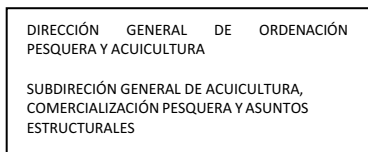


Figura 34. Evolución de la excreción nitrogenada (TAN en mgN-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/kg\*h) a lo largo del día para los diferentes tratamientos.

La excreción de amoníaco se calculó en cada momento dado usando la siguiente ecuación:



Excreción mg N-TAN/ h=(Final N-TAN(mg))-Inicial N-TAN (mg))/tiempo (h)

En la Tabla 24 se muestran los datos de excreción nitrogenada expresada en mg N-TAN (nitrógeno total amoniacal,  $\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$ ) por kg de pez y por día. Se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos y por nivel de proteína de los piensos, siendo las seriolas alimentadas con el mayor nivel de proteína(60%) las que excretaron una mayor cantidad de nitrógeno total, y no encontrando diferencias entre los niveles de 50 y 55%PB. Respecto a los dos niveles lipídicos no hubo diferencias en la excreción diaria.

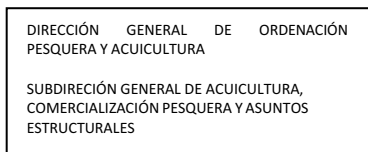
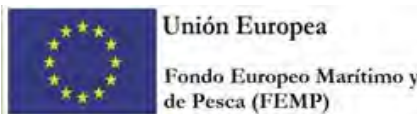
A partir de la excreción de los diferentes piensos, se ha estimado el volumen de material necesario para la filtración biológica y el caudal necesario para la eliminación de amonio en un tanque de 100 m<sup>2</sup> conteniendo 1000 kg de seriola a 20 °C (Tabla 24).

**Tabla 24.** Resultados de la excreción nitrogenada diaria por pienso

	Pienso						PB			GB	
	50/14	50/17	55/14	55/17	60/14	60/17	50	55	60	14	17
<b>Excreción diaria</b> (mgN-Nh4+/kg*d)	170,5 <sup>a</sup> ±16,6	172,4 <sup>a</sup> ±18,5	148,9 <sup>a</sup> ±16,6	162,6 <sup>a</sup> ±21,4	237,4 <sup>b</sup> ±16,6	247,1 <sup>b</sup> ±16,6	171,4 <sup>a</sup> ±11,7	154,0 <sup>a</sup> ±12,4	242,2 <sup>b</sup> ±11,1	185,6 ±13,5	201,1 ±15,1
<b>Volumen Material</b> (m <sup>3</sup> )	1,75	1,77	1,53	1,67	2,44	2,54	1,76	1,58	2,49	1,90	2,06
<b>Caudal Recirculación</b> (m <sup>3</sup> /h)	14,21	14,37	12,41	13,55	19,78	20,59	14,28	12,83	20,18	15,47	16,76

\* Los datos de la tabla muestran la media de cinco muestras ± error estándar. Superíndices diferentes indican diferencias estadísticas significativas con una p<0,05. Test de Newman-Keuls,

La mayor excreción nitrogenada del nivel proteico 60 (55% PD) requeriría de un mayor volumen de filtración y un mayor caudal de recirculación para la eliminación del amonio, lo que supone una desventaja competitiva en el diseño de una instalación de recirculación, que no se vería compensada por un mayor crecimiento.



## DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad de los diferentes piensos se muestra en las Tablas 13, 14 y 15. Como se puede ver, respecto a la digestibilidad de los diferentes nutrientes en función de la dieta suministrada (Tabla 13), se puede ver que no hubo diferencias estadísticas en la digestibilidad de la materia seca, pero sí la hubo en la de la proteína y la grasa, siendo en ambos casos superior en los piensos 50/14 y 55/14 respecto principalmente, a los 60/14 y 60/17.

**Tabla 25.** Resultados de los coeficientes de digestibilidad aparente medios (CDA, %), por pienso

CDA(%)/Pienso	50/14	50/17	55/14	55/17	60/14	60/17
Materia seca	71,2 ±3,1	79,0 ±2,7	79,4 ±2,7	80,0 ±3,5	85,0 ±3,5	81,8 ±2,7
Proteína bruta	81,3 <sup>a</sup> ±1,4	77,1 <sup>ab</sup> ±1,2	81,7 <sup>a</sup> ±1,2	73,7 <sup>ab</sup> ±1,6	75,8 <sup>ab</sup> ±1,6	70,8 <sup>b</sup> ±1,2
Grasa bruta	90,2 <sup>a</sup> ±1,1	84,6 <sup>ab</sup> ±1,0	87,2 <sup>ab</sup> ±1,0	81,5 <sup>ab</sup> ±1,3	80,6 <sup>b</sup> ±1,3	78,8 <sup>b</sup> ±1,0

Los datos en la tabla muestran la media de cinco tanques siguiendo un diseño experimental de cuadrado latino (ESM: error estándar de la media), Superíndices diferentes indican diferencias estadísticas significativas con una  $p < 0,05$ , Test de Newman-Keuls

Analizando la digestibilidad frente a la variable Proteína bruta en el pienso (Tabla 26), no se encontraron diferencias significativas en la materia seca, pero sí en la digestibilidad de la proteína y de la grasa, siendo inferior con el nivel del 60% respecto a los otros dos niveles. De forma igual sucedió con la digestibilidad respecto al nivel de Grasa bruta del pienso (Tabla 27), bajas para el nivel lipídico del 17%.

**Tabla 26.** Resultados de los coeficientes de digestibilidad aparente medios (CDA, %), por nivel de Proteína Bruta

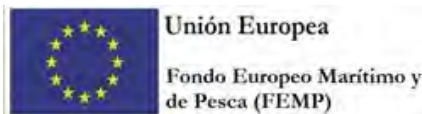
CDA(%)/Proteína	50	55	60
Materia seca	75,6 ±2,1	79,6 ±2,2	83,0 ±2,2
Proteína bruta	79,0 <sup>a</sup> ±1,3	78,7 <sup>a</sup> ±1,4	72,7 <sup>b</sup> ±1,4
Grasa bruta	87,1 <sup>a</sup> ±1,1	85,1 <sup>a</sup> ±1,1	79,5 <sup>b</sup> ±1,1

Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar ( $n = 10$ ). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0,05$ . Test de Newman-Keuls.

**Tabla 27.** Resultados de los coeficientes de digestibilidad aparente medios (CDA, %), ppor nivel de GrasaBruta

CDA(%)/Proteína	14	17
Materia seca	78,1 ±2,0	80,3 ±1,9
Proteína bruta	80,1 <sup>a</sup> ±1,1	73,9 <sup>b</sup> ±1,0
Grasa bruta	86,5 <sup>a</sup> ±1,1	81,7 <sup>b</sup> ±1,1

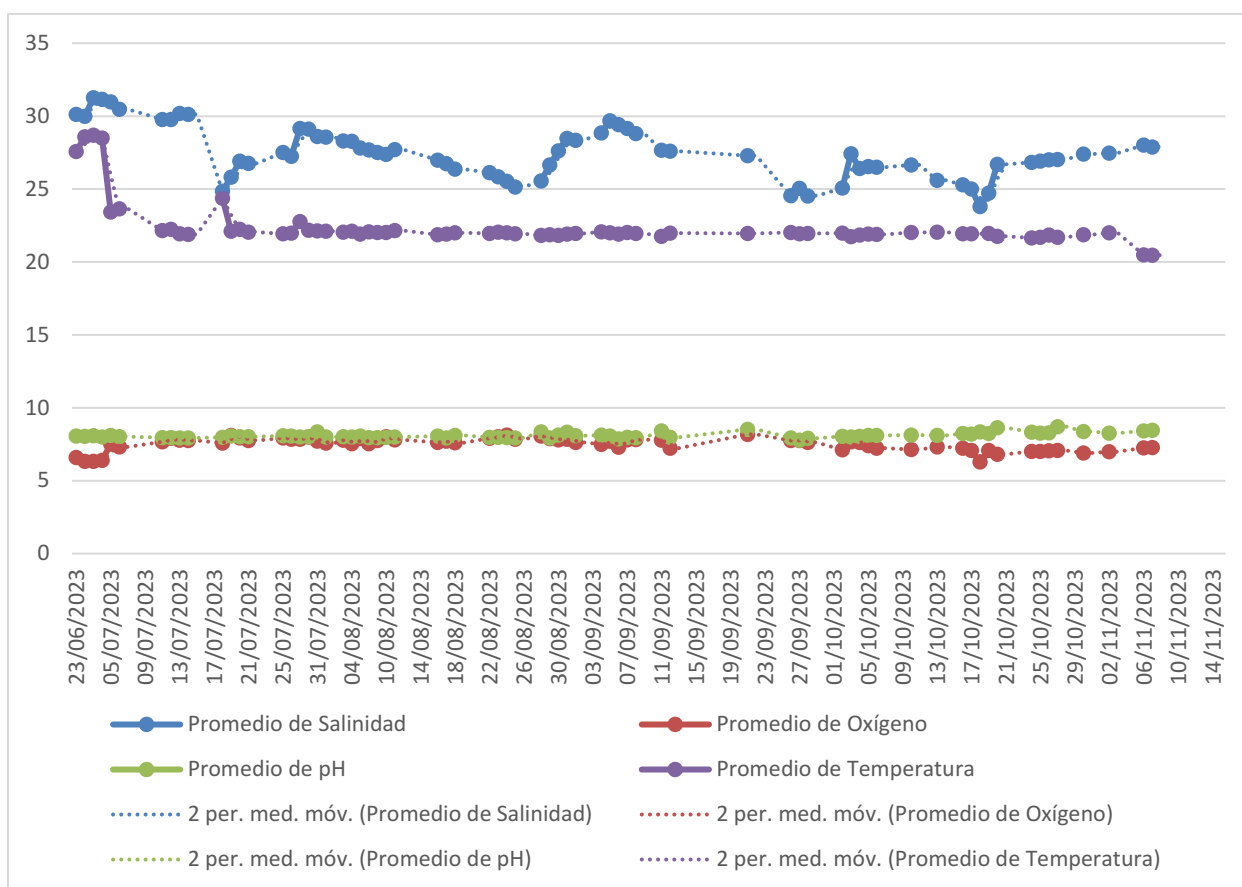
Los valores representan la media  $\pm$  error estándar ( $n = 15$ ). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0,05$ . Test de Newman-Keuls.



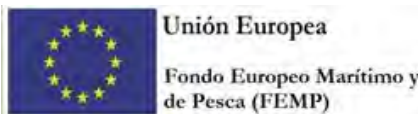
## Crecimiento y parámetros nutritivos

La prueba comenzó el 26 de junio y finalizó el 18 de septiembre.

Para la prueba de crecimiento se contó con 720 peces procedentes de la empresa Futuna Blue España S,L,, con peso medio de 58 g, que fueron distribuidos de manera aleatoria en 18 tanques de 1750l, en grupos de 40 peces por tanque, El rango de temperatura promedio del agua durante el experimento fue entre 22,5°C, con un fotoperiodo de duración natural, Diariamente se registraron los diferentes parámetros fisicoquímicos del circuito en recirculación por medio de una sonda multiparamétrica HANNA equipment HI19829 (Woonsocket, Rhode Island, USA), registrando niveles de oxígeno, salinidad, temperatura y pH, Semanalmente se registró el nivel de sólidos totales en suspensión, siguiendo el protocolo descrito por Strickland y Parsons (1972), Cada 2 semanas se analizaron diferentes parámetros químicos del agua: los niveles de amonio con el método koroleff (1969); nitritos y nitratos según lo descrito por Bendschneider y Robinson (1952); alcalinidad y fosfatos por medio del espectrofotómetro Hanna equipment HI83203 (Woonsocket, Rhode Island, USA, siendo la evolución de los parámetros físicos-químicos los que pueden verse en la Figura 35.



**Fig. 35.** Evolución de los diferentes parámetros físico-químicos del agua durante el Experimento 2 de pre-engorde. Los datos de salinidad están dados en g/l, el oxígeno en mg/l y la temperatura en °C.


**Tabla 28.** Formulación y composición de las dietas experimentales,

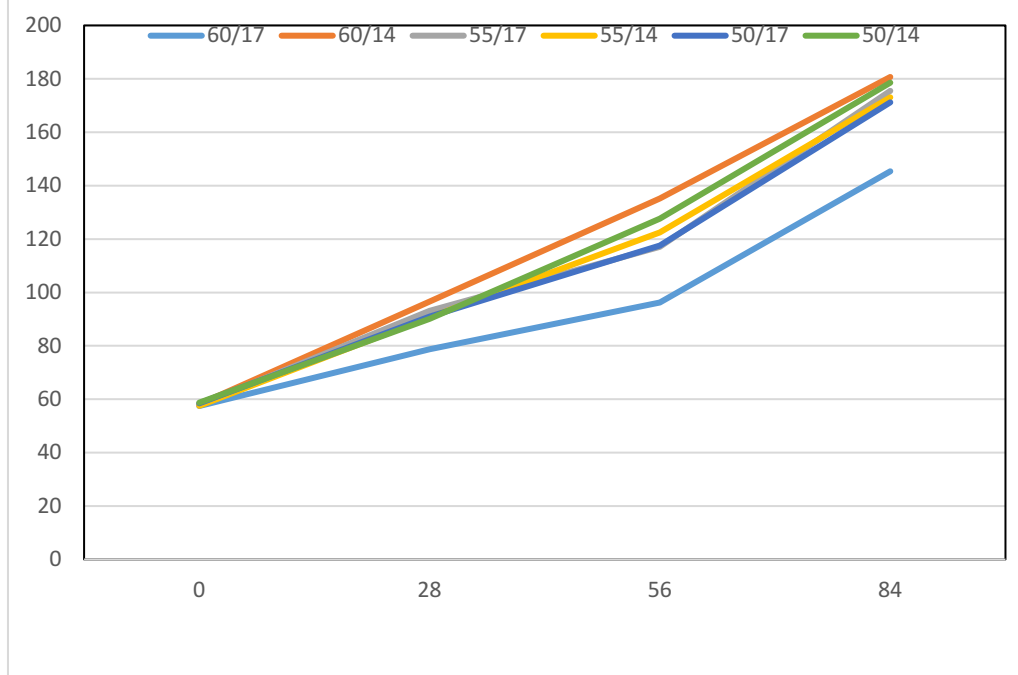
Ingrediente (g) \ Dieta	50/14	50/17	55/14	55/17	60/14	60/17
Harina de pescado	300	300	300	300	300	300
Trigo	180	162	95	84		
Hemoglobina de cerdo		40		60		100
Proteína concentrada de soja	178	155	191	157	235	146
Gluten de trigo	170	140	240	195	288	235
Aceite de pescado	25	25	25	25	25	25
Aceite de soja	77	108	79	109	80	110
Maltodextrina	50	50	50	50	52	64
Fosfato bicálcico	10	10	10	10	10	10
Complejo vitamínico-mineral	10	10	10	10	10	10
Composición nutritiva						
PB (%)	50,5	50,2	56,4	56,1	62,4	61,9
PD (%)	45,0	45,0	50,0	50,0	55,0	55,0
GB (%)	14,0	17,0	14,0	17,0	14,0	17,0
CHO (%)	30,7	27,9	25,4	22,6	19,7	17,5
CE (%)	81,	7,8	8,3	7,9	8,6	7,9

PB: proteína bruta; PD: proteína digestible; GB: grasa bruta; GD: grasa digestible; CHO: carbohidratos; CE: cenizas.

Se utilizó un diseño experimental de combinación 3x2, donde se consideraron tres niveles de Proteína Bruta (60, 55 y 50%) y dos niveles de Grasa Bruta (14%, 17%), formuladas en función de los resultados de la prueba anterior de digestibilidad y excreción (Tabla 28) y la prueba de crecimiento anterior. Estos tratamientos se aplicaron por triplicado. La prueba comenzó el 26 de junio y finalizó el 18 de septiembre.

El peso medio de las seriolas a lo largo del tiempo se puede observar en la Figura 15, donde se aprecia un crecimiento similar en todos los tratamientos a excepción del pienso 60/17, con los niveles más altos de proteína y grasa bruta.



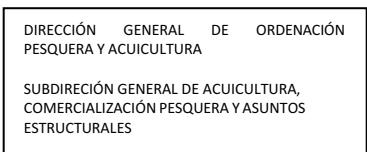


**Fig. 36.** Evolución del peso medio de los peces alimentados con los piensos experimentales

En la Tabla 29, podemos observar el crecimiento y los parámetros nutricionales de la seriola alimentada con los piensos experimentales. La prueba se finalizó al triplicar el peso inicial de los peces. En general se observó un menor crecimiento en los peces alimentados con el pienso 60/17, así como una menor supervivencia y peor conversión alimenticia.

**Tabla 29.** Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *Seriola dumerili* por dieta

Dieta	50/14	50/17	55/14	55/17	60/14	60/17
<b>Parámetros de crecimiento</b>						
Pi (g)	58,7 ±1,3	58,5 ±1,3	57,5 ±1,3	57,8 ±1,3	58,1 ±1,3	57,5 ±1,3
Pf (g)	178,6 <sup>a</sup> ±9,4	171,2 <sup>a</sup> ±4,5	173,1 <sup>a</sup> ±17,5	175,5 <sup>a</sup> ±27,1	180,7 <sup>a</sup> ±11,8	145,4 <sup>b</sup> ±19,5
TCI (%/día)	1,33 <sup>a</sup> ±0,04	1,28 <sup>a</sup> ±0,04	1,31 <sup>a</sup> ±0,04	1,32 <sup>a</sup> ±0,04	1,35 <sup>a</sup> ±0,04	1,10 <sup>b</sup> ±0,04
CTC (*10 <sup>-3</sup> )	4,10 <sup>a</sup> ±0,18	3,92 <sup>a</sup> ±0,18	3,99 <sup>a</sup> ±0,18	3,98 <sup>a</sup> ±0,18	4,21 <sup>a</sup> ±0,18	2,98 <sup>b</sup> ±0,18
S (%)	84,2 <sup>a</sup> ±6,0	81,7 <sup>a</sup> ±6,0	82,5 <sup>a</sup> ±6,0	59,2 <sup>a</sup> ±6,0	69,2 <sup>a</sup> ±6,0	35,0 <sup>b</sup> ±6,0
<b>Parámetros nutricionales</b>						
TAD (%/día)	1,51 ±0,06	1,43 ±0,06	1,34 ±0,06	1,39 ±0,06	1,43 ±0,06	1,24 ±0,06
ICA	1,31 <sup>ab</sup> ±0,08	1,29 <sup>ab</sup> ±0,08	1,19 <sup>b</sup> ±0,08	1,31 <sup>ab</sup> ±0,08	1,28 <sup>ab</sup> ±0,08	1,54 <sup>a</sup> ±0,08



Los valores representan la media  $\pm$  error estándar ( $n = 3$ ), Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0,05$ , Test de Newman-Keuls.

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCI: Tasa de conversión instantánea; CTC: coeficiente térmico del crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento

En las tablas 30 y 31 se analizaron estos parámetros por nivel de proteína y grasa,

Al analizar el comportamiento de estos parámetros con respecto a la variable Proteína Bruta (Tabla 18), únicamente se encontraron diferencias en la supervivencia, siendo inferior en las seriolas alimentadas con el pienso con mayor porcentaje proteico.

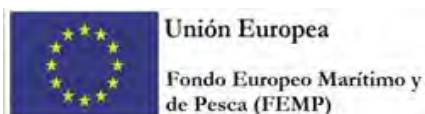
**Tabla 30.** Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *S. dumerili* por nivel de Proteína Bruta

Proteínabruta	50	55	60
Parámetros de crecimiento			
Pi (g)	58,6 $\pm 0,8$	57,7 $\pm 0,8$	57,8 $\pm 0,8$
Pf (g)	174,9 $\pm 5,8$	174,3 $\pm 5,8$	163,1 $\pm 5,8$
TCI (%/día)	1,30 $\pm 0,04$	1,32 $\pm 0,04$	1,23 $\pm 0,04$
CTC ( $*10^{-3}$ )	3,98 $\pm 0,20$	3,98 $\pm 0,20$	3,59 $\pm 0,20$
S (%)	82,9 <sup>a</sup> $\pm 6,5$	70,8 <sup>ab</sup> $\pm 6,5$	52,1 <sup>b</sup> $\pm 6,5$
Parámetros nutricionales			
TAD (%/día)	1,47 $\pm 0,05$	1,37 $\pm 0,05$	1,34 $\pm 0,05$
ICA	1,30 $\pm 0,06$	1,25 $\pm 0,06$	1,41 $\pm 0,06$

Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar ( $n = 6$ ). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p < 0,05$ , Test de Newman-Keuls,

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCI: Tasa de conversión instantánea; CTC: coeficiente térmico del crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento

Se analizaron los parámetros nutricionales y de crecimiento con respecto a la variable Grasa Bruta (Tabla 19), donde de igual forma que con el nivel proteico, la única variable afectada fue la supervivencia, siendo mayor en las seriolas alimentadas con un 17% de Grasa bruta.

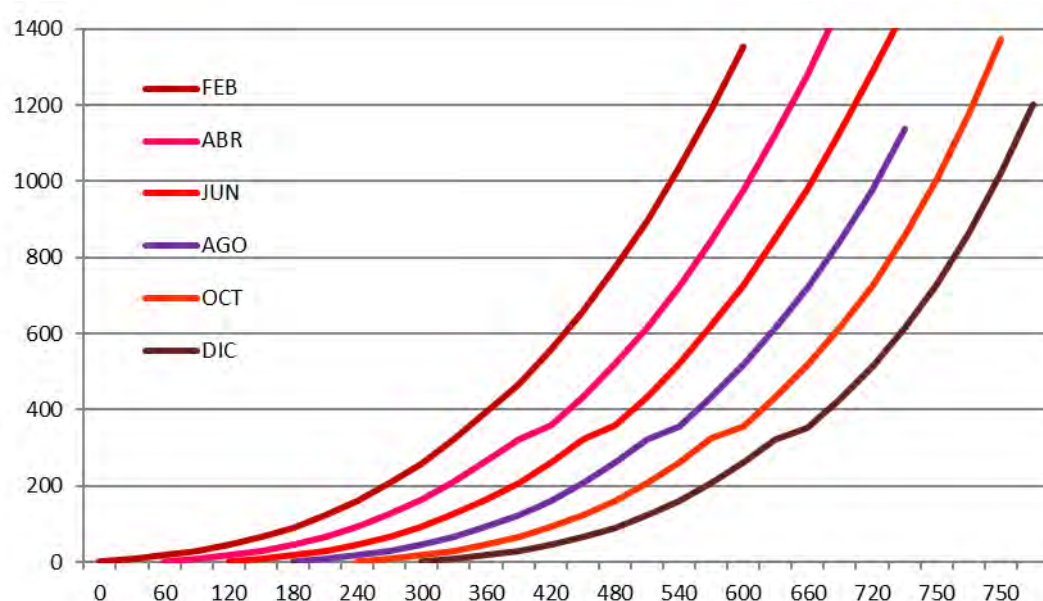
**Tabla 31.** Crecimiento, parámetros nutricionales y supervivencia de *S. dumerili* por nivel de Grasa bruta

Grasa bruta	14	17
Parámetros de crecimiento		
Pi (g)	58,1 ±0,7	57,9 ±0,7
Pf (g)	177,4 ±4,3	164,0 ±4,3
TCI (%/día)	1,33 ±0,03	1,32 ±0,03
CTC (*10 <sup>-3</sup> )	4,10 <sup>a</sup> ±0,15	3,62 <sup>b</sup> ±0,15
S (%)	78,6 <sup>a</sup> ±5,9	58,6 <sup>b</sup> ±5,9
Parámetros nutricionales		
TAD (%/día)	1,43 ±0,04	1,36 ±0,04
ICA	1,26 ±0,05	1,38 ±0,05

Los valores representan la media ± desviación estándar (n = 9). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a p<0,05, Test de Newman-Keuls,

Pi: Peso inicial; Pf: Peso final; TCI: Tasa de conversión instantánea; CTC: coeficiente térmico del crecimiento; S: Supervivencia; IN: Ingesta; TAD: Tasa de alimentación diaria; ICA: Índice de conversión del alimento

A partir del valor medio del Coeficiente Térmico de Crecimiento (CTC) obtenido, de 0,00385, se han proyectado los crecimientos de las seriolas en una instalación de recirculación a 22 °C, para producir 1000 toneladas anuales en 6 lotes (Figura 16).



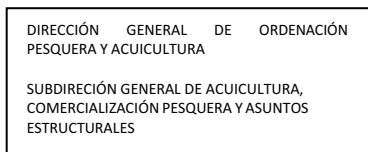
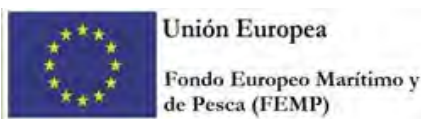


Fig.37. Estimación del peso medio de 6 lotes de seriola (22 °C)

La biomasa máxima de la instalación sería de 672 toneladas, y se necesitarían 440 tanques de 100 m<sup>3</sup> de volumen considerando una densidad de 20 kg/m<sup>3</sup>.

### Parámetros biométricos y composición corporal

Tras finalizar la prueba de crecimiento, se sacrificaron tres peces por tanque para realizar los análisis biométricos, la composición corporal y la eficiencia de retención de la proteína y la grasa (Foto 37).



Foto 34. Ejemplares durante el pesaje en el muestreo final

Sobre la composición corporal de los peces sometidos a las diferentes dietas experimentales (Tabla 20), no se encontraron diferencias, al igual que en los índices biométricos estudiados en función de la dieta suministrada. Y respecto a las eficiencias de retención, así como el la proteica (VPP) no hubo diferencias, sí las hubo en la lipídica (VPE), siendo superior en las seriolas alimentadas con el pienso 60/14 respecto al 60/17.

**Tabla 32.** Composición corporal y parámetros biométricos de *Seriola dumerili* por dietas

Dieta	50/14	50/17	55/14	55/17	60/14	60/17
<b>Composición corporal</b>						
MS (%)	26,3 ±0,7	25,3 ±0,7	25,3 ±0,7	25,6 ±0,7	27,7 ±0,7	24,8 ±0,7
Cenizas (%)	2,81 ±0,18	2,46 ±0,18	2,09 ±0,18	2,45 ±0,18	2,60 ±0,18	2,89 ±0,18
PB(%m,h,)	15,20 ±0,64	14,70 ±0,64	15,14 ±0,64	14,26 ±0,64	15,78 ±0,64	14,64 ±0,64
GB(%m,h,)	6,96 ±0,37	6,49 ±0,37	6,52 ±0,37	7,16 ±0,37	7,28 ±0,37	6,04 ±0,37
<b>Índices biométricos</b>						
FC	1,14 ±0,03	1,13 ±0,03	1,18 ±0,03	1,07 ±0,03	1,12 ±0,03	1,10 ±0,03
IVS (%)	5,41 ±0,22	6,10 ±0,22	5,62 ±0,22	5,80 ±0,22	5,32 ±0,22	5,23 ±0,22



IHS (%)	0,78 ±0,07	1,06 ±0,07	1,05 ±0,07	1,09 ±0,07	1,03 ±0,07	0,93 ±0,07
Valores productivos						
VPP (%)	22,1 2,09	21,1 2,09	23,2 2,09	18,7 2,09	20,6 2,09	14,1 2,09
VPG (%)	54,26ab 4,91	40,78ab 4,91	56,11ab 4,91	46,72ab 4,91	60,1a 4,91	35,35b 4,91

Los valores representan la media  $\pm$  error estándar ( $n = 9$  para índices biométricos;  $n=3$  para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p<0,05$ , Test de Newman-Keuls,

MS: Materia Seca; PB Proteína Bruta; GB Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa; m,h,: Materia húmeda.

Al evaluar el efecto de la variable Proteína Bruta (Tabla 33) sobre los parámetros de composición corporal, parámetros biométricos y eficiencias de retención no se encontraron diferencias.

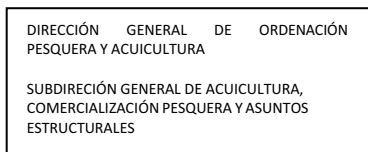
**Tabla 33.** Resultados de la composición corporal y parámetros biométricos de la *Seriola dumerili* por nivel de Proteína Bruta

Grasa	50	55	60
Composición corporal			
MS (%)	25,81 ±0,58	25,40 ±0,58	26,25 ±0,58
Cenizas (%)	2,64 ±0,13	2,27 ±0,13	2,75 ±0,13
PBh (%)	14,97 ±0,45	14,70 ±0,45	15,21 ±0,45
GBh (%)	6,72 ±0,30	6,84 ±0,30	6,66 ±0,30
Índices biométricos			
FC	1,13 ±0,02	1,13 ±0,02	1,11 ±0,02
IVS (%)	5,75 ±0,16	5,71 ±0,16	5,27 ±0,16
IHS (%)	0,92 ±0,06	1,07 ±0,06	0,98 ±0,06
Valores productivos de retención			
VPP (%)	21,6 1,67	20,9 1,67	17,3 1,67
VPG (%)	47,52 4,93	51,41 4,93	47,72 4,93

Los valores representan la media  $\pm$  desviación estándar ( $n = 18$  para índices biométricos;  $n=6$  para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p<0,05$ , Test de Newman-Keuls,

MS: Materia Seca; PBh Proteína Bruta; GBh Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa





**Tabla 34.** Resultados de la composición corporal y parámetros biométricos de *Seriola dumerili* por nivel de Grasa Bruta

Grasa bruta	14	17
Composición corporal		
MS (%)	26,42 ±0,43	25,24 ±0,43
Cenizas (%)	2,50 ±0,13	2,60 ±0,13
PBh(%)	15,37 ±0,33	14,53 ±0,33
GBh(%)	6,92 ±0,23	6,56 ±0,23
Índices biométricos		
FC	1,14 ±0,02	1,10 ±0,02
VSI (%)	5,45 ±0,13	5,71 ±0,13
HSI (%)	0,95 ±0,05	1,03 ±0,05
Valores productivos		
VPP (%)	21,94a 1,30	17,95b 1,30
VPG (%)	56,81a 2,78	40,95b 2,78

Los valores representan la media  $\pm$  error estándar ( $n = 27$  para índices biométricos;  $n=9$  para composición corporal). Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas a  $p<0,05$ , Test de Newman-Keuls,

MS: Materia Seca; PBh Proteína Bruta; GBh Grasa Bruta; FC: Factor de condición; IVS: Índice viserosomático; IHS: Índice hepatosomático; VPP: Valor productivo de la proteína; VPG: Valor productivo de la grasa

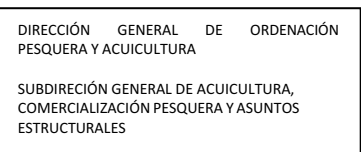
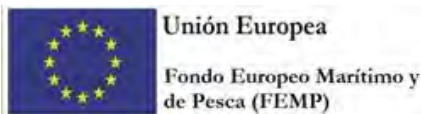
Como podemos ver en la Tabla 34, sí se encontraron diferencias significativas en las eficiencias de retención en función del nivel lipídico de la dieta, siendo las eficiencias mayores en el caso de los peces alimentados con el 14% de grasa respecto al 17%. No se encontraron diferencias en la composición corporal y parámetros biométricos.

### **Tarea 3.4 Ensayo organoléptico de las seriolas de engorde en RAS (Líder: UPV).**

#### **Entidades participantes: UPV**

#### **Descripción de las tareas y trabajos realizados: No ejecutado**

Tal y como se propuso en las modificaciones, esta prueba se iba a llevar a cabo con seriolas alimentadas con las dos dietas que mejores resultados habían obtenido en la Tarea 3.2 (piensos 45/14 y 50/14), junto con un pienso control, con ejemplares de un peso aproximado de 300g y que iban a ser engordados hasta finales de septiembre. Para ello se enviaron en junio de 2023 a CTAQUA, los piensos fabricados y comentados en el apartado anterior, correspondientes a la Tarea 5.2 del proyecto. A finales de agosto se nos informó que las seriolas de la prueba de engorde en la empresa Grupo Laeras, con las cuales se iba a llevar a cabo la prueba sensorial habían muerto en su totalidad como consecuencia de la Neobenedenia



Entregable	Descripción	Responsable	Tipo	Fecha
E3.1a	<b>Informe Digestibilidad de ingredientes</b>	Ana Tomás	Doc.	30-04-2022
E3.1b	<b>Informe Digestibilidad y excreción de dietas</b>	Ana Tomás	Doc.	30/06/2022
E3.1.c	<b>Dieta de alta digestibilidad</b>	Ana Tomas	Prod.	30/03/2023
E3.2	<b>Informe de crecimiento de la seriola hasta 500 g</b>	Miguel Jover	Doc.	30/03/2023
E3.3	<b>Informe de crecimiento de la seriola hasta 2000 g</b>	Miguel Jover	Doc.	30/09/2023
E3.4	<b>Informe de análisis sensorial</b>	Ana Tomás	Doc	15-10-2023



Actividad nº	4	BIENESTAR y SALUD
Responsable de la actividad	UCA- Juan Antonio Martos-Sitcha	
Socios Participantes	Todos	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

El objetivo general de esta actividad es la **evaluación fisiológica de ejemplares de seriola cultivados en sistemas RAS bajo diferentes condiciones de cultivo (densidades de carga) y alimentación con dietas de bajo residuo y suplementadas con compuestos naturales “anti-estrés” durante la etapa de pre-engorde (<500 g) de la especie.**

En este sentido, se prestará especial atención, además de en los rendimientos productivos de los animales, en aspectos relacionados con el bienestar animal de los ejemplares mediante técnicas no invasivas y/o no letales, su estatus metabólico y la salud intestinal mediante técnicas de diagnóstico en sistemas *ex vivo* para la búsqueda de marcadores sencillos que permitan la transferencia cuasi-inmediata al sector. Para ello, la actividad tiene como objetivos específicos:

- **Objetivo 6. Determinar la densidad de carga óptima durante la fase de pre-engorde en sistemas RAS.**
- **Objetivo 7. Mejora de la productividad del Pre-engorde de Seriola a través del efecto combinado de la dieta, la densidad y niveles óptimos de bienestar animal.**
- **Objetivo 8. Definir un protocolo de tratamiento antiparasitario oral optimizado y con autorización administrativa para su uso en el cultivo comercial de Seriola.**

### Descripción de la actividad

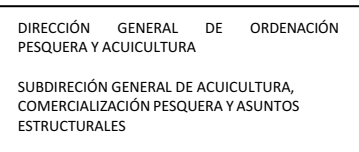
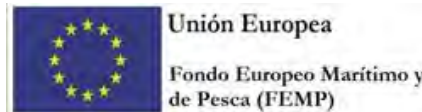
La **Actividad 4** se centra en la evaluación de ejemplares de *S. dumerili* cultivados en sistemas RAS bajo diferentes condiciones de densidad de cultivo y alimentados con dietas que promuevan una alta digestibilidad y bajo residuo para garantizar la máxima productividad y rendimiento económico bajo estrictas condiciones de bienestar animal.

En concreto se establecen 4 Tareas. Para el caso de las **tareas 4.1, 4.2 y 4.3** se realizarán los modelos experimentales propuestos a continuación en las instalaciones de RAS de **CTAQUA** (El Puerto de Santa María, Cádiz), que cuenta con una sala húmeda diseñada específicamente para el desarrollo de pruebas de diversificación de especies, así como para el desarrollo de pruebas nutricionales con especies acuícolas de alto tamaño. Esta sala, compuesta por tres sistemas RAS independientes, cuenta con 9 tanques de 1200 L Y 12 tanques de 400L, filtración mecánica de tambor, filtración biológica, filtro ultravioleta, espumador, control de temperatura, control de fotoperiodo, alimentación automática y manual, sistema de monitorización de parámetros de calidad de agua.

Por lo que respecta a la **Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales para la prevención y control de parásitos externos** aborda otro de los grandes retos que afectan al engorde de Seriola, fundamentalmente en condiciones offshore, y **está relacionado con las infecciones parasitarias**

Además, por parte de la **UCA**, se ha realizado el análisis de diferentes tipos de muestras, desde agua de cada uno de los sistemas RAS y tanques de cultivo individuales, hasta de mucus de la piel y diferentes tejidos de los animales mantenidos bajo condiciones de cultivo para su análisis.

**Relación con otras actividades del proyecto.**



Los avances que se consigan en las tareas previas guardan una **estrecha relación con la gran mayoría de actividades** de los demás socios del consorcio será la encargada de definir las condiciones óptimas de cultivo de *S. dumerili* en sistema RAS que tendrán su correspondiente ensayo de validación en la **Tarea 5.2 Validación de densidades de carga y dietas de bajo residuo en condiciones industriales en RAS** que se desarrollará en con la colaboración prevista de la empresa **PISCÍCOLA DE TREBUJENA S.A.**

De igual forma la **Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales para la prevención y control de parásitos externos** contará con un ensayo de validación en condiciones offshore donde mayor impacto pueden tener las infecciones parasitarias a través de la **Tarea 5.3 Ensayo clínico de uso de antiparasitario oral en condiciones Offshore** que se desarrollará en con la colaboración prevista de la empresa **ACUIPALMA S.L.**

### **Tareas previstas**

Todos los ensayos descritos en esta y las sucesivas tareas relativas al uso de animales se llevarán a cabo de acuerdo con la Directiva de la Unión Europea (2010/63/EU) referente a la protección de los animales con fines científicos, así como los procedimientos aprobados por el comité de bioética de la entidad donde se lleva a cabo la experiencia.

*Descripción de las tareas y trabajos realizados:* Durante los primeros meses se procedió a la preparación de los sistemas de cultivos experimentales previstos para la realización de las tareas cuya ejecución se llevará a cabo en las instalaciones de Ctaqua de acuerdo con la memoria técnica del proyecto:

**Tarea 4.1. Evaluación de la densidad de carga óptima en el pre-engorde/engorde (<500 g) de seriola en sistemas RAS (Líder: UCA). En desarrollo.**

**Entidades participantes: CTAQUA, UCA**

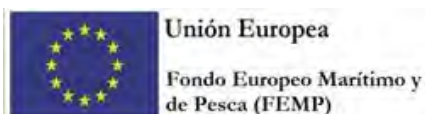
### **Descripción de las tareas y trabajos realizados**

El objetivo de este ensayo, fue el de determinar la densidad de carga óptima durante la fase de pre-engorde de juveniles de *Seriola dumerili* en sistemas RAS, que permitiera obtener el mejor rendimiento productivo teniendo en cuenta aspectos relacionado con el bienestar animal. Para ello, por un lado, se llevó a cabo el monitoreo de distintos parámetros a partir de muestreos biométricos para la determinación del rendimiento productivo y por otro, se obtuvieron una serie de muestras de órganos y tejidos de los peces durante el muestreo final, para la evaluación posterior de parámetros relacionados con el bienestar animal y la salud intestinal de los ejemplares.

### **Resultados obtenidos (CTAQUA)**

El ensayo de 72 días de duración, se realizó en las instalaciones de RAS de Ctaqua mediante el empleo de tres grupos experimentales distintos (Grupo LSD de densidad baja; Grupo MSD de densidad media; Grupo HSD de densidad alta) y tres réplicas (tres tanques por grupo experimental). Los tanques de cada grupo, fueron sometidos desde el inicio a distintas condiciones de densidad de cultivo, para tratar de determinar cuál era la densidad de cultivo que permite obtener los mejores rendimientos productivos a partir de la evaluación llevada a cabo durante todo el período.

Para su ejecución se emplearon Juveniles de *S. dumerili* que fueron enviados el día 23 de septiembre de 2022 desde la ULPGC (Las Palmas de gran Canaria, España) con un peso medio de 1,7 g. y que posteriormente fueron engordados en las instalaciones de CTAQUA hasta que alcanzaron un peso medio adecuado para el inicio de la prueba.

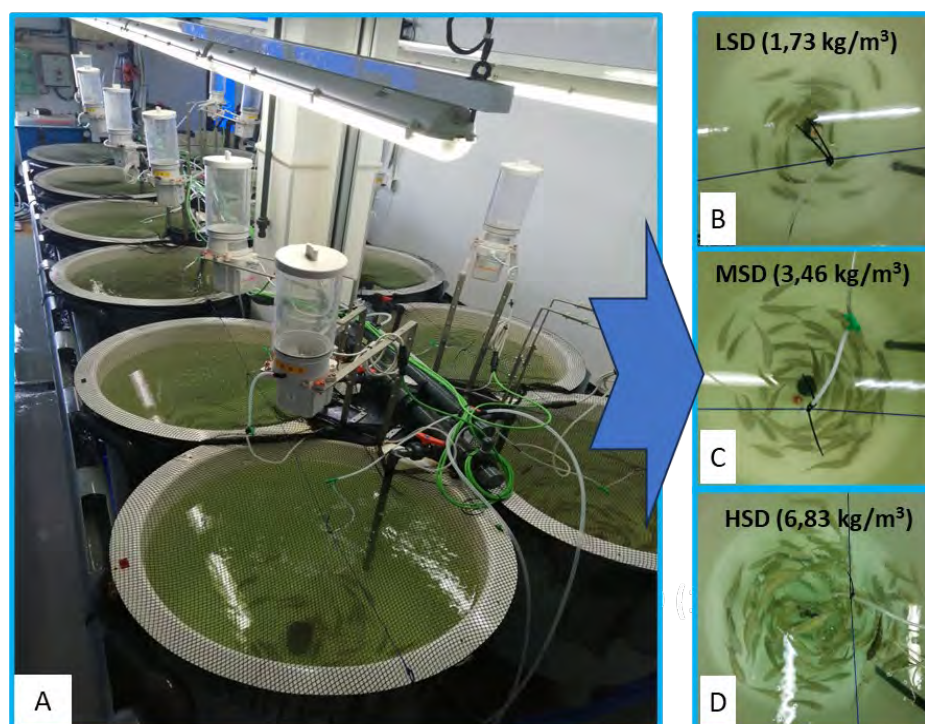


En relación a las condiciones de estabulación y a la configuración de los distintos grupos experimentales, para este ensayo, se emplearon un total de 588 peces con un peso medio de  $24,53 \pm 3,43$  g. que fueron estabulados de manera aleatoria en 9 tanques circulares de 400 litros. En cuanto al número de peces empleado para cada tanque, este fue diferente dependiendo del grupo experimental del que se tratara. Esto se hizo así, para tratar de alcanzar a día 72 (día de finalización de la prueba), las densidades de cultivo establecidas de  $10\text{Kg}/\text{m}^3$ ,  $20\text{kg}/\text{m}^3$  y  $40\text{kg}/\text{m}^3$ , para los grupos LSD, MSD y HSD, respectivamente, habiéndose tenido en cuenta para ello, el crecimiento de la especie para el rango de peso empleado durante la prueba.

En la siguiente tabla se muestra como quedaron conformadas cada una de las unidades de cultivo pertenecientes a cada grupo experimental:

**Tabla 35.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 12 de diciembre de 2022). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D.

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa media (g)	Densidad media ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
LSD	3,6,9	28	$24,73 \pm 0,12$	$692,48 \pm 3,43$	$1,73 \pm 0,01$
MSD	2,5,8	56	$24,68 \pm 0,15$	$1.382,32 \pm 8,54$	$3,46 \pm 0,02$
HSD	1,4,7	112	$24,40 \pm 0,05$	$2.733,11 \pm 5,32$	$6,83 \pm 0,01$



**Foto 35.** Sistema RAS de 12 tanques de 400 litros empleado para el ensayo. A) Vista aérea del sistema completo; B) Vista aérea de tanque perteneciente al grupo de baja densidad; C) Vista aérea de tanque perteneciente al grupo de media densidad; D) Vista aérea de tanque perteneciente al grupo de alta densidad.

En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:



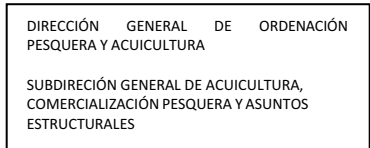


Tabla 36. Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	Fotoperiodo (L/D)
>5,5	22 ± 1	7,8 ± 0,3	37 ± 0,2	14/10

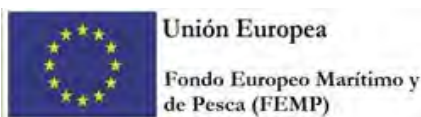
Durante el desarrollo de la prueba, los peces fueron alimentados a mano y a saciedad aparente (*ad libitum*) mediante el empleo de pienso comercial (Gemma Silk y R-Europa, Skretting España S.A) de formulación y tamaño de pellet adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, durante los primeros 12 primeros días de la prueba, se suministró solamente el pienso Gemma Silk 1,8 mm, seguidamente hubo un periodo de 8 días en el que se suministraron los piensos Gemma Silk 1,8 mm + R-3 Europa 3mm, mezclados al 50% y a partir de ahí, y hasta el final de la prueba, se suministró únicamente el pienso R-Europa de 3mm. Para el cálculo del alimento total ingerido, diariamente se recuperó de cada una de los tanques la cantidad de pienso no consumido.

A lo largo de su desarrollo, se han realizado un total de cuatro muestreos biométricos y un muestreo final donde se sacrificaron 4 peces por tanque para la evaluación ex vivo de la salud e integridad intestinal de los peces mediante técnicas de electrofisiología (Evaluación llevada a cabo por Juan Fuentes de la UAlg).

En este muestreo final, además de pesar a los individuos, se midió su longitud para el cálculo del índice de condición y se tomaron muestras de plasma, mucus y tejidos, de 4 animales por tanque, para su análisis fisiológico posterior relacionado con el bienestar animal (Toma de muestras y evaluación llevada a cabo por personal de la UCA).

De igual manera a lo establecido para la formación de los grupos experimentales, en todos los muestreos, la medición del peso de los ejemplares se hizo de manera individual.

Por otro lado, cada vez que se hizo un muestreo biométrico, se tomaron muestras de agua de cada una de las unidades de cultivo del sistema RAS, para la medición posterior del cortisol liberado en los tanques, bajo las distintas condiciones de densidad ensayadas (análisis llevado a cabo por personal de la UCA). Por tanto, estas fueron tomadas en 4 ocasiones de la parte central del tanque, justo antes de que los peces fueran manipulados para el muestreo. Cada muestra de agua recogida, fue rápidamente conservada a -20°C para su evaluación posterior. En total se tomaron 36 muestras de agua de los tanques del sistema RAS en el que se llevó a cabo el ensayo.



**Foto 36.** Muestreo biométrico llevado a cabo durante el ensayo. A) Medida del peso de los ejemplares; B) Vista general de los útiles y equipamiento empleado durante el muestreo.

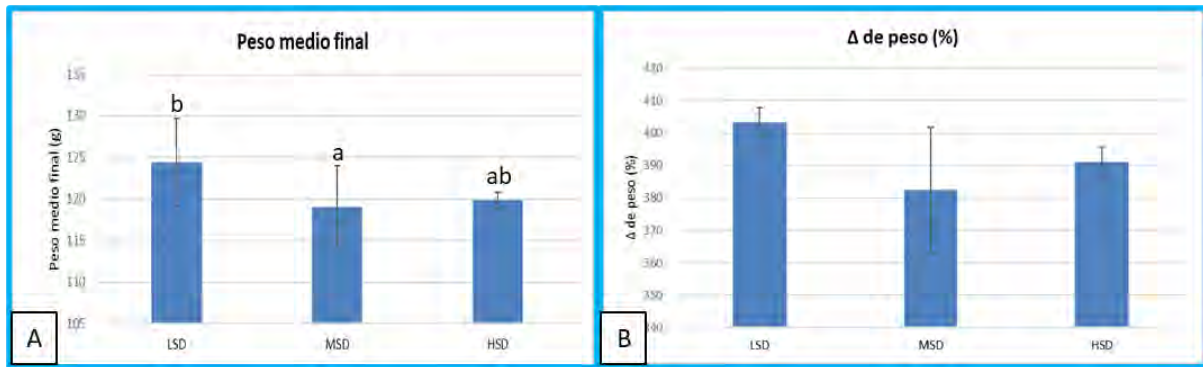
A continuación, se muestran los resultados finales obtenidos relacionados con la evaluación de los distintos parámetros de rendimiento productivo que fueron evaluados durante el ensayo de 72 días de duración, a partir de los datos de peso y talla recogidos de cada uno de los individuos en las distintas biometrías que se realizaron.

**Tabla 37.** Efecto de la densidad de cultivo sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S. dumerili* en 72 días de ensayo a 22°C de temperatura.

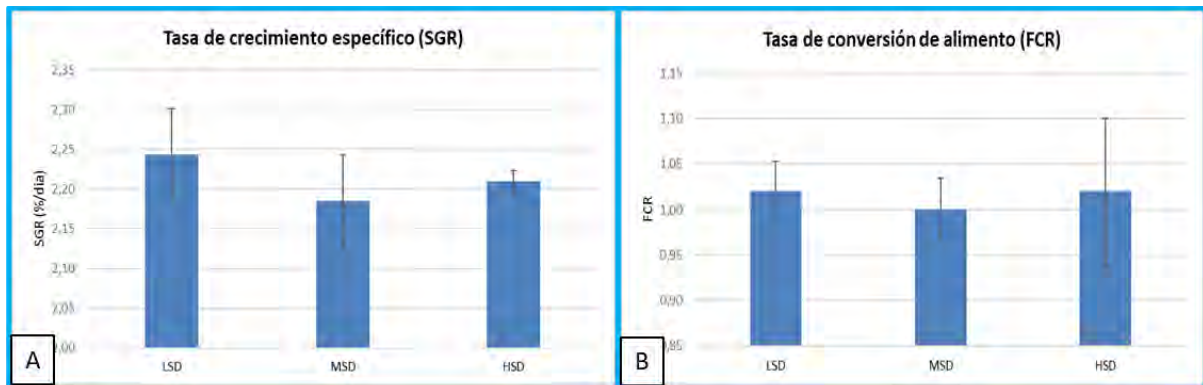
Parámetros	Grupos experimentales			p-valor		
	LSD (10 Kg/m <sup>3</sup> )	MSD (20 Kg/m <sup>3</sup> )	HSD (40 Kg/m <sup>3</sup> )	LSD-HSD	LSD-HSD	MSD-LSD
Peso inicial (g/pez)	24,73 ± 0,12	24,68 ± 0,15	24,40 ± 0,05	0,709	0,657	0,994
Peso final (g/pez)	124,46 ± 5,26 <sup>a</sup>	119,07 ± 4,93 <sup>b</sup>	119,83 ± 0,95 <sup>ab</sup>	0,1561	0,6413	0,0456
Δ peso (g/pez)	99,73 ± 5,24	94,38 ± 4,90	95,43 ± 0,99	0,465	0,950	0,329
Δ peso (%)	403,24 ± 20,88	382,36 ± 19,45	391,06 ± 4,70	0,664	0,805	0,342
Densidad inicial (Kg/m <sup>3</sup> )	1,73 ± 0,01	3,46 ± 0,02	6,83 ± 0,01	N/A	N/A	N/A
Densidad final (Kg/m <sup>3</sup> )	8,71 ± 0,37	16,24 ± 0,85	32,94 ± 0,53	N/A	N/A	N/A
SGR (%/día)	2,24 ± 0,06	2,18 ± 0,06	2,21 ± 0,01	0,683	0,794	0,347
FCR	1,02 ± 0,03	1 ± 0,03	1,02 ± 0,03	0,984	0,755	0,846
Factor de condición (K)	2,07 ± 0,03	2,10 ± 0,03	2,11 ± 0,06	0,516	0,995	0,568
Supervivencia (%)	98,81 ± 2,06	81,55 ± 21,60	72,02 ± 26,34	0,292	0,829	0,563

LSD = grupo de baja densidad; MSD = grupo de media densidad; HSD = grupo de alta densidad. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Ratio, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento (Feed Conversion Ratio, por sus siglas en inglés). Valores presentados como las medias de los triplicados ± S.D. Valores con diferentes superíndices, indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (P<0,05). Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas.

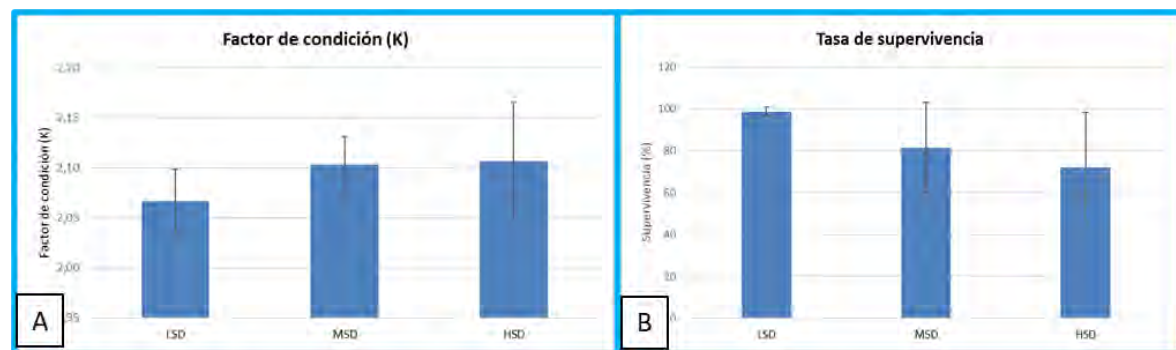
Las figuras 38, 39, 40, 41 representan los valores de peso final, incremento de peso, tasa de crecimiento específico (SGR), factor de conversión de alimento (FCR), índice de condición de Fulton (K) y porcentaje de supervivencia, así como las densidades de cultivo iniciales y finales obtenidos tras la finalización de la prueba:



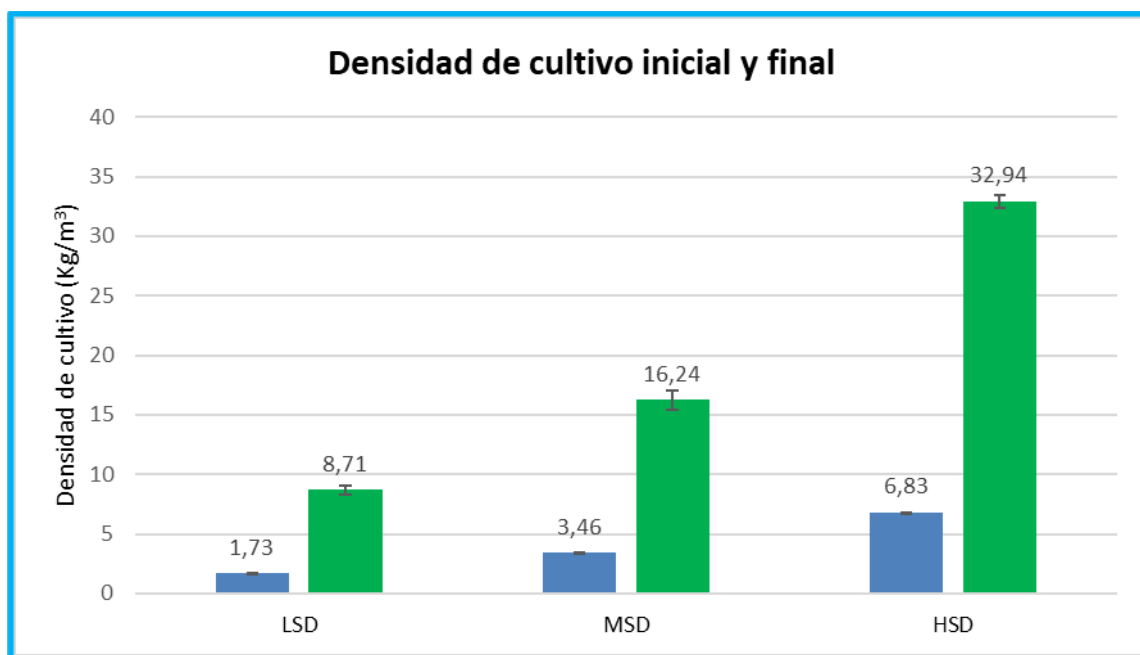
**Fig.38** Peso medio (A) e incremento de peso medio en porcentaje (B) de los distintos grupos experimentales al final del ensayo (día 72). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. Valores con diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $P < 0,05$ ).



**Fig.39** Tasa de crecimiento específico (A) y tasa de conversión de alimento (B) de los distintos grupos experimentales al final del ensayo (día 72). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. LSD = grupo de baja densidad; MSD = grupo de media densidad; HSD = grupo de alta densidad.



**Fig.40** Factor de condición (A) y tasa de supervivencia (B) de los distintos grupos experimentales al final del ensayo (día 72). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. LSD = grupo de baja densidad; MSD = grupo de media densidad; HSD = grupo de alta densidad.



**Fig.41** Densidad de cultivo inicial (día 0) y final (día 72) de los distintos grupos experimentales empleados en el ensayo. Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. LSD = grupo de baja densidad; MSD = grupo de media densidad; HSD = grupo de alta densidad.

### Resultados obtenidos (UCA)

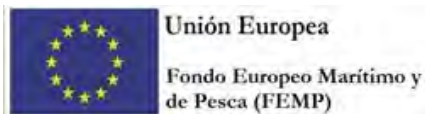
Por parte de la UCA, se ha ejecutado prácticamente el 100% del presupuesto asignado para esta actividad, contando con las modificaciones presupuestarias solicitadas y aceptadas a lo largo del desarrollo del Proyecto. Así, un primer monto de 10.000€ ya fue ejecutado con el pago del contrato de colaboración con el Dr. Juan Fuentes (CCMAR, Faro, Portugal), experto en el análisis electrofisiológico para la determinación de la salud intestinal, permitiendo una caracterización previa de la especie (ves abajo en la descripción de tareas). Además, se ha ejecutado el resto del monto, en la adquisición de kits de cortisol, reactivos para biología molecular y kits comerciales para la medición de parámetros metabólicos material general de laboratorio, etc. (muchos de estos gastos se contemplan compartidos con otras actividades).

### Descripción de las tareas y trabajos realizados

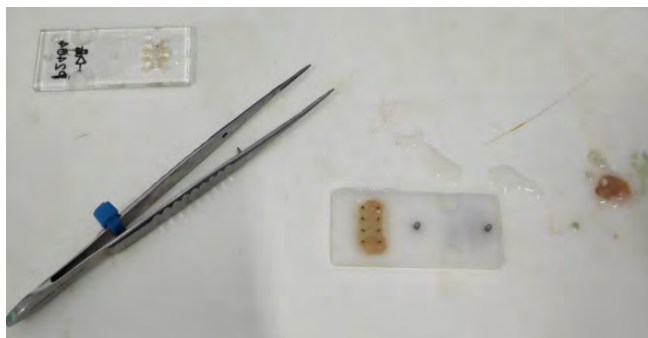
Por parte de la UCA, se trabajó en el laboratorio en la puesta a punto de diferentes mediciones relacionadas con el metabolismo intermediario (glucosa, triglicéridos, proteínas totales, colesterol y lactato) a partir de muestras de plasma e hígado de seriolas conseguidas de colaboraciones con otras instituciones. Además, se dio un paso muy importante en la caracterización de los niveles iónicos circulantes a nivel plasmático de la especie, así como en la caracterización de las propiedades bioeléctricas de tejidos en diferentes regiones (intestino anterior, medio y posterior) de peces no sometidos a ninguna condición experimental, elementos clave para el desarrollo de las fórmulas de la solución basolateral y condiciones basales, respectivamente, para que fueron utilizadas en las cámaras de Ussing de los modelos electrofisiológicos *ex vivo* que de esta y otras tareas para la determinación de la permeabilidad, integridad y salud intestinal de los ejemplares.

Para ello, los iones medidos se obtuvieron a partir de kits comerciales de la casa SpinReact (Sant Esteve d'en Bas, Girona, España), utilizando estándares específicos para cada uno de ellos y siguiendo las





instrucciones proporcionadas por el fabricante. Posteriormente, y a partir de los datos obtenidos, se formuló la solución basolateral específica para la especie, y se montaron diferentes regiones intestinales en cámaras de Ussing. Así, las muestras de intestino fueron tomadas, aisladas, abiertas longitudinalmente y lavadas con solución basolateral ajustada a un pH de 7,80. Posteriormente los tejidos fueron rápidamente situados en un inserto de 0,25 cm<sup>2</sup>, el cual sirvió para separar/aislar como membrana semipermeable a los dos compartimentos de las cámaras de Ussing, y conteniendo 2 mL de una solución salina fisiológica basolateral (Foto 37).



**Foto 37.** Tejido epitelial intestinal colocado en una de las caras del inserto donde se fija el epitelio para su posterior introducción en las cámaras de Ussing.

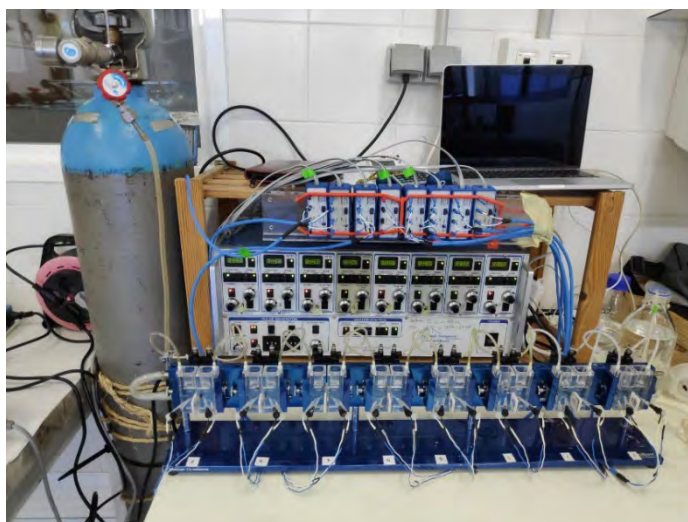
Durante el ensayo, el tejido fue aireado bilateralmente con una mezcla de gas compuesta por 0,3% de CO<sub>2</sub> + 99,7% de O<sub>2</sub> y mantenido a una temperatura constante de 22 °C para asemejar el ensayo ex vivo a las condiciones in vivo de cultivo. El potencial transepitelial (V<sub>t</sub>, en mV) fue referenciado como el lado de mucosa apical y la corriente de cortocircuito (I<sub>sc</sub>, en μA/cm<sup>2</sup>) fue monitorizada manteniendo el voltaje del epitelio a 0 mV y expresado como negativo para la absorción de iones.

La resistencia epitelial (R<sub>t</sub>, en Ω/cm<sup>2</sup>) fue calculada de acuerdo con:

$$\text{Ley de Ohm: } R = \frac{\text{potencial transepitelial (V}_t\text{)}}{\text{corriente de cortocircuito (I}_{sc}\text{)}}$$

Para el cálculo de la resistencia epitelial se usaron interferencias de corriente inducidas por pulsos de ±1 mV sostenidos durante 3 segundos por minuto. Todos los parámetros bioeléctricos de cada tejido fueron monitorizados por medio de electrodos Ag/AgCl conectados a cada lado de las cámaras de Ussing con un registro de datos en continuo durante 90 minutos tras lograr la estabilidad de cada uno de los tejidos, 30-40 minutos después del montaje en las cámaras. La corriente de cortocircuito y los pulsos fueron representados mediante el uso de un amplificador DVC1000 (World Precision Instruments, Sarasota, USA) y almacenadas en un PC usando un sistema de adquisición de datos (LabTrax, World Precision Instruments, Sarasota, EE.UU.) (Foto38).





**Foto 38.** Equipo de electrofisiología utilizado para la caracterización preliminar de porciones discretas de intestino de la especie (*S. dumerili*).

### Resultados obtenidos (UCA y CTAQUA)

Por parte de la UCA, los resultados previos acerca de las diluciones óptimas para los parámetros a determinar descritos anteriormente permitieron calcular las concentraciones fisiológicas de cada ión mayoritario presente en ambas matrices, y que son las que se muestran en la Tabla 38. En la Tabla 39, se muestran las concentraciones molares de la composición salina usada para los experimentos *ex vivo*.

**Tabla 38.** Caracterización de los niveles iónicos en plasma de juveniles de seriola. Los resultados se muestran como la media  $\pm$  EEM (n=7).

Ión	Plasma
Na <sup>+</sup> (mmol.L <sup>-1</sup> )	173 $\pm$ 3
Cl <sup>-</sup> (mmol.L <sup>-1</sup> )	172 $\pm$ 8
Ca <sup>2+</sup> (mmol.L <sup>-1</sup> )	2,6 $\pm$ 0,1
K <sup>+</sup> (mmol.L <sup>-1</sup> )	6,5 $\pm$ 0,3
Osmolalidad (mOsm.kg <sup>-1</sup> )	423 $\pm$ 6

**Tabla.39** Composición iónica del suero basolateral formulado y utilizado en los experimentos *ex vivo* para tejidos montados en cámaras de Ussing.

Reactivo	[ ] mM
NaCl	161
KCl	6.5
NaHCO <sub>3</sub>	7
MgSO <sub>4</sub>	1
CaCl <sub>2</sub>	2.5



DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES

Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	2.5
HEPES	5
Glucose	5

Finalmente, las propiedades bioeléctricas basales de diferentes regiones del intestino de seriola (anterior, medio y posterior) montados en cámaras de Ussing y medidos en voltage clamp se muestran en la Tabla HHHH.

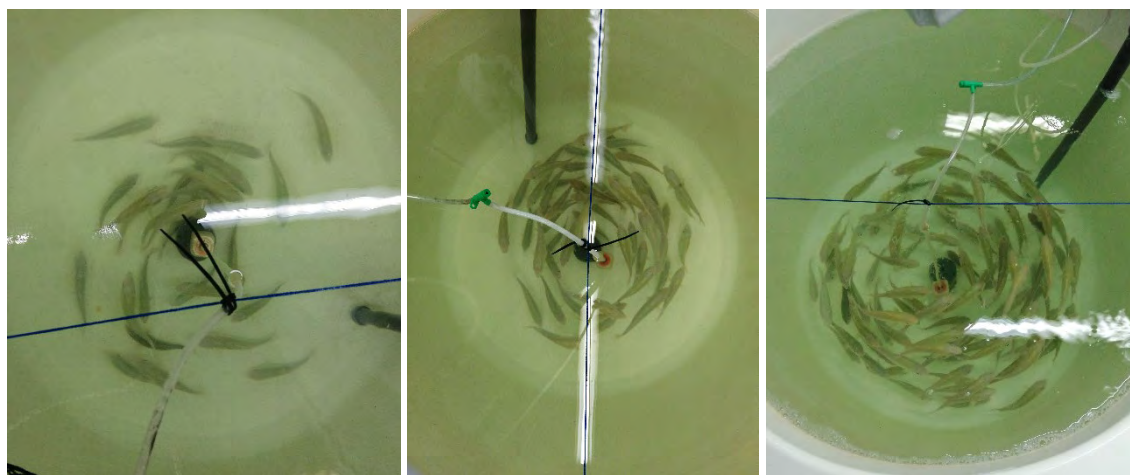
**Tabla 40** Parámetros bioeléctricos basales de seriola para diferentes regiones del intestino. n: número muestral. Los grupos con letras diferentes son significativamente diferentes (One-way ANOVA)

	Anterior	Medio	Posterior
Isc (μAmp/cm <sup>2</sup> )	-5.07±1.89	-8.58±1.69	-4.03±1.5
Rt (Ω.cm <sup>2</sup> )	134.3±24.2 <sup>a</sup>	66.65±13.7 <sup>b</sup>	226.4±22.1 <sup>c</sup>
n	16	19	7

En cuanto a la experiencia final de alimentación realizada en CTAQUA, esta se inició el 13-12-2022, con la distribución de 588 peces en 9 tanques cilindrocónicos de 400 L (Foto 39) para los diferentes grupos experimentales descritos en la metodología (Tabla 41).

**Tabla 41.** Datos registrados durante el *stocking* de ejemplares de seriola al inicio del ensayo.

Grupo	Densidad de cultivo inicial (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad de cultivo final esperada (kg/m <sup>3</sup> )	Nº peces/tanque	Nº peces/grupo	Peso medio/pez (g)	Biomasa / tanque(kg)
Baja densidad (LSD)	1,73	10	28	84	24,7	0,692
Media densidad (MSD)	3,46	20	56	168	24,7	1,382
Alta densidad (HSD)	6,83	40	112	336	24,4	2,733





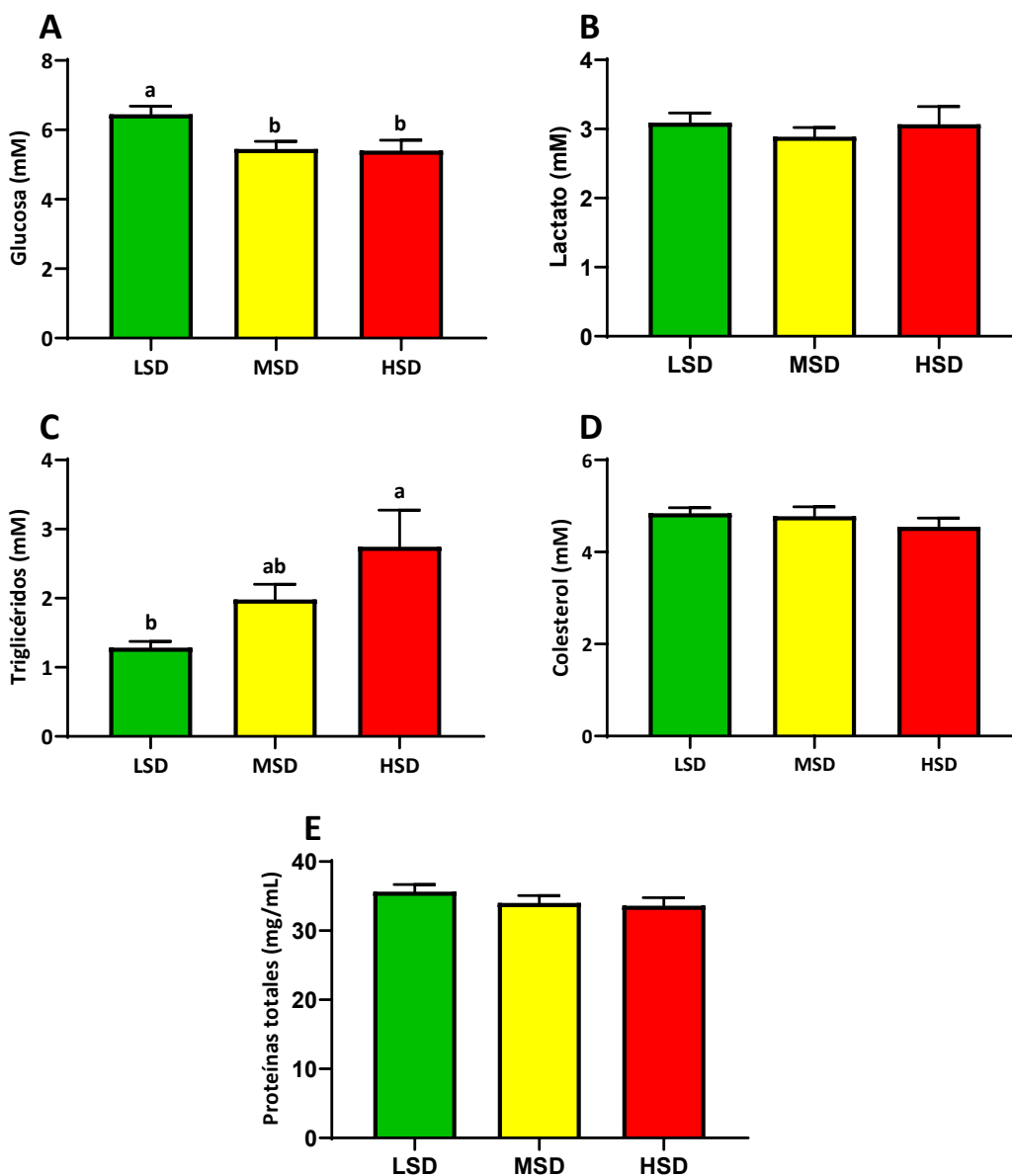
**Foto 39** Grupos experimentales (LSD, MSD y HSD, de izquierda a derecha) establecidos con la actual metodología.

Los peces fueron alimentados *ad libitum* tres veces al día. Diariamente se monitorizaron parámetros de calidad de agua, incluyendo formas nitrogenadas (nitritos, nitratos, amonio), T<sup>a</sup>, saturación de O<sub>2</sub>, pH y salinidad. Pasados 72 días desde el inicio del ensayo (23/02/23), se procedió a realizar el muestreo biométrico final y el muestreo de toma de muestras biológicas. Para ello, todos los peces, con anestesia ligera o profunda (0,5 ó 1,0 mL de 2-fenoxietanol/L agua de mar, respectivamente), fueron pesados de forma manual e individualizada. Los resultados obtenidos están plasmados en la Tabla 6.

**Tabla 42.** Parámetros de rendimiento productivo de juveniles de *Seriola dumerili* mantenidos a distintas densidades de cultivo (HSD, MSD y LSD). Los resultados se expresan como la media  $\pm$  SEM de los tanques en triplicado. Diferentes letras expresan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos según el ANOVA de una vía. HSD: densidad alta de cultivo (40 kg/m<sup>3</sup>); MSD: densidad media de cultivo (20 kg/m<sup>3</sup>); LSD: densidad baja de cultivo (10 kg/m<sup>3</sup>). <sup>1</sup>Índice de Condición = 100x(peso/talla<sup>3</sup>).

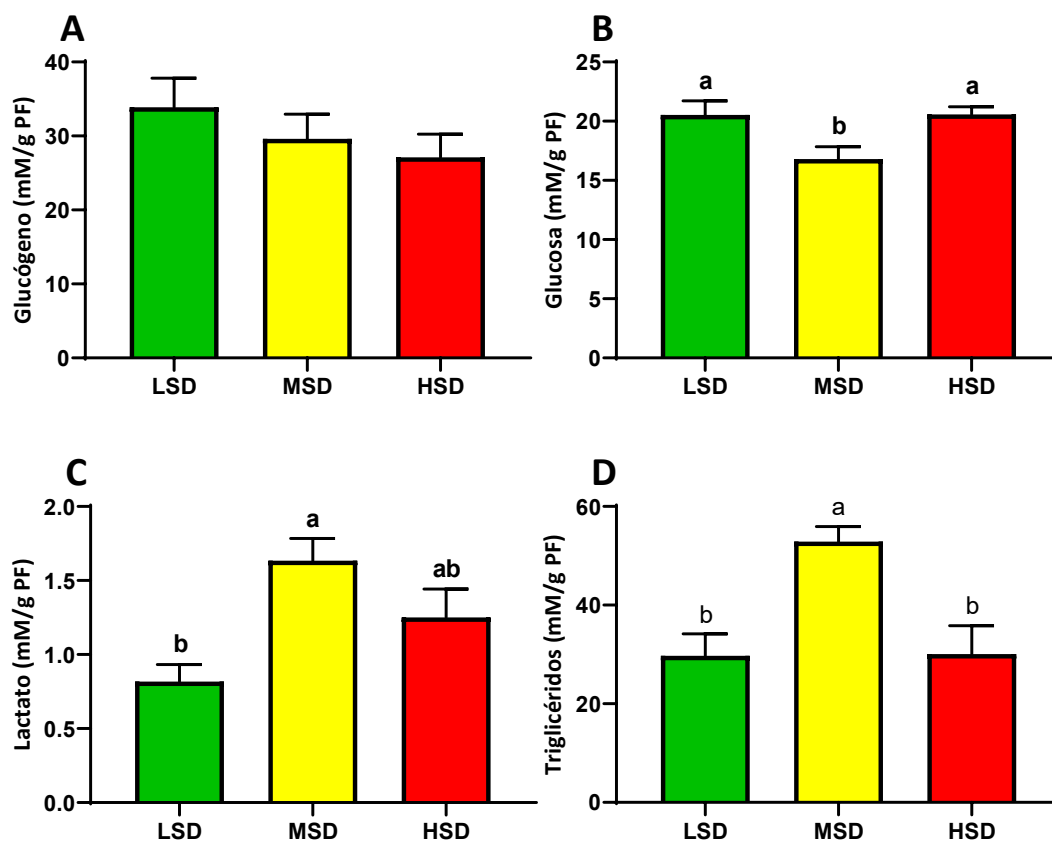
<b>MUESTREO FINAL (72 días)</b>	<b>LSD</b>	<b>MSD</b>	<b>HSD</b>	<b>p</b>
<i>Initial body weight (g/pez)</i>	24,7 $\pm$ 0,07	24,7 $\pm$ 0,09	24,4 $\pm$ 0,03	0,300
<i>Final body weight (g/pez)</i>	124,5 $\pm$ 2,23	118,6 $\pm$ 1,66	120,0 $\pm$ 1,15	0,075
<i>K<sup>1</sup></i>	2,07 $\pm$ 0,02	2,10 $\pm$ 0,02	2,11 $\pm$ 0,03	0,504
<i>Densidad inicial (Kg/m<sup>3</sup>)</i>	2,97 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	5,63 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	11,1 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	0,001
<i>Densidad final (Kg/m<sup>3</sup>)</i>	8,7 $\pm$ 0,2 <sup>c</sup>	16,2 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	32,9 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	0,001
<i>WG (%)</i>	403,2 $\pm$ 12	382,4 $\pm$ 11,2	391,1 $\pm$ 2,7	0,369
<i>SGR (%)</i>	2,24 $\pm$ 0,03	2,18 $\pm$ 0,03	2,21 $\pm$ 0,01	0,364
<i>FI (g MS/pez)</i>	101,4 $\pm$ 2,7 <sup>a</sup>	88,5 $\pm$ 2,3 <sup>b</sup>	95,2 $\pm$ 1,9 <sup>ab</sup>	0,022
<i>FE</i>	0,98 $\pm$ 0,02	1,07 $\pm$ 0,03	1,01 $\pm$ 0,02	0,129

A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis bioquímico del plasma.



**Fig.42.** Niveles plasmáticos de A: glucosa, B: lactato, C: triglicéridos, D: colesterol y E: proteínas. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.

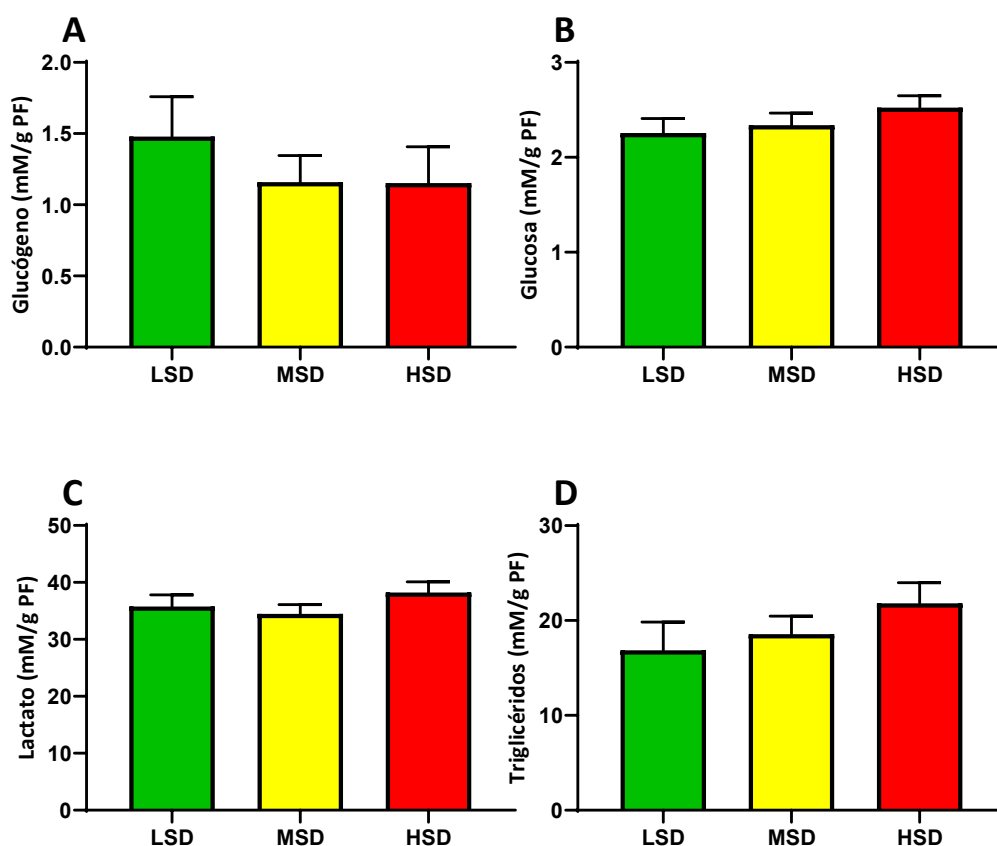
Los resultados muestran una mayor movilización de glucosa, así como un mayor consumo de triglicéridos en el grupo de baja densidad (LSD). Estos resultados podrían estar relacionados, o ser consecuencia, de los niveles más altos de cortisol observados en este mismo grupo que estarían causando una mayor demanda energética (revisar a partir de Figura 9).



**Fig.43** Niveles hepáticos de **A:** glucógeno, **B:** glucosa, **C:** lactato y **D:** triglicéridos. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.

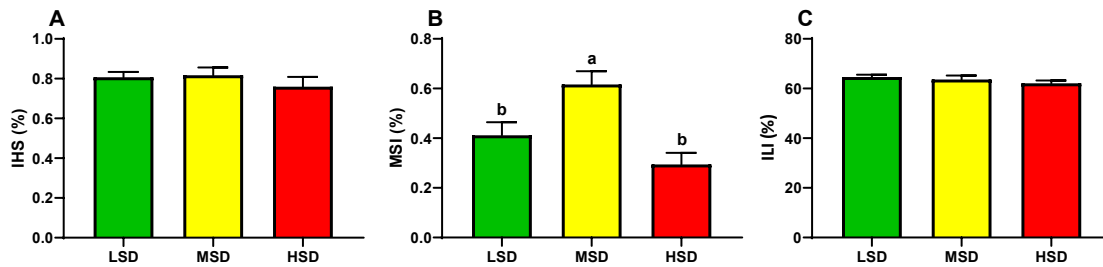
En el hígado, los resultados indican una mayor movilización de glucosa en el grupo de media densidad (MSD), incluso por la vía anaeróbica, que explicaría el incremento de lactato hepático observado en dicho grupo. Además, se ha observado una mayor acumulación de triglicéridos en dicho grupo, que a la larga podría ocasionar esteatosis hepática de los individuos mantenidos en esta densidad.





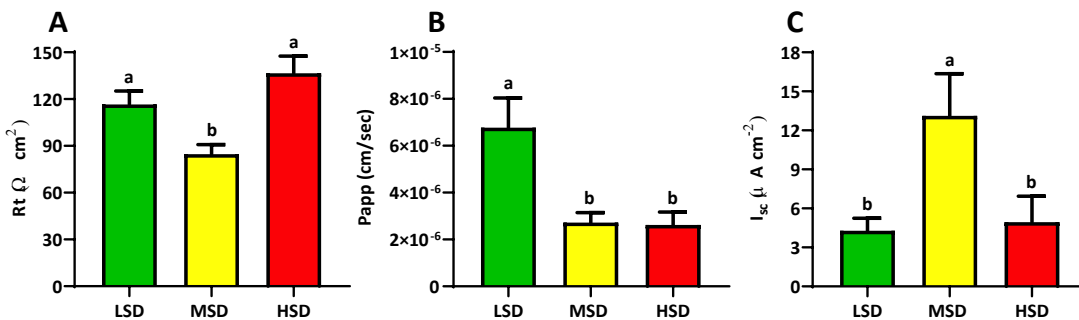
**Fig.44.** Niveles musculares de A: glucógeno, B: glucosa, C: lactato y D: triglicéridos. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía

A nivel muscular, no se observaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros analizados. A pesar de esto, se aprecia un leve incremento en la movilización del glucógeno muscular en los grupos MSD y HSD. Además, también se observa una leve tendencia a aumentar la deposición de triglicéridos en relación al aumento de la densidad de cultivo, parámetro que podría verse reflejado en una mayor calidad del filete.



**Fig.45** Índices somáticos. A: Índice hepatosomático, B: Índice mesentérico, C: Índice de Longitud del Intestino. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.

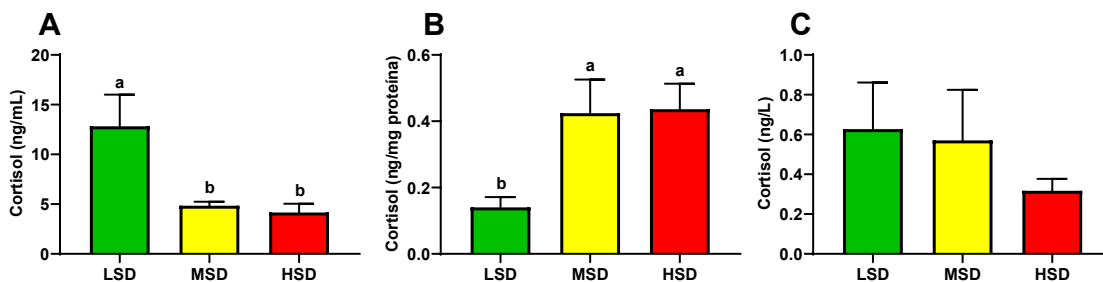
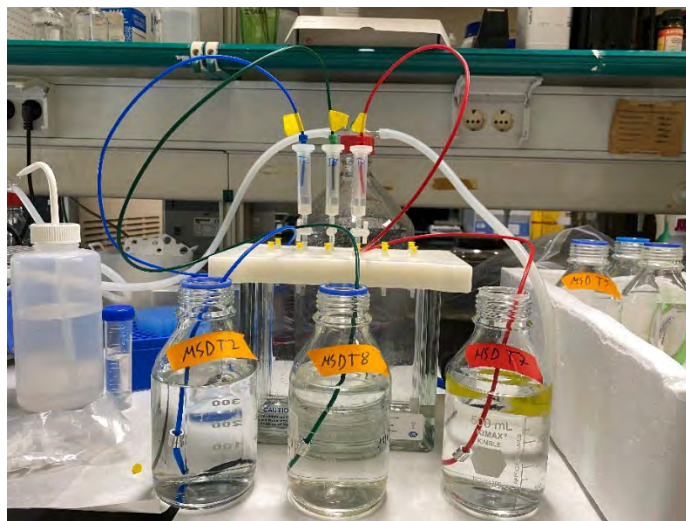
En línea con lo observado en cuanto a la movilización y acumulación de metabolitos, el índice mesentérico muestra una mayor deposición de grasa perivisceral el grupo mantenido a densidad media (MSD), mientras que los índices hepatosomático (IHS) y de longitud del intestino (ILI) no mostraron diferencias entre grupos. Estos resultados sugieren que no existe un gran desajuste hepático en términos estructurales o de funcionalidad, así como que los ejemplares no precisaron de realizar una elongación intestinal para aprovechar el alimento ingerido, lo cual se puede explicar al haber consumido una formulación comercial hasta saciedad aparente de los animales.



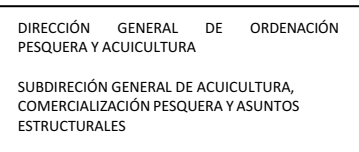
**Fig.46** Electrofisiología del intestino. A: Resistencia transepitelial (Rt), B: Permeabilidad aparente (Papp), C: Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ). Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.

En relación a la fisiología y salud intestinal, la resistencia transepitelial proporciona la lectura estándar para la función de la barrera intestinal y nuestros resultados indican que la densidad de cultivo modula su funcionalidad, curiosamente con valores más bajos en el grupo MSD. Además, la medición de la

permeabilidad intestinal paracelular (Papp) con un marcador de peso molecular muy bajo, como el amarillo Lucifer de 0,4 kD, muestra que este parámetro se modula diferencialmente en respuesta a la densidad, en donde los grupos MSD y HSD tienen una permeabilidad aparente menor que el grupo LSD. Para comprender los efectos de la densidad en la función intestinal en relación a las variaciones observadas en las mediciones de integridad/permeabilidad solo se puede interpretar mediante la caracterización y acción de modificaciones moleculares, por ejemplo, a partir de la expresión de proteínas relacionadas con las uniones celulares o claudinas. Curiosamente, la densidad de también evoca cambios en la corriente de cortocircuito epitelial (Isc), con niveles significativamente más altos en el grupo MSD. Isc representa la suma de todas las corrientes iónicas transcelulares a través del epitelio, siendo sensible para determinar la prevalencia del transporte neto como absorción o secreción. Los resultados obtenidos muestran cambios de amplitud, y no de dirección, indicando una mayor inversión del grupo MSD en el transporte transcelular, probablemente como consecuencia de la necesidad de compensar funcionalmente la menor resistencia tisular y la menor contribución de la vía paracelular (permeabilidad).



**Fig.47** extracción de cortisol en agua y sus niveles en diferentes matrices. **A:** Cortisol en plasma, **B:** Cortisol en mucus, **C:** Cortisol en agua. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales mantenidos a distintas densidades (LSD, MSD y HSD). Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.



En cuanto al bienestar del cultivo, se podría afirmar que los niveles de estrés son mayores cuando en aquellos ejemplares mantenidos a la densidad de carga más baja (LSD) a la vista de los resultados de cortisol, lo cual podría explicarse debido al carácter gregario de los juveniles de esta especie, en donde el aumento en la densidad de carga sería posible siempre y cuando se garanticen unos niveles óptimos de calidad de agua de cultivo. Por su parte, los niveles de cortisol plasmático se relacionan de manera inversa con el cortisol medido en el mucus, con una mayor presencia de esta hormona en esta matriz al incrementar la densidad de cultivo. Finalmente, el cortisol analizado en el agua no muestra diferencias significativas entre grupos, ni una aparente correlación con el resto de matrices, posiblemente debido a que finalmente el sistema de cultivo estuvo gobernado por un único sistema RAS que realiza la mezcla de todos los tanques y densidades estudiadas, no siendo posible identificar diferencias significativas (si las hubiera) en los triplicados de cada grupo experimental, aunque sí se observa una menor concentración de esta hormona en el grupo HSD, corroborando la mejor condición de cultivo de entre las estudiadas. Todos estos resultados serán co-relacionados con los obtenidos en el análisis molecular del eje hipotálamo-hipofisario-interrenal (HHI), en donde se ha medido la expresión en estos tres tejidos para genes relacionados con la síntesis de cortisol (*crh*, *crhbp*, *trh*, *pomca*, *pomcb*, *star*), mostrando una clara dependencia a diferentes niveles de regulación.

Finalmente, y en paralelo a la realización del presente entregable, se ha trabajado en la escritura de un manuscrito que será enviado próximamente a una revista indexada de impacto incluida en el JCR, y en el que se expondrán todos los resultados obtenidos, además de establecer metodologías de correlación entre parámetros fisiológicos, análisis multivariantes y de análisis de componentes principales más específicos que confirmen de forma conjunta la existencia de diferencias entre las densidades de carga ensayadas. Igualmente, estos resultados fueron expuestos en el congreso internacional de la *European Aquaculture Society* celebrado entre el 21 y el 24 de septiembre en la ciudad de Viena, bajo el título “The higher stocking density the better physiological state in *Seriola dumerili* under RAS conditions”.

#### **Tarea 4.2. Mejora del proceso de pre-engorde/engorde (<500 g) a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS (Líder: UCA).**

**Entidades participantes: UCA y CTAQUA**

##### **Descripción de las tareas y trabajos realizados**

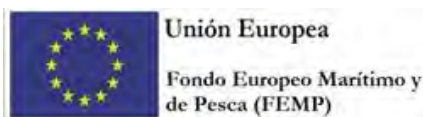
El objetivo del ensayo experimental realizado se basa en “Evaluar la mejora del proceso de pre-engorde/engorde de *Seriola dumerili* a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS”.

Para ello se ha diseñado y preparado una dieta experimental a la que se le añadió un aditivo natural (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) con propiedades relajante/antiestrés y posteriormente se han realizado dos evaluaciones: la primera de ellas, atendiendo a parámetros de rendimiento de cultivo y bienestar animal, y la segunda relativa a su efecto ante procesos de estrés térmico, tras someterlo a bajas temperaturas ( $14 \pm 1^\circ\text{C}$ ), similares a las que pueden alcanzarse en el Mar Mediterráneo durante el invierno, cuando esta especie es cultivada en sistemas off-shore durante el proceso de engorde.

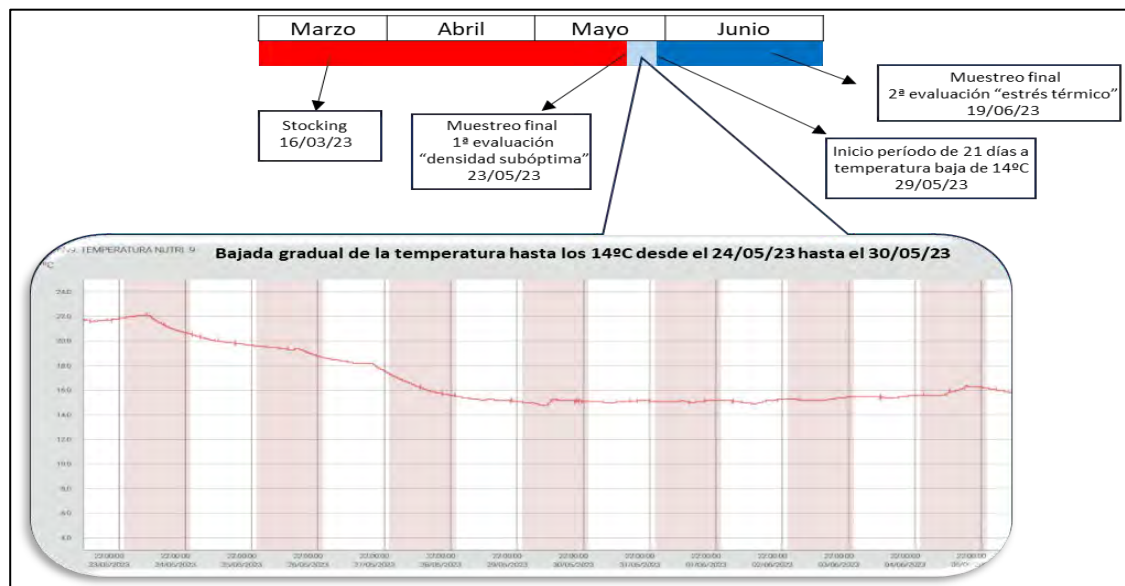
## **Metodología**

### **1. Descripción del Ensayo Experimental**

El ensayo experimental completo se desarrolló durante un período de 95 días, y se dividió en dos partes bien diferenciadas en función del origen del factor estresante para valorar su atenuación mediante el uso de relajantes naturales. Una primera parte, cuyo factor fue la densidad de cultivo



subóptima, es decir, ligeramente superior a los máximos rendimientos para intentar demostrar el posible margen de mejora a partir del uso de aditivos naturales en los piensos; y una segunda parte, en la que dicho factor fue el sometimiento a estrés térmico (bajada de la temperatura).



**Fig. 48** Cronograma completo de la tarea 4.2 donde se muestra la fecha de los distintos muestreos realizados, así como el período de bajada gradual de la temperatura. En rojo, el periodo correspondiente a la primera evaluación a densidad subóptima, en celeste el período de disminución gradual de la temperatura y en azul el periodo correspondiente a la segunda evaluación de estrés térmico a temperatura de 14-15 °C.

## 2. Evaluación de la atenuación del estrés y rendimiento productivo en fase de preengorde/engorde de *Seriola*.

Esta primera parte del estudio tuvo una duración de 68 días, y se llevó a cabo mediante el empleo de 3 grupos experimentales distintos (CTRL, D1, D2) por triplicado (3 tanques por grupo). Los tanques de cada grupo, fueron sometidos desde el inicio a la misma densidad de cultivo (densidad inicial =  $7,22 \pm 0,01$ , ligeramente superior a la densidad final alcanzada para el grupo de baja densidad en la T4.1), pero alimentados con distintos tipos de dietas. En concreto, el grupo control (CTRL) fue alimentado con una dieta comercial estándar (R-Europa, Skretting España S.A), mientras que los dos grupos experimentales (D1 y D2), fueron alimentados con el mismo tipo de dieta empleada para el grupo control, pero a la que se le añadió el aditivo natural (RELAQUAX, BEDSON ESPAÑA S.L) con propiedades relajante/antiestrés, a distinta concentración (0,1% y 0,2%, para los grupos D1 y D2, respectivamente).

La adición del compuesto al pienso se llevó a cabo mezclando en primer lugar el aditivo en aceite de pescado al 1% y una vez que la mezcla quedó totalmente homogénea, esta se adicionó al pienso por pulverización quedando distribuida en la totalidad del pienso preparado.





### 3. Evaluación de la atenuación del estrés ante un proceso de bajada de temperatura del agua de cultivo

En relación a la segunda parte del experimento, esta se llevó a cabo inmediatamente después de terminar la primera parte; en cuanto a las condiciones experimentales, estas fueron similares a las empleadas en el periodo anterior, salvo que, en este caso, los peces fueron sometidos a una temperatura de  $14 \pm 1^\circ\text{C}$  durante el desarrollo de la misma. En concreto, la experiencia se inició a una temperatura de  $22^\circ\text{C}$  y a partir de ahí, se fue bajando la temperatura del agua de forma paulatina, realizando de esta forma un proceso de adaptación de los peces atendiendo a su bienestar, hasta conseguir alcanzar los  $14^\circ\text{C}$  de temperatura establecida, y manteniéndose durante 21 días.

### 4. Sistema experimental

Para la realización de la prueba, se dispuso de las instalaciones de CTAQUA (El Puerto de Santa María, Cádiz) que cuenta con una sala húmeda diseñada específicamente para el desarrollo de pruebas de diversificación de especies. En concreto, se empleó un sistema de recirculación (RAS), seleccionado en base a las especificaciones de la prueba.

#### Características del Sistema de Recirculación (RAS) empleado D-1200

Sistema RAS compuesto por 9 tanques de 1200L.

5-10 % renovación diaria (función de la calidad del agua).

Biofiltro de lecho fluido.

Filtración mecánica mediante empleo de filtro de tambor.

Skimmer de proteínas.

Esterilización ultravioleta.

Sistema autónomo de monitoreo y control de parámetros de cultivo Miranda<sup>®</sup>: O<sub>2</sub>, T<sup>a</sup>, pH, Salinidad (‰).

#### Control de RAS

Mantenimiento y limpieza diaria de los diferentes filtros que componen el sistema.

Control diario de comportamiento, estado general de salud y supervivencia de los peces de estudio.

Control de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y NO<sub>3</sub><sup>-</sup> del agua de cultivo dos veces por semana.

### 5. Peces empleados

Para el inicio de la primera parte de la prueba, se emplearon juveniles de *S. dumerili* con un peso medio de  $144,31 \pm 11,51$  g. En el caso de la segunda parte de la prueba (ensayo de temperatura baja), esta se llevó a cabo con peces con un peso medio inicial de  $265,34 \pm 55,21$  g (peso medio obtenido en el muestro final de la 1ª parte del experimento). En cuanto a su origen, fueron peces enviados el día 23 de septiembre de 2022 desde la ULPGC (Las Palmas de gran Canaria, España) que fueron empleados para la tarea 4.1.

## 6. Grupos experimentales y condiciones de estabulación

### 6.1. Evaluación de la atenuación del estrés y rendimiento productivo en fase de preengorde/engorde de *Seriola*.

Para esta primera parte del experimento, se emplearon un total de 540 peces (Figura 2) que fueron estabulados de manera aleatoria en 9 tanques circulares de 1200 litros. En cuanto al número de peces por tanque, este fue de 60, dando como resultado, una densidad media por tanque de  $7,22 \pm 0,01 \text{ kg/m}^3$ .



Foto 40. Juveniles de *S. dumerili* empleados en la primera parte del ensayo.

Por tanto, cada una de las unidades de cultivo pertenecientes a cada grupo experimental, quedaron conformadas de la siguiente manera:

Los tanques del grupo CTRL se sembraron con 60 peces y una densidad inicial de  $7,21 \pm 0,01 \text{ kg/m}^3$ .

Los tanques del grupo D1 se sembraron con 60 peces y una densidad inicial de  $7,23 \pm 0,02 \text{ kg/m}^3$ .

Los tanques del grupo D2 se sembraron con 60 peces y una densidad inicial de  $7,21 \pm 0,01 \text{ kg/m}^3$ .

En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 43. Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	Fotoperiodo (L/D)
>5,5	$22 \pm 1$	$7,8 \pm 0,3$	$37 \pm 0,2$	natural

Además de estos parámetros, se monitoreó semanalmente la concentración de amonio, nitritos y nitratos, con la finalidad de poder evaluar la calidad del medio de cultivo a lo largo de prueba.

En relación a la concentración de oxígeno en el agua, se aportó oxígeno en continuo durante toda la prueba, para poder mantenerlos a niveles de saturación óptimos.

## 6.2. Evaluación de la atenuación del estrés ante un proceso de bajada de temperatura del agua de cultivo

En concreto, esta se inició con un valor de peso medio de  $265,34 \pm 55,21$  g, una densidad de cultivo media inicial de  $12,75 \pm 55,21$  kg/m<sup>3</sup> y un total de 519 peces (atendiendo a los valores de supervivencia de la prueba preliminar).

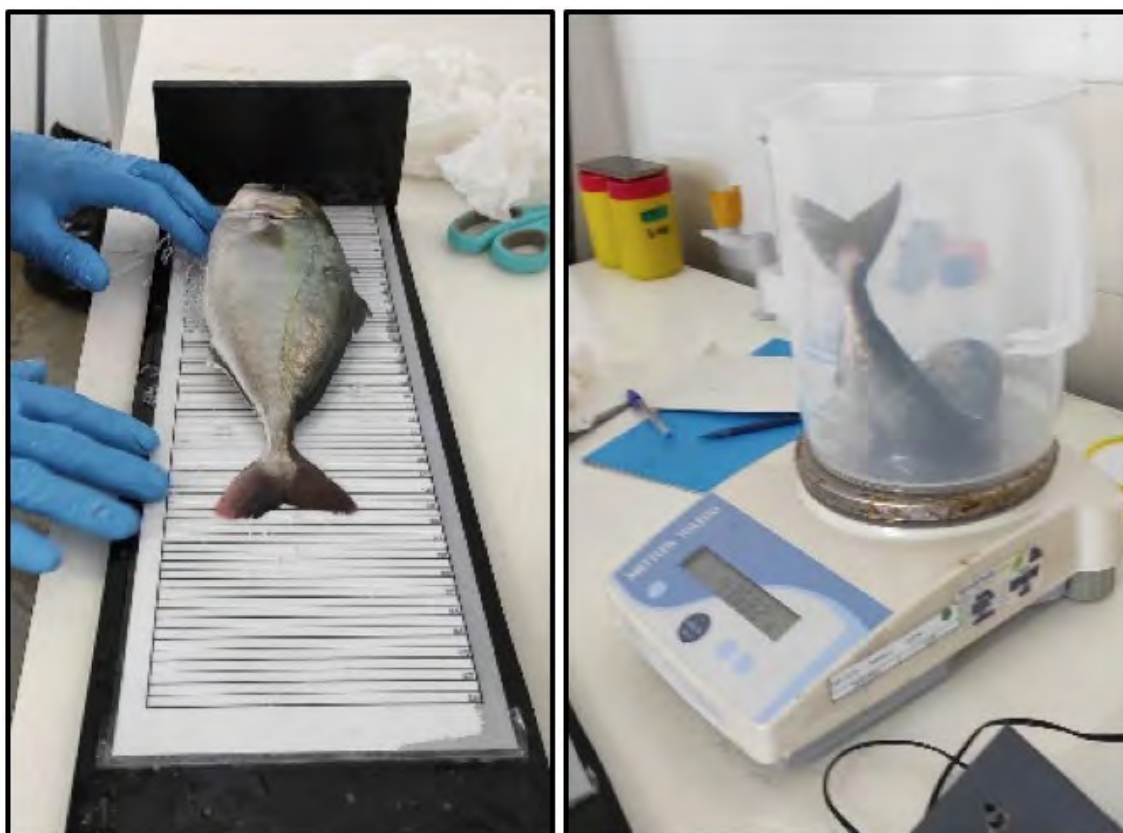


Foto 41 Ejemplares de *S. dumerili* empleados en la segunda parte del ensayo.

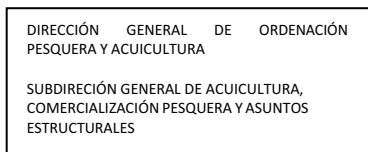
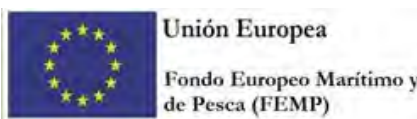
Analizando los datos por grupo experimental, podemos decir que los tanques pertenecientes a cada grupo, quedaron conformados de la siguiente manera:

Los tanques del grupo CTRL se sembraron con  $57,33 \pm 4,62$  peces y una densidad inicial de  $12,69 \pm 1,13$  kg/m<sup>3</sup>.

Los tanques del grupo D1 se sembraron con  $57,33 \pm 2,31$  peces y una densidad inicial de  $12,66 \pm 0,46$  kg/m<sup>3</sup>.

Los tanques del grupo D2 se sembraron con  $58,33 \pm 2,08$  peces y una densidad inicial de  $12,91 \pm 0,54$  kg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:



**Tabla 44.** Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	Fotoperiodo (L/D)
>5,5	14 ± 1	7,8 ± 0,3	37 ± 0,2	natural

Además de estos parámetros, se monitoreó semanalmente la concentración de amonio, nitritos y nitratos, con la finalidad de poder evaluar la calidad del medio de cultivo a lo largo de prueba.

En relación a la concentración de oxígeno en el agua, se aportó oxígeno en continuo durante toda la prueba, para poder mantener está a niveles de saturación.

### 7. Alimentación.

En relación a la alimentación, todos los peces fueron alimentados a mano y a saciedad visual aparente (*ad libitum*); en este sub-experimento, como continuación del anterior, no todos los peces recibieron la misma dieta, ya que, el grupo CTRL recibió una dieta comercial estándar, mientras que los otros dos grupos (D1 y D2) recibieron una dieta experimental elaborada a partir del mismo pienso comercial al que se le añadió un aditivo a distinta concentración (ver arriba). El tamaño de pellet fue adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, durante los primeros 41 primeros días de la prueba, se suministró el pienso R-3 Europa de 3 mm y a partir de ahí y hasta el final de la misma, el R-Europa de 5 mm.

Para el cálculo del alimento total ingerido, diariamente se recuperó de cada una de los tanques la cantidad de pienso no consumido.

### 8. Distribución y muestreos realizados.

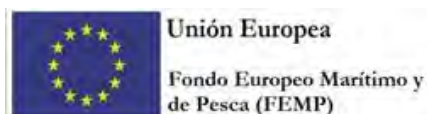
Previamente a la formación de los grupos experimentales se llevó a cabo un muestreo de la población para poder estimar peso medio y establecer su desviación estándar, lo que permitió la distribución de los peces entre los distintos tanques, de la manera más homogénea posible en relación a su peso. El coeficiente de variación obtenido para los distintos tanques estuvo entre 0,11 y 0,15.

**Tabla 45.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 16 de marzo de 2023). Valores presentados como las medias de los triplicados ± S.D.

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa (g)	Densidad media (kg/m³)
CTRL	1,4,7	60	144,26 ± 0,22	8.655,71 ± 13,34	7,21 ± 0,01
D1	2,5,8	60	144,52 ± 0,37	8.671,02 ± 22,05	7,23 ± 0,02
D2	3,6,9	60	144,14 ± 0,16	8.648,37 ± 9,32	7,21 ± 0,01

Durante la **primera evaluación** (densidad de cultivo subóptima), se ha realizado un total de 3 muestreos biométricos llevados a cabo en un período de 68 días, en los que cada uno de los peces fueron pesados de manera individual para la evaluación posterior de los parámetros que definen el rendimiento productivo durante este periodo. En el último de ellos, se llevó a cabo un muestreo fisiológico, en donde además de pesar a los individuos, se midió su longitud para el cálculo del índice de condición y se tomaron muestras de plasma, mucus y tejidos, de 4 animales por tanque, para su





análisis fisiológico posterior relacionado con el bienestar animal (Toma de muestras y evaluación llevada a cabo por personal de la UCA; Figura 4).

En relación con la **segunda evaluación** (ensayo a temperatura de 14°C), se realizó un solo muestreo biométrico durante un periodo de 27 días, en el que además se llevó a cabo el análisis fisiológico de los peces pertenecientes a cada grupo de la misma manera descrita anteriormente.



**Foto 42.** Muestreo biométrico y fisiológico llevados a cabo por miembros de equipo investigador de la Universidad de Cádiz (UCA) en las instalaciones de CTAQUA.

Por otro lado, de forma complementaria al muestreo biométrico, se tomaron muestras de agua de cada una de las unidades de cultivo del sistema RAS, antes de la manipulación de los peces, para la medición posterior del cortisol liberado en los tanques, bajo las distintas condiciones ensayadas (análisis llevado a cabo por personal de la UCA).

Cada muestra de agua recogida fue conservada a -20°C para su evaluación posterior. En total se tomaron 36 muestras de agua de los tanques del sistema RAS en el que se llevó a cabo el ensayo.

## 9. Parámetros evaluados

Con los datos biométricos recogidos en cada uno de los muestreos y el registro de pienso consumido, se ha realizado una evaluación de los siguientes parámetros relacionados con el rendimiento productivo:

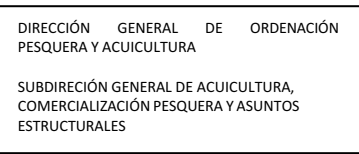
*Supervivencia (%)*

$SP (\%) = (N_f \text{ individuos}) / (N_i \text{ individuos}) \times 100$

$N_f$  individuos: Número de individuos a la finalización de la prueba

$N_i$  individuos: Número de individuos al comienzo de la prueba





*Incremento de peso (% y g/pez)*

$$\Delta P(\%) = (P_f - P_i) / P_i \times 100$$

$$\Delta P(\text{g/pez}) = P_f - P_i$$

Pf: Peso húmedo final (g)

Pi: Peso húmedo inicial (g)

*Tasa específica de crecimiento (SGR)*

$$\text{SGR}(\%/día) = (\ln(P_f) - \ln(P_i)) / t \times 100$$

Pf: Peso húmedo final (g)

Pi: Peso húmedo inicial (g)

t: Tiempo (días) de duración de la experiencia

*Factor de conversión del alimento (FCR)*

$$\text{FCR} = (\text{Alimento total ingerido (g)}) / (\text{Ganancia de peso (g)})$$

Alimento total ingerido (g): Alimento total suministrado (g) – Alimento total recuperado (g)

Ganancia de peso (g): incremento de peso (g) en el periodo de tiempo evaluado

*Factor de condición (K)*

$$K = (P_f (\text{g})) / (L_f^3 (\text{cm})) \times 100$$

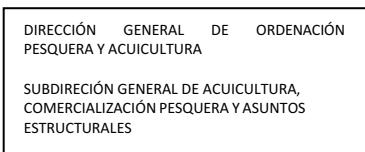
Pf: Peso húmedo final (g)

Lf: Longitud furcal final (cm)

Seguidamente, 4 peces por tanque (12 por condición experimental), previamente anestesiados con una dosis letal de 2-fenoxietanol (1 ml/L de 2-fenoxietanol), fueron seccionados cervicalmente para obtener diferentes tejidos (plasma, hígado y músculo). Se extrajeron y pesaron el hígado y la grasa perivisceral de cada muestra para obtener diferentes índices somáticos: Índice Hepatosomático (HSI), Índice Mesentérico (MSI). Se extrajo todo el intestino, desde los ciegos pilóricos hasta el recto, para medir la longitud y así calcular el Índice de Longitud Intestinal (ILI). Tras ello, las muestras de tejidos para ensayos metabólicos se congelaron rápidamente en nitrógeno líquido y se almacenaron a -80 °C hasta su posterior análisis. Mediante kits comerciales (SpinReact SA, St. Esteve d' en Bas, Girona, España), con reacciones adaptadas a microplacas de 96 pocillos, se analizaron espectrofotométricamente los parámetros metabólicos en cada una de las muestras de plasma, hígado y músculo (por duplicado), incluyendo los niveles de hemoglobina en sangre (Hemoglobin Ref. 1001230), glucosa y glucógeno (Glucose-HK Ref. 13 1001200), lactato (Lactate Ref. 1001330), triglicéridos (TAG Ref. 1001311), y colesterol (Cholesterol-LQ Ref. 41021). La concentración de proteínas totales en plasma se determinó con el método del ácido bicinónico utilizando el kit BCA comercial (kit de ensayo de proteínas BCA™, Pierce, Rockford, EE. UU.). Los niveles de cortisol en plasma, mucus y agua de cultivo se midieron con el kit comercial Cortisol Enzyme Immunoassay Kit (Arbor Assays, K003-H1W), siguiendo las indicaciones del fabricante.

## 10. Análisis estadístico

Para el análisis de resultados se han empleado los programas estadístico R (versión 2.7) y GraphPad Prism (versión 8). Todos los grupos experimentales han sido comparados mediante el análisis de la varianza (ANOVA de una vía) para determinar la existencia de diferencias significativas entre las



medias de los parámetros evaluados ( $p < 0.05$ ). Las diferencias significativas entre las medias se analizaron dos a dos mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Se verificó la normalidad de las distribuciones mediante el test de Shapiro-Wilk y homogeneidad de las varianzas mediante el test de Bartlett ( $p < 0.05$ ). En caso de que los datos no cumplieren los supuestos de normalidad y/o homocedasticidad, las medias se compararon mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

## 11. Postulados bioéticos

Este estudio se ha llevado a cabo de acuerdo con el Real Decreto 118/2021 del 23 de febrero y con la Directiva 2010/63/UE del Parlamento Europeo y del Consejo del 22 de septiembre de 2010 para la protección de los animales utilizados en experimentación y otros fines científicos.

Asimismo, todo el personal involucrado en este estudio estuvo en posesión de la calificación especificada en la Orden ECC/566/2015 del 20 de marzo de 2015 para el manejo de animales utilizados, criados o suministrados en experimentación y otros fines científicos, incluida la docencia.

### Resultados obtenidos

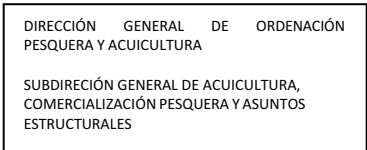
A continuación, se muestran los resultados finales obtenidos de los diferentes parámetros productivos que fueron evaluados, a partir de los datos de peso y talla recogidos de cada uno de los individuos en las distintas biometrías que se realizaron. Además, se exponen los resultados obtenidos para los índices somáticos evaluados, así como aquellos referentes al análisis bioquímico de los diferentes tejidos analizados (plasma, hígado y músculo) y las muestras de agua recogidas con objeto de estudiar el impacto metabólico y los niveles de cortisol, asociados a la respuesta fisiológica de estrés, derivados de la ingesta de las dietas experimentales objeto de ensayo.

### 2.1. Evaluación de la atenuación del estrés y rendimiento productivo en fase de preengorde/engorde de *Seriola*.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la primera parte del ensayo de 68 días de duración (ensayo a temperatura de 22°C).

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor
	CTRL	D1 (1g/kg)	D2 (2g/kg)	
Peso inicial (g/pez)	144,26 ± 0,22	144,52 ± 0,37	144,14 ± 0,16	0,999
Peso final (g/pez)	265,25 ± 5,15	265,12 ± 10,86	265,53 ± 5,93	0,867
Δ peso (g/pez)	120,99 ± 5,32	120,60 ± 11,18	121,39 ± 5,96	0,989
Δ peso (%)	83,87 ± 3,79	83,46 ± 7,93	84,22 ± 4,16	0,987
SGR	0,90 ± 0,03	0,89 ± 0,06	0,90 ± 0,03	0,961
FCR	1,35 ± 0,08	1,23 ± 0,06	1,32 ± 0,04	0,436
Supervivencia (%)	95,56 ± 7,70	95,56 ± 3,85	97,22 ± 3,47	0,924
MSI (%)	0,29 ± 0,11	0,27 ± 0,09	0,26 ± 0,13	0,821
HSI (%)	0,96 ± 0,15	0,94 ± 0,16	0,82 ± 0,15	0,089
ILI (%)	63,56 ± 8,52	61,54 ± 13,09	64,34 ± 7,31	0,949

**Tabla 46.** Efecto de dietas suplementadas sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación, porcentaje de supervivencia e índices somáticos de juveniles de *S. dumerili* en 68 días de ensayo a



22°C de temperatura. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con dieta 1 de alta digestibilidad; D2 = grupo alimentado con dieta 2 de alta digestibilidad. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Rate, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento (Feed Conversion Ratio, por sus siglas en inglés); MSI= Índice Mesentérico (Mesenteric Index, por sus siglas en inglés); HSI = Índice Hepatosomático (Hepatosomatic Index, por sus siglas en inglés); ILI = Índice de Longitud Intestinal (Intestinal Length Index, por sus siglas en inglés). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas ( $P>0,05$ ).

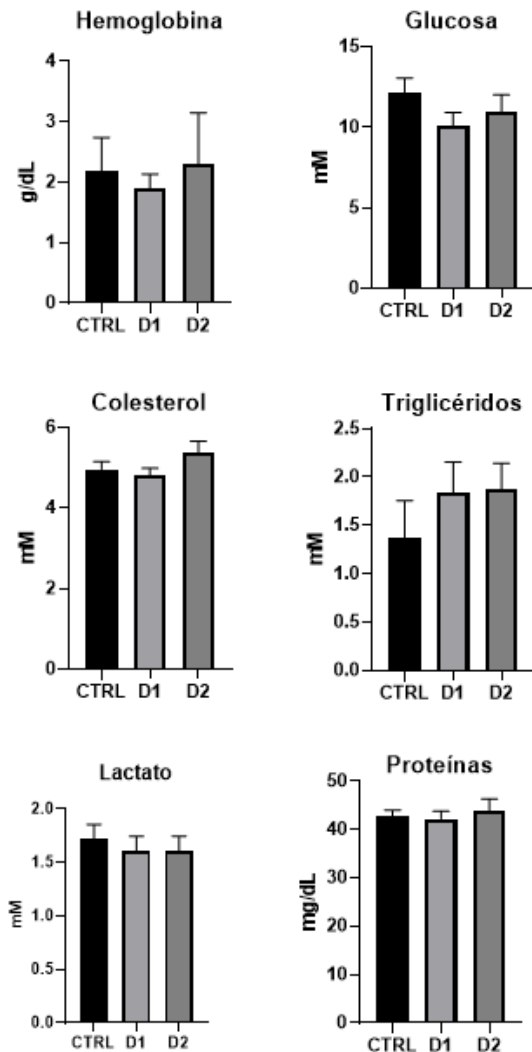
Los datos que se muestran en la Tabla 46, indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para cada uno de los parámetros de rendimiento productivo e índices somáticos evaluados. En relación a los valores obtenidos, estos fueron muy similares entre los distintos grupos (p-valor igual o próximo a 1). Por tanto, los resultados indican que la incorporación del compuesto RELQUAX a ambas concentraciones testadas no producen efectos negativos sobre el rendimiento productivo, observándose una ligera mejora en relación al aprovechamiento del alimento marcado por una disminución del FCR para el caso de la dieta D1 suplementada con 1 g de RELQUAX/kg de pienso.

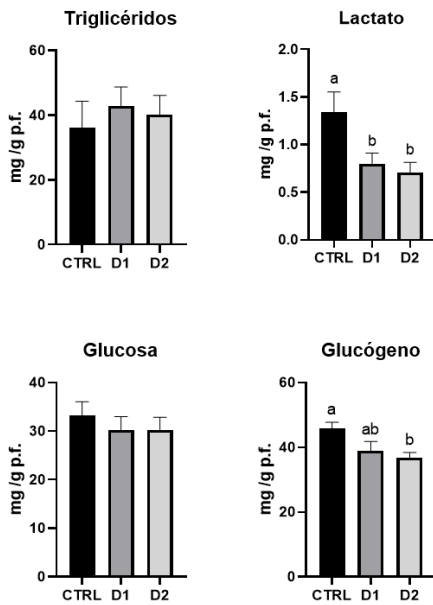
A continuación, se muestran los resultados obtenidos del análisis bioquímico del plasma, hígado y músculo, así como los valores de cortisol obtenidos de las diferentes muestras procesadas (plasma, mucus y agua).

La Figura 49 refleja la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en plasma entre los grupos para cada uno de los metabolitos evaluados. Estos resultados sugieren la existencia de un estado estacionario homeostático marcado durante todo el proceso experimental, en donde, a nivel plasmático, no existen variaciones en los niveles circulantes de los metabolitos estudiados ni a nivel hematológico.

**Fig. 49.** Niveles plasmáticos de hemoglobina, glucosa, colesterol, triglicéridos, lactato y proteínas en juveniles de *Seriola dumerilli* cultivados durante 69 días a 22 °C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELAQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La ausencia de símbolos sobre las barras denota la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

Por su parte, a nivel hepático (Figura 6) los resultados indican una reducción en la acumulación de lactato y glucógeno en aquellos peces alimentados con ambas dietas experimentales, siendo aquellos alimentados con la dieta D2 los que mostraron los valores más bajos de ambos metabolitos, sugiriendo por tanto una mejora a nivel de metabolismo en relación a la reutilización del lactato por parte del hígado (y músculo, ver abajo) para obtener energía tras la vía anaerobia, y el uso preferencial de glúcidos a nivel metabólico que evita su acumulación en forma de glucógeno.

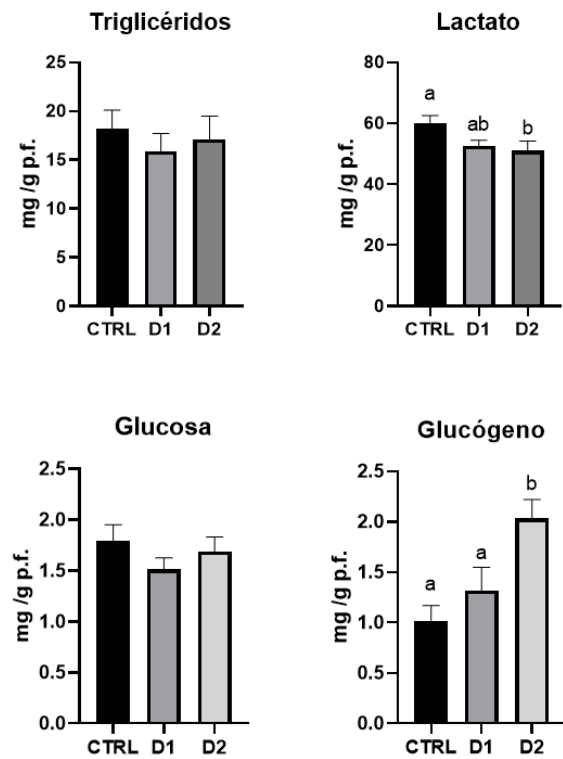




**Fig. 50.** Niveles hepáticos de triglicéridos, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 69 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). Diferentes letras denotan diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

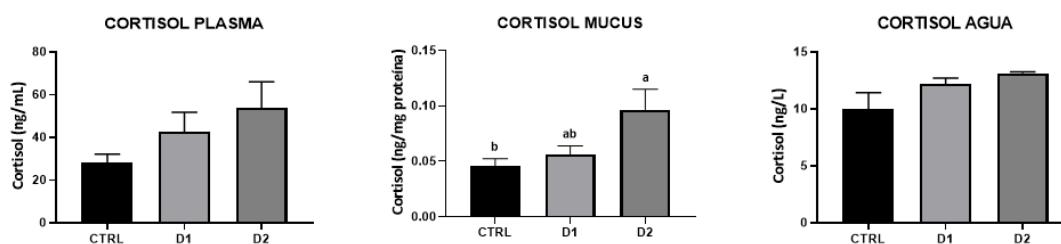
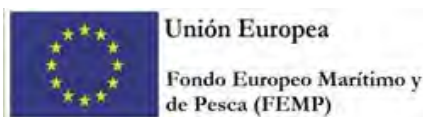
En el músculo (Figura 51), de manera similar a lo observado en el hígado, se observa una reducción en los valores de lactato en aquellos peces alimentados con la dieta experimental, siendo aquellos alimentados con la dieta D2 los que mostraron los valores más bajos de este compuesto. Sin embargo, opuestamente a lo observado en hígado, se aprecia un aumento en los valores de glucógeno en aquellos peces alimentados con la dieta D2, lo que denotaría un aumento en los niveles de depósito intramuscular de este compuesto.

**Fig. 51** Niveles musculares de triglicéridos, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 69 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). Diferentes letras (a, b, c) denotan diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.



En cuanto al bienestar del cultivo, parece existir una relación entre los niveles de cortisol observados en el plasma y el mucus de los peces (Figura 52). No obstante, solo se observan diferencias en los niveles de cortisol cuantificados en el mucus, mostrando unos menores valores aquellos alimentados con la dieta control, sin presencia de aditivo.





**Fig. 52.** Niveles cortisol en plasma, mucus y agua de cultivo (RAS) de juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 69 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). Diferentes letras (a, b, c) denotan diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

## 2.2. Evaluación de la atenuación del estrés ante un proceso de bajada de temperatura del agua de cultivo

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en la segunda parte del ensayo de 21 días de duración (ensayo a temperatura de 14°C).

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor
	CTRL	D1 (1g/kg)	D2 (2g/kg)	
Peso inicial (g/pez)	265,25 $\pm$ 5,15	265,12 $\pm$ 10,86	265,53 $\pm$ 5,93	0,867
Peso final (g/pez)	297,10 $\pm$ 13,59	303,36 $\pm$ 3,63	301,30 $\pm$ 7,89	0,822
$\Delta$ peso (g/pez)	31,85 $\pm$ 9,31	38,24 $\pm$ 7,24	35,77 $\pm$ 6,91	0,622
$\Delta$ peso (%)	11,98 $\pm$ 3,38	14,51 $\pm$ 3,25	13,48 $\pm$ 2,70	0,631
SGR	0,42 $\pm$ 0,11	0,50 $\pm$ 0,11	0,47 $\pm$ 0,09	0,617
FCR	1,49 $\pm$ 0,44	1,18 $\pm$ 0,19	1,29 $\pm$ 0,23	0,571
Factor de condición (K)	2,14 $\pm$ 0,01	2,12 $\pm$ 0,02	2,13 $\pm$ 0,09	0,987
Supervivencia (%)	89,02 $\pm$ 2,04	91,83 $\pm$ 5,51	91,99 $\pm$ 1,11	0,874
MSI (%)	0,47 $\pm$ 0,19	0,43 $\pm$ 0,23	0,49 $\pm$ 0,33	0,919
HSI (%)	1,36 $\pm$ 0,25	1,32 $\pm$ 0,18	1,35 $\pm$ 0,27	0,898
ILI (%)	65,22 $\pm$ 5,50	70,37 $\pm$ 7,57	69,05 $\pm$ 7,81	0,601

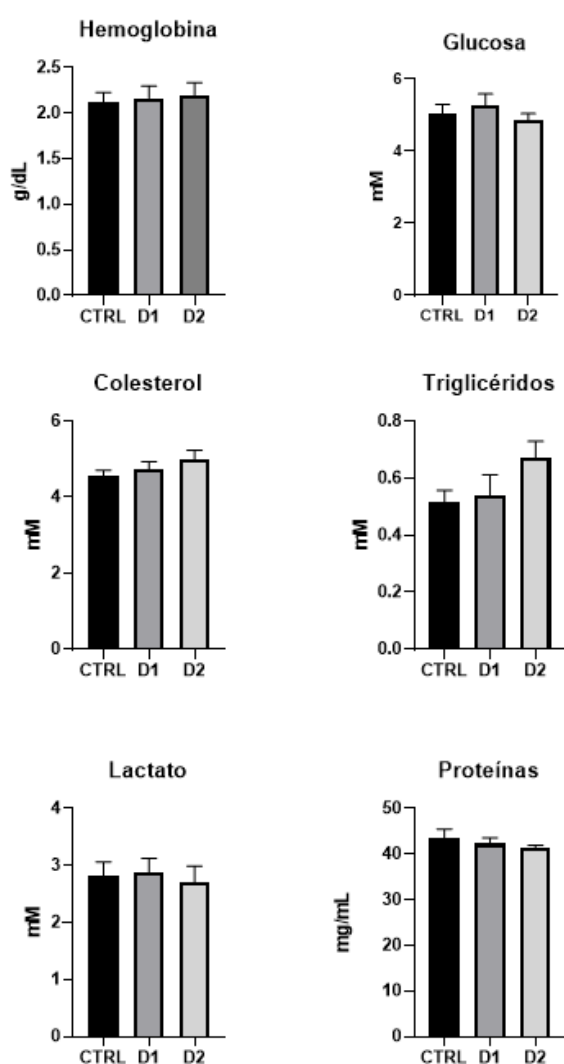
**Tabla 47.** Efecto de dietas suplementadas sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S. dumerili* en 21 días de ensayo a 14°C de temperatura. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con dieta 1 de alta digestibilidad; D2 = grupo alimentado con dieta 2 de alta digestibilidad. SGR = Tasa de Crecimiento Específico; FCR = Factor de Conversión de Alimento; MSI = Índice Mesentérico; HSI = Índice Hepatosomático; ILI = Índice de Longitud Intestinal. Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas (P > 0,05).

Los datos que se muestran en la Tabla 47, nuevamente indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para cada uno de los parámetros de rendimiento productivo e índices somáticos evaluados. En relación a los valores obtenidos, estos fueron muy similares entre los distintos grupos.

Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos del análisis bioquímico del plasma, hígado y músculo, así como los valores de cortisol obtenidos de las diferentes muestras procesadas (plasma, mucus y agua) al término del segundo ensayo, cuando los peces fueron mantenidos a una temperatura de 14°C y alimentados con las mismas dietas (CTRL, D1, D2) durante un periodo adicional de 21 días.

De manera similar a lo observado en la primera experiencia, donde los peces fueron cultivados a 22°C,

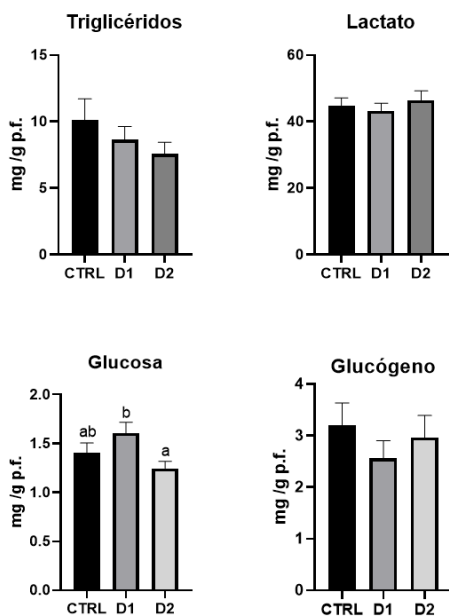
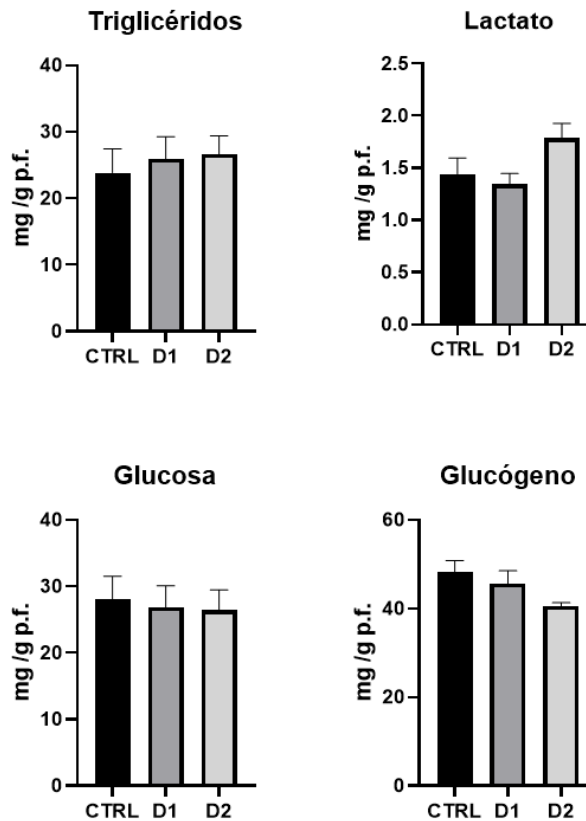
los valores reflejan la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en plasma entre los grupos experimentales para cada uno de los metabolitos evaluados (Figura 53).



**Figura 53.** Niveles plasmáticos de hemoglobina, glucosa, colesterol, triglicéridos, lactato y proteínas en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 21 días a 14°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La ausencia de símbolos sobre las barras denota la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

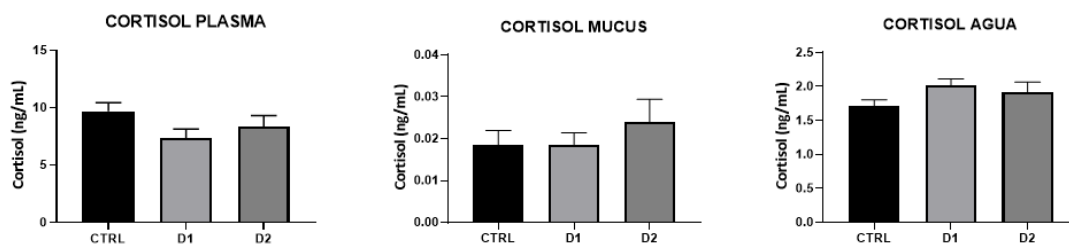
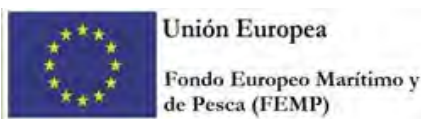
En el hígado, en consonancia con los observado a nivel plasmático, los resultados indican la ausencia de diferencias significativas entre los grupos experimentales para cada uno de los metabolitos evaluados (Figura 54). No obstante, se observa una tendencia negativa en los niveles de glucosa y glucógeno en relación con el aumento de la dosis de aditivo en la dieta, siendo los peces alimentados con la dieta D2 los que mostraron unos valores más bajos de ambos compuestos.

**Figura 54.** Niveles hepáticos de triglicéridos, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 21 días a 14°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La ausencia de símbolos sobre las barras denota la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.



A nivel muscular (Figura 55), únicamente se observan diferencias significativas en los niveles de glucosa, mostrando los mayores y menores valores de este metabolito, aquellos peces alimentados con las dietas D1 y D2, respectivamente. Además, en los niveles de glucógeno, aunque no se observan diferencias significativas, se aprecia un patrón de concentración opuesto al mostrado en la glucosa, lo que podría indicar una mayor movilización de glucógeno para la obtención de glucosa, principal compuesto energético en este tejido, en aquellos peces alimentados con la dieta D1.

**Fig. 55.** Niveles musculares de triglicéridos, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 21 días a 14°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). Diferentes letras denotan diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.



**Fig. 56.** Niveles cortisol en plasma, mucus y agua de cultivo (RAS) de juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 21 días a 14°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas suplementadas con 1 (D1) y 2 (D2) g de RELQUAX/kg de pienso. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La ausencia de símbolos sobre las barras denota la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor<0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

En cuanto a los niveles de cortisol (Figura 56), no se observan diferencias, ni parece existir ninguna relación, en los niveles de cortisol cuantificados en plasma, mucus y agua de cultivo. En términos de bienestar animal, estos resultados denotarían la ausencia de efectos negativos del aditivo RELQUAX en peces sometidos a un estrés térmico por bajada de temperatura.

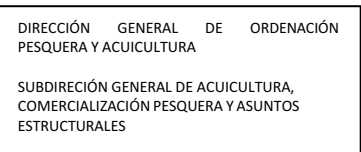
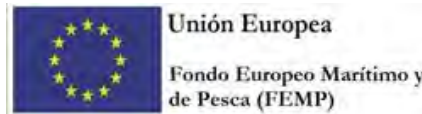
### 2.3. Efectos combinados de RELQUAX y temperaturas

A continuación, a modo de resumen, se muestra el efecto combinado de la suplementación dietaria y la temperatura de cultivo sobre el potencial de crecimiento evaluado en la presente actividad (Tabla 5).

**Tabla 48.** Efecto de las dietas suplementadas y la temperatura de cultivo sobre el rendimiento del crecimiento y la utilización del alimento de *Seriola dumerili*. El asterisco (\*) denota diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los peces alimentados con las mismas dietas en los períodos previos al desafío (69 días a 22 °C) y desafío (21 días a 14 °C).

Parámetros	CTRL_22°C	CTRL_14°C	D1_22°C	D1_14°C	D2_22°C	D2_14°C
Peso final (g/pez)	265.25 $\pm$ 5.1*	304.9 $\pm$ 1.2	265.12 $\pm$ 10.8*	303.36 $\pm$ 3.6	265.53 $\pm$ 5.9*	301.3 $\pm$ 7.9
$\Delta$ peso (g/pez/día)	1.75 $\pm$ 0.07	1.52 $\pm$ 0.44	1.75 $\pm$ 0.16	1.82 $\pm$ 0.34	1.76 $\pm$ 0.08	1.70 $\pm$ 0.33
SGR (%/día)	0.89 $\pm$ 0.02*	0.42 $\pm$ 0.06	0.89 $\pm$ 0.03*	0.50 $\pm$ 0.06	0.90 $\pm$ 0.02*	0.47 $\pm$ 0.09
Consumo (g/pez/día)	2.55 $\pm$ 0.03*	1.66 $\pm$ 0.05	2.67 $\pm$ 0.12*	1.64 $\pm$ 0.08	2.57 $\pm$ 0.02*	1.67 $\pm$ 0.08
FCR	1.35 $\pm$ 0.08	1.29 $\pm$ 0.22	1.23 $\pm$ 0.06	1.03 $\pm$ 0.11	1.32 $\pm$ 0.04	1.12 $\pm$ 0.12
K	2.14 $\pm$ 0.01	2.14 $\pm$ 0.01	2.12 $\pm$ 0.02	2.12 $\pm$ 0.02	2.13 $\pm$ 0.09	2.13 $\pm$ 0.09

Tras la comparativa realizada, los resultados sugieren que el compuesto RELQUAX no parece afectar negativamente al crecimiento de los ejemplares durante el cultivo de ejemplares bajo condiciones de 22 °C de temperatura, mejorando parcialmente (aunque sin ser significativo) el rendimiento productivo (SGR) a baja temperatura de cultivo (14 °C). Además de ello, el potencial de crecimiento



está claramente afectado por las bajas temperaturas, existiendo una disminución de la ingesta que trata de ser compensada por mejores factores de conversión en los ejemplares alimentados previamente con RELQUAX.

Finalmente, este trabajo investigación dará lugar a un manuscrito que será enviado próximamente a una revista indexada de alto impacto incluida en el JCR (e.g. Aquaculture), y en el que se expondrán todos los resultados obtenidos y presentados en el presente informe. Complementariamente, estos datos han sido expuestos en el Congreso Internacional de la European Aquaculture Society, llevado a cabo entre el 21 y el 24 de septiembre en la ciudad de Viena (Austria), en una comunicación en formato póster con título *“Can supplemented diets reduce stress in cultured fish? Effects of inclusion of a natural additive with "relaxing effects" in Seriola dumerili under RAS conditions.”*

## Conclusiones de la tarea 4.2

El análisis de la combinación de resultados obtenidos en el presente estudio parece indicar que la inclusión dietética del aditivo experimental probado no tiene efectos perjudiciales en el crecimiento, la salud y el bienestar de especies de peces con alto potencial de crecimiento, como *S. dumerili*, bajo las condiciones de ensayadas (densidad de cultivo subóptima y estrés térmico por temperatura baja) y dosis de aditivo suministrado (0,1 y 0,2 %). Sin embargo, se considera importante realizar ensayos adicionales que complementen los resultados aquí presentados con esta y otras especies cultivadas.

## Resultados obtenidos (CTAQUA)

### Descripción de las tareas y trabajos realizados:

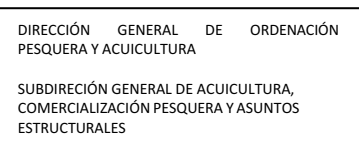
El objetivo del ensayo fue el de “Evaluar la mejora del proceso de pre-engorde/engorde de *Seriola dumerili* a partir del uso de relajantes naturales en sistemas RAS”.

Para ello se diseñó y elaboró una dieta experimental a la que se le añadió un aditivo natural (RELQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) con propiedades relajante/antiestrés y posteriormente se han realizado dos evaluaciones: la primera de ellas, atendiendo a parámetros de rendimiento de cultivo y bienestar animal cuando los peces son cultivados a una densidad subóptima y la segunda relativa a su efecto ante procesos de estrés térmico, tras someterlo a bajas temperaturas ( $14 \pm 1^\circ\text{C}$ ), similares a las que pueden alcanzarse en el Mar Mediterráneo durante el invierno, cuando esta especie es cultivada en sistemas off-shore durante el proceso de engorde

El ensayo experimental se desarrolló durante un período de 95 días y se dividió en dos partes bien diferenciadas en función del origen del factor estresante para valorar su atenuación mediante el uso de relajantes naturales.

La primera parte del estudio tuvo una duración de 68 días, y se llevó a cabo mediante el empleo de 3 grupos experimentales distintos (CTRL, D1, D2) por triplicado (3 tanques por grupo). Los tanques de cada grupo fueron sometidos desde el inicio a la misma densidad de cultivo (densidad inicial =  $7,22 \pm 0,01$ , ligeramente superior a la que dio el mejor rendimiento productivo en la T4.1) pero alimentados con distinto tipo de dieta. En concreto, el grupo control (CTRL) fue alimentado con una dieta comercial estándar (R-Europa, Skretting España S.A) mientras que los dos grupos experimentales (D1 y D2) fueron alimentados con el mismo tipo de dieta empleada para el grupo control, pero a la que se le añadió el aditivo natural (RELQUAX, BEDSON ESPAÑA S.L) con propiedades relajante/antiestrés, a distinta concentración (0,1% y 0,2%, para los grupos D1 y D2, respectivamente). En relación a la segunda parte del experimento, esta se llevó a cabo inmediatamente después de terminar la primera parte bajo las mismas condiciones experimentales, salvo que, en este caso los peces fueron sometidos a una temperatura de  $14 \pm 1^\circ\text{C}$  durante el desarrollo de la misma. En concreto, la experiencia se inició





a una temperatura de 22°C y a partir de ahí, se fue bajando la temperatura del agua de forma paulatina, realizando de esta forma un proceso de adaptación de los peces atendiendo a su bienestar, hasta conseguir alcanzar los 14°C de temperatura establecida, manteniéndose esta durante 21 días.

Para el inicio de la primera parte de la prueba, se emplearon Juveniles de *S. dumerili* con un peso medio de  $144,31 \pm 11,51$  g, mientras que la segunda parte de la prueba (ensayo de temperatura baja), se llevó a cabo con peces con un peso medio inicial de  $265,34 \pm 55,21$  g (peso medio obtenido en el muestro final de la 1ª parte del experimento). En cuanto a su origen, fueron peces enviados el día 23 de septiembre de 2022 desde la ULPGC (Las Palmas de gran Canaria, España) que fueron empleados previamente para la ejecución de la tarea 4.1.

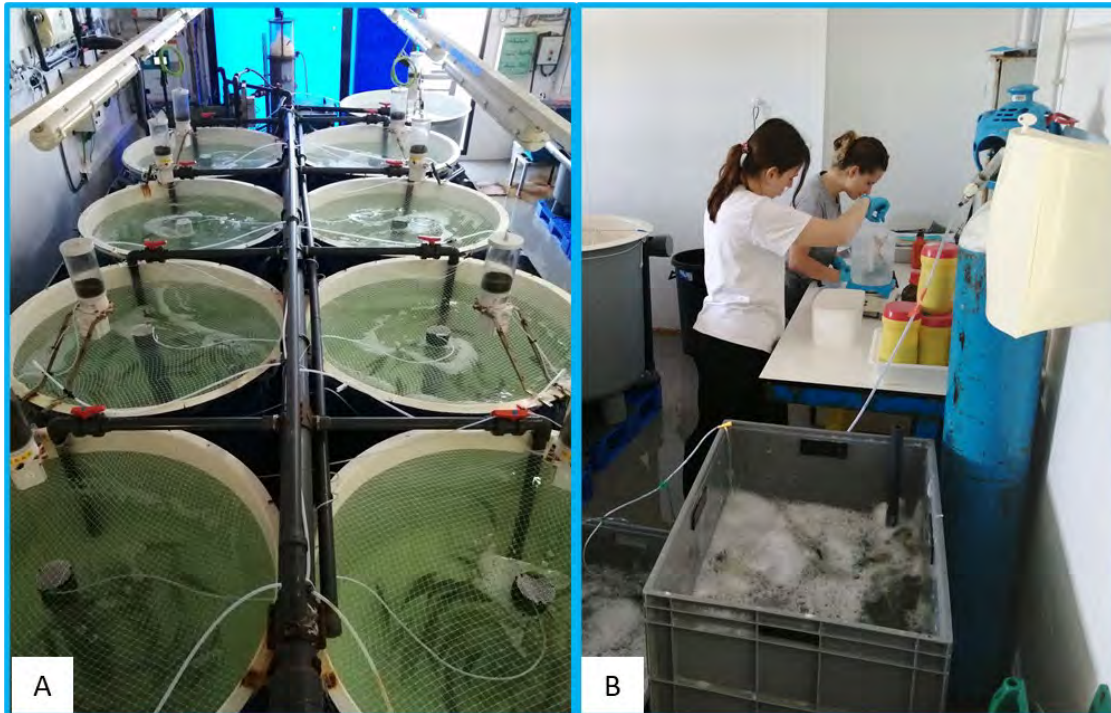
En relación a la alimentación, todos los peces fueron alimentados a mano y a saciedad aparente (*ad libitum*), si bien, en el caso de los peces pertenecientes al grupo control (CTRL), estos fueron alimentados mediante el empleo de pienso comercial (R-Europa, Skretting España S.A) de formulación y tamaño de pellet adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, durante los primeros 41 días de la prueba, se suministró el pienso R-3 Europa de 3 mm y a partir de ahí y hasta el final de la misma, el R-Europa de 5 mm. En el caso de los peces pertenecientes a los grupos experimentales (D1 y D2), estos recibieron la misma dieta comercial, del mismo tamaño de pellet, aunque en este caso se le agregó un aditivo natural con propiedades relajantes y antiestrés (RELAQUAX®, BEDSON ESPAÑA SL.) a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso y 2g de aditivo/kg de pienso, para el caso de la dieta D1 y D2 respectivamente.

La adición del compuesto al pienso se llevó a cabo mezclando en primer lugar el aditivo en aceite de pescado al 1% y una vez que la mezcla quedó totalmente homogénea, esta se adicionó al pienso quedando distribuida en la totalidad del pienso preparado. Para el cálculo del alimento total ingerido, diariamente se recuperó de cada una de los tanques la cantidad de pienso no consumido.

En lo que respecta a la configuración de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba, estos quedaron de la siguiente manera:

**Tabla 49.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 16 de marzo de 2023).  
Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D.

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa media (g)	Densidad media (kg/m <sup>3</sup> )
CTRL	1,4,7	60	$144,26 \pm 0,22$	$8.655,71 \pm 13,34$	$7,21 \pm 0,01$
D1	2,5,8	60	$144,52 \pm 0,37$	$8.671,02 \pm 22,05$	$7,23 \pm 0,02$
D2	3,6,9	60	$144,14 \pm 0,16$	$8.648,37 \pm 9,32$	$7,21 \pm 0,01$



**Foto 43.** Sistema RAS de 12 tanques de 1200 litros empleado para el ensayo. A) Vista aérea de los distintos tanques; B) Primer muestreo biométrico realizado durante su desarrollo.

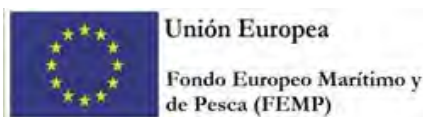
Durante la primera evaluación (densidad de cultivo subóptima), se realizaron un total de 3 muestreos biométricos llevados a cabo en un período de 68 días, en los que cada uno de los peces fueron pesados de manera individual para la evaluación posterior de los parámetros que definen el rendimiento productivo durante este periodo. En el último de ellos además se llevó a cabo un muestreo fisiológico, donde además de pesar a los individuos, se midió su longitud para el cálculo del índice de condición y se tomaron muestras de plasma, mucus y tejidos, de 4 animales por tanque, para su análisis fisiológico posterior relacionado con el bienestar animal (Toma de muestras y evaluación llevada a cabo por personal de la UCA).

En relación a la segunda evaluación (ensayo a temperatura de 14°C), se realizó un solo muestreo biométrico durante un periodo de 27 días, en el que además se llevó a cabo el análisis fisiológico de los peces pertenecientes a cada grupo de la misma manera descrita anteriormente.

Por otro lado, de forma complementaria al muestreo biométrico, se tomaron muestras de agua de cada una de las unidades de cultivo del sistema RAS, antes de la manipulación de los peces, para la medición posterior del cortisol liberado en los tanques, bajo las distintas condiciones ensayadas (análisis llevado a cabo por personal de la UCA). Cada muestra de agua recogida, fue rápidamente conservada a -20°C para su evaluación posterior. En total se tomaron 36 muestras de agua de los tanques del sistema RAS en el que se llevó a cabo el ensayo.

En cuanto a los resultados finales obtenidos de los diferentes parámetros productivos que fueron evaluados, a partir de los datos de peso y talla recogidos de cada uno de los individuos en las distintas biometrías que se realizaron.

Resultados obtenidos en la primera parte del ensayo de 68 días de duración (ensayo a temperatura de 22°C).



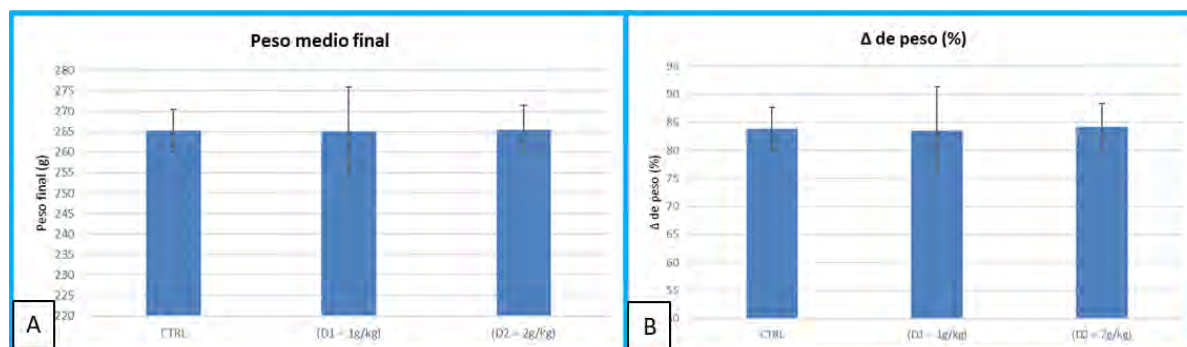
**Tabla 50.** Efecto de aditivo natural con propiedades relajantes y antiestrés (RELAQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S. dumerili* en 68 días de ensayo a 22°C de temperatura.

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor		
	CTRL	D1 (1g/kg)	D2 (2g/kg)	D1-CTRL	D2-CTRL	D2-D1
Peso inicial (g/pez)	144,26 ± 0,22	144,52 ± 0,37	144,14 ± 0,16	N/A	N/A	N/A
Peso final (g/pez)	265,25 ± 5,15	265,12 ± 10,86	265,53 ± 5,93	0,993	1	0,994
Δ peso (g/pez)	120,99 ± 5,32	120,60 ± 11,18	121,39 ± 5,96	0,998	0,998	0,992
Δ peso (%)	83,87 ± 3,79	83,46 ± 7,93	84,22 ± 4,16	0,996	0,997	0,985
SGR	0,90 ± 0,03	0,89 ± 0,06	0,90 ± 0,03	0,993	0,997	0,981
FCR	1,43 ± 0,07	1,51 ± 0,07	1,44 ± 0,06	0,404	0,983	0,488
Supervivencia (%)	95,56 ± 7,70	95,56 ± 3,85	97,22 ± 3,47	1,000	0,924	0,924

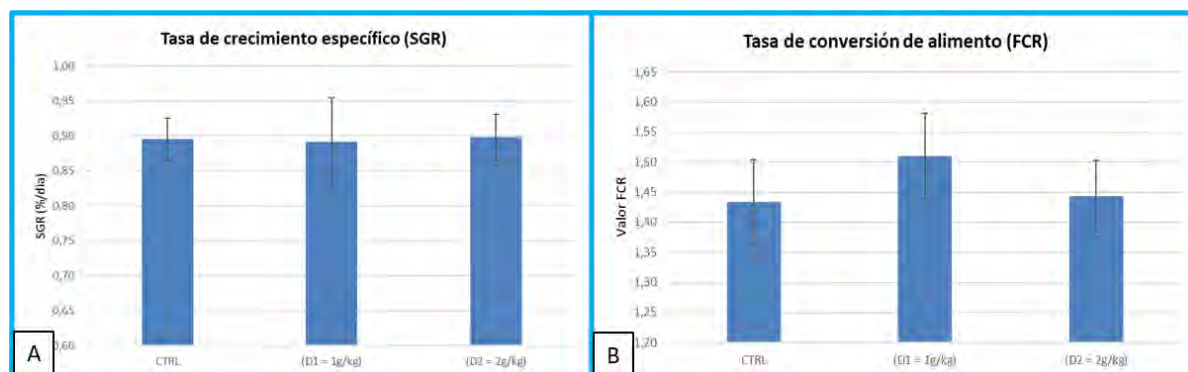
CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELAQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELAQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Ratio, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento (Feed Conversion Ratio, por sus siglas en inglés). Valores presentados como las medias de los triplicados ± S.D. Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0,05$ ).

Los datos que se muestran en la Tabla 2, indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para cada uno de los parámetros de rendimiento productivo evaluados. En relación a los valores obtenidos, estos fueron muy similares entre los distintos grupos (p-valor igual o próximo a 1).

Las figuras 57 y 58 representan los valores de peso final, incremento de peso, tasa de crecimiento específico (SGR), factor de conversión de alimento (FCR), tras la finalización de la primera parte de la prueba:



**Fig.57** Peso medio final (A) e incremento de peso en porcentaje (B) de los distintos grupos experimentales al final de la primera parte del ensayo (día 68). Valores presentados como las medias de los triplicados ± S.D. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELAQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELAQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso.



**Fig. 58** Tasa de crecimiento específico (A) y tasa de conversión de alimento (B) de los distintos grupos experimentales al final de la primera parte del ensayo (día 68). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso.

En cuanto a los resultados obtenidos en la segunda parte del ensayo de 27 días de duración (ensayo a temperatura de 14°C).

**Tabla 51.** Efecto de aditivo natural con propiedades relajantes y antiestrés (RELQUAX de BEDSON ESPAÑA S.L) sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S. dumerili* en 27 días de ensayo a 14°C de temperatura.

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor		
	CTRL	D1 (1g/kg)	D2 (2g/kg)	D1-CTRL	D2-CTRL	D2-D1
Peso inicial (g/pez)	265,25 $\pm$ 5,15	265,12 $\pm$ 10,86	265,53 $\pm$ 5,93	0,674	0,867	0,937
Peso final (g/pez)	297,10 $\pm$ 13,59	303,36 $\pm$ 3,63	301,30 $\pm$ 7,89	0,608	0,822	0,923
$\Delta$ peso (g/pez)	31,85 $\pm$ 9,31	38,24 $\pm$ 7,24	35,77 $\pm$ 6,91	0,608	0,822	0,923
$\Delta$ peso (%)	11,98 $\pm$ 3,38	14,51 $\pm$ 3,25	13,48 $\pm$ 2,70	0,606	0,830	0,915
SGR	0,42 $\pm$ 0,11	0,50 $\pm$ 0,11	0,47 $\pm$ 0,09	0,607	0,827	0,918
FCR	1,49 $\pm$ 0,44	1,18 $\pm$ 0,19	1,29 $\pm$ 0,23	0,607	0,827	0,918
Factor de condición (K)	2,14 $\pm$ 0,01	2,12 $\pm$ 0,02	2,13 $\pm$ 0,09	0,892	0,987	0,949
Supervivencia (%)	89,02 $\pm$ 2,04	91,83 $\pm$ 5,51	91,99 $\pm$ 1,11	0,606	0,574	0,998

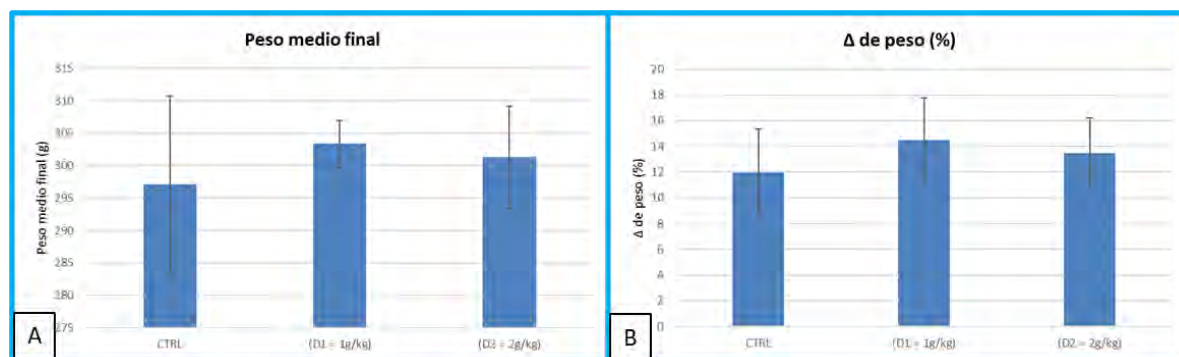
CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Ratio, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento (Feed Conversion Ratio, por sus siglas en inglés). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas ( $P > 0,05$ ).

Los datos que se muestran en la Tabla 3, nuevamente indican la ausencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos para cada uno de los parámetros de rendimiento

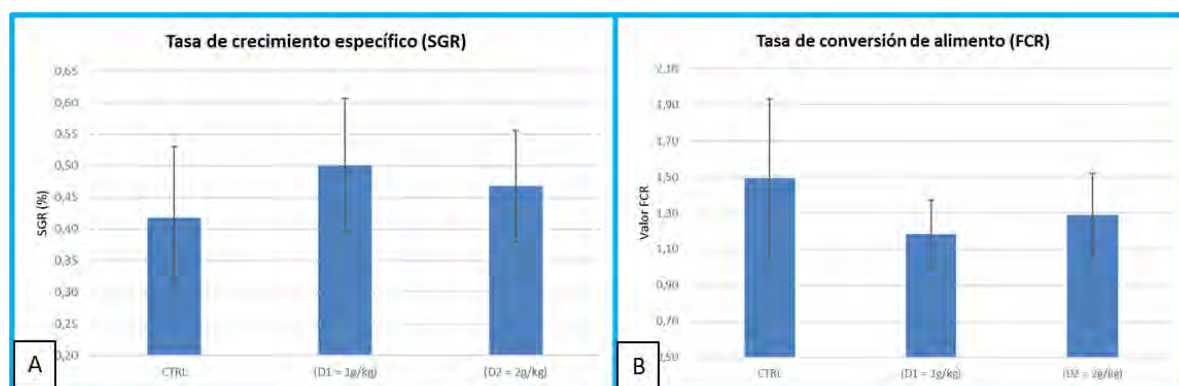


productivo evaluados. En relación a los valores obtenidos, estos fueron muy similares entre los distintos grupos ( $p$ -valor con valores próximos a 1).

Las figuras 59, 60 y 61 representan los valores de peso final, incremento de peso, tasa de crecimiento específico (SGR), factor de conversión de alimento (FCR), factor de condición de Fulton (K) y porcentaje de supervivencia obtenidos tras la finalización de la segunda parte de la prueba:

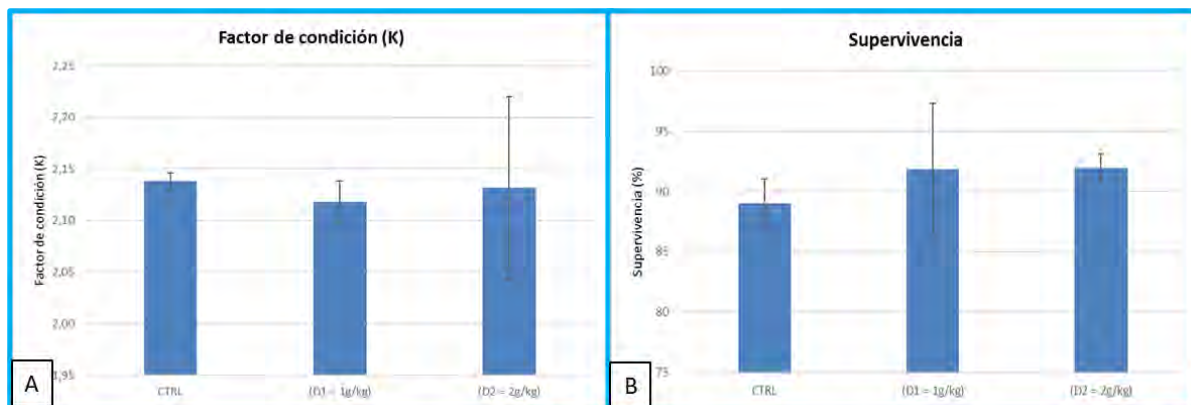
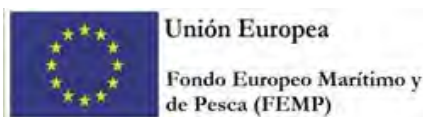


**Fig.59** Peso medio final (A) e incremento de peso en porcentaje (B) de los distintos grupos experimentales al final de la segunda parte del ensayo (día 95). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso.



**Fig.60** Tasa de crecimiento específico (A) y tasa de conversión de alimento (B) de los distintos grupos experimentales al final de la segunda parte del ensayo (día 95). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso.





**Fig.61** Factor de condición (A) y Supervivencia (B) de los distintos grupos experimentales al final de la segunda parte del ensayo (día 95). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 1g de aditivo/kg de pienso; D2 = grupo alimentado con RELQUAX a una concentración de 2g de aditivo/kg de pienso.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos a partir de las distintas biometrías realizadas, se puede afirmar que el empleo de este aditivo con propiedades relajantes y antiestrés en el alimento (RELQUAX, BEDSON ESPAÑA S.L) no tiene un efecto significativo en el crecimiento de juveniles de esta especie bajo las condiciones ensayadas (densidad de cultivo subóptima y estrés térmico por temperatura baja) y dosis de aditivo suministrado (0,1% y 0,2%).

#### **Tarea 4.3. Validación de dietas de alta digestibilidad durante el pre-engorde/engorde (<500 g) bajo diferentes densidades de carga en RAS (Líder: UCA). Pendiente**

**Entidades participantes: UCA, CTAQUA, UPV**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados**

#### **Resultados obtenidos (UCA)**

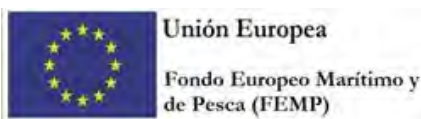
El objetivo del ensayo experimental realizado se basa en “Evaluar el posible uso de dietas formuladas a partir de ingredientes de alta digestibilidad durante el proceso de pre-engorde/engorde de *Seriola dumerili* en sistemas RAS”.

#### **Metodología**

##### **1. Descripción del Ensayo Experimental**

El ensayo se desarrolló durante un período de 96 días, llevándose a cabo mediante el empleo de tres grupos experimentales por triplicado (tres tanques por condición experimental) que fueron sometidos a una misma densidad de cultivo inicial ( $4,14 \pm 0,01 \text{ kg/m}^3$ ) y alimentados mediante dos dietas de alta digestibilidad diferentes, diseñadas por la UPV en base a los resultados obtenidos en la Actividad 3, frente a un grupo control que fue alimentado con una dieta comercial. En concreto, cada uno de los grupos quedaron de la siguiente manera:

- ✓ Grupo CTRL alimentado con pienso comercial (R-Europa, Skretting España S.A)
- ✓ Grupo D1 alimentado con la dieta de alta digestibilidad formula 1
- ✓ Grupo D2 alimentado con la dieta de alta digestibilidad formula 2



## 2. Sistema experimental

Para la realización de la prueba, se dispuso de las instalaciones de CTAQUA (El Puerto de Santa María, Cádiz) que cuenta con una sala húmeda diseñada específicamente para el desarrollo de pruebas de diversificación de especies. En concreto, se empleó un sistema de recirculación (RAS), seleccionado en base a las especificaciones de la prueba.

### Características del Sistema de Recirculación (RAS) empleado D-400

- Sistema RAS compuesto por 12 tanques de 400L
- 5-10 % renovación diaria (función de la calidad del agua)
- Biofiltro de lecho fluido
- Filtración mecánica mediante empleo de filtro de tambor
- Skimmer de proteínas
- Esterilización ultravioleta
- Sistema autónomo de monitoreo y control de parámetros de cultivo *Miranda*<sup>®</sup>: O<sub>2</sub>, T, pH, S (‰).

## 3. Ejemplares empleados

Se emplearon juveniles de *Seriola dumerili* con un peso medio de 55,14 ± 12,15 g que fueron recibidos el día 21 de junio de 2023 desde FUTUNA BLUE ESPAÑA, S.L. (Empresa productora de *Seriola dumerili* colaboradora en el proyecto).

## 4. Grupos experimental

Para este ensayo, se emplearon un total de 270 peces (30 peces por tanque) con un peso medio inicial de 55,14 ± 12,15g que fueron estabulados de manera aleatoria en 9 tanques circulares de 400 litros.

Por tanto, cada una de las unidades de cultivo pertenecientes a cada grupo experimental, quedaron conformadas de la siguiente manera:

- ✓ Los tanques del grupo CTRL (tanques 4, 7 y 10) se sembraron con 30 peces y una densidad inicial de 4,14 ± 0,01 kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ Los tanques del grupo D1 (tanques 5, 8 y 11) se sembraron con 30 peces y una densidad inicial de 4,13 ± 0,02 kg/m<sup>3</sup>.
- ✓ Los tanques del grupo D2 (tanques 6, 9 y 12) se sembraron con 30 peces y una densidad inicial de 4,14 ± 0,01 kg/m<sup>3</sup>.

En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 52.** Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	Fotoperiodo (L/D)
>5,5	22 ± 1	7,8 ± 0,3	37 ± 0,2	Natural

## 5. Alimentación

En relación a la alimentación, todos los peces fueron alimentados a mano y a saciedad aparente (*ad libitum*).

En el caso de los peces pertenecientes al grupo control (CTRL), estos fueron alimentados mediante el empleo de pienso comercial (Gemma Silk y R-Europa, Skretting España S.A) de formulación y tamaño de pellet adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, durante los primeros 20 días de la prueba, se suministró el pienso Gemma Silk de 1,8 mm y a partir de ahí y hasta el final de la misma, el R-Europa de 3 mm.

En el caso de los peces pertenecientes a los grupos experimentales, estos fueron alimentados de la misma manera, a partir de formulaciones realizadas *ex profeso* por los socios de la UPV. Dichas dietas se basaron en una formulación que contenía un 50% de proteína y 14 % de lípidos (D1), mientras que el grupo D2 recibió una dieta que contenía un 55% de proteína y 14 % de lípidos.



**Foto 44.** Vista aérea de los tanques empleados en el ensayo. A) Tanque 11 perteneciente al grupo alimentado con dieta de alta digestibilidad D1; B) Tanque 10 perteneciente al grupo CTRL alimentado mediante dieta comercial.

En la Tabla 53, se muestran los distintos ingredientes empleados en cada dieta y su concentración. Para el cálculo del alimento total ingerido, diariamente se recuperó de cada una de los tanques la cantidad de pienso no consumido, registrando por lo tanto la ingesta real diaria.

		D1	D2
Ingrediente (g) / kg de dieta	Harina de pescado	300	300
	Trigo	180	95
	Proteína concentrada de soja	178	191
	Gluten de trigo	170	240
	Aceite de pescado	25	25
	Aceite de soja	77	79
	Maltodextrina	50	50
	Fosfato bicálcico	10	10
	Complejo vitamínico-mineral	10	10
Co m	PB (%)	50,5	56,4



	PD (%)	45	50
	GB (%)	14	14
	CHO (%)	30,7	25,4
	CE (%)	8,1	8,3

**Tabla 53.** Composición de las dietas experimentales empleadas para los grupos D1 y D2. PB: proteína bruta; PD: proteína digestible; GB: grasa bruta; GD: grasa digestible; CHO: carbohidratos y CE: cenizas.

## 6. Muestreos

Previamente a la formación de los grupos experimentales se llevó a cabo un muestreo de la población para poder estimar peso medio y establecer su desviación estándar, lo que permitió la distribución de los peces entre los distintos tanques, de la manera más homogénea posible en relación a su peso. El coeficiente de variación obtenido para los distintos tanques estuvo entre 0,21 y 0,24. En relación a la medida del peso húmedo de los peces, esta se llevó a cabo de manera individual.

**Tabla54.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 6 de julio de 2023).

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa (g)	Densidad (kg/m3)
CTRL	4,7,10	30	55,2 ± 0,17	1.655,7 ± 5,13	4,14 ± 0,01
D1	5,8,11	30	55,1 ± 0,22	1.653,3 ± 6,52	4,13 ± 0,02
D2	6,9,12	30	55,1 ± 0,07	1.654,1 ± 2,00	4,14 ± 0,01

Durante la prueba se realizaron un total de cuatro muestreos biométricos, siendo el último de ellos, un muestreo en el que además de la medida del peso y longitud individuos, se sacrificaron 4 peces por tanque para la evaluación *ex vivo* de la salud e integridad intestinal de los peces mediante técnicas de electrofisiología llevado a cabo en colaboración con el Dr. Juan Fuentes (Centro de Ciências do Mar de la Universidade do Algarve, Portugal).



**Foto 45.** Muestreo biométrico llevado a cabo al final del ensayo. A) Extracción de peces del tanque de anestesiado; B) Medida de la longitud de los ejemplares.

En este muestreo final, se midió su longitud para el cálculo del índice de condición y se tomaron muestras de plasma, mucus y tejidos, de 4 animales por tanque, para su análisis fisiológico posterior relacionado con el bienestar animal (Toma de muestras y evaluación llevada a cabo por personal de la UCA).

De igual manera a lo establecido para la formación de los grupos experimentales, en todos los muestreos, la medición del peso de los ejemplares se hizo de manera individual.

### 7. Parámetros biométricos y zootécnicos evaluados

Con los datos biométricos recogidos en el primer muestreo y el cálculo del pienso consumido, llevamos a cabo la evaluación de los siguientes parámetros relacionados con el rendimiento productivo:

#### ✓ Supervivencia (%)

$$SP (\%) = (N_f \text{ individuos}) / (N_i \text{ individuos}) \times 100$$

$N_f$  individuos: Número de individuos a la finalización de la prueba

$N_i$

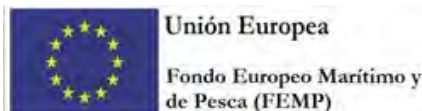
individuos: Número de individuos al comienzo de la prueba

#### ✓ Incremento de peso (% y g/pez)

$$\Delta P (\%) = (P_f - P_i) / P_i \times 100$$

$$\Delta P (\text{g/pez}) = P_f - P_i$$





Pf: Peso húmedo final (g)

Pi: Peso húmedo inicial (g)

✓ **Tasa específica de crecimiento (SGR)**

$$\text{SGR}(\%/día) = (\ln(Pf) - \ln(Pi))/t \times 100$$

Pf: Peso húmedo final (g)

Pi: Peso húmedo inicial (g)

t: Tiempo (días) de duración de la experiencia

✓ **Factor de conversión del alimento (FCR)**

$$\text{FCR} = (\text{Alimento total ingerido(g)})/(\text{Ganancia de peso (g)})$$

Alimento total ingerido (g): Alimento total suministrado (g) – Alimento total recuperado (g)

Ganancia de peso (g): incremento de peso (g) en el periodo de tiempo evaluado

✓ **Factor de condición (K)**

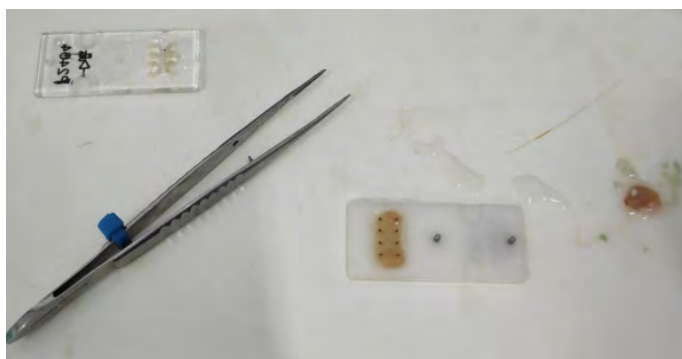
$$K = (Pf (g))/(Lf^3 (cm)) \times 100$$

Pf: Peso húmedo final (g)

Lf: Longitud furcal final (cm)

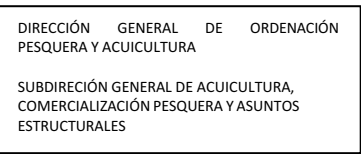
## 8. Parámetros fisiológicos evaluados

A partir de las muestras de intestino tomadas de animales sacrificados con fines de caracterización electrofisiológica fueron aisladas, abiertas longitudinalmente y lavadas con solución basolateral de composición química/iónica similar a la del plasma de la especie. Posteriormente los tejidos fueron montados en un inserto de 0,25 cm<sup>2</sup>, el cual sirvió para separar/aislar como membrana semipermeable a los dos compartimentos de las cámaras de Ussing, conteniendo 2 mL de una solución salina fisiológica basolateral (Foto 46).



**Foto 46** Tejido epitelial intestinal colocado en una de las caras del inserto donde se fija el epitelio para su posterior introducción en las cámaras de Ussing.

Durante el ensayo, el tejido fue aireado bilateralmente con una mezcla de gas compuesta por 0,3% de CO<sub>2</sub> + 99,7% de O<sub>2</sub> y mantenido a una temperatura constante de 22 °C para asemejar el ensayo *ex vivo* a las condiciones *in vivo* de cultivo. El potencial transepitelial (Vt, en mV) fue referenciado como



el lado de mucosa apical y la corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ , en  $\mu A/cm^2$ ) fue monitorizada manteniendo el voltaje del epitelio a 0 mV y expresado como negativo para la absorción de iones.

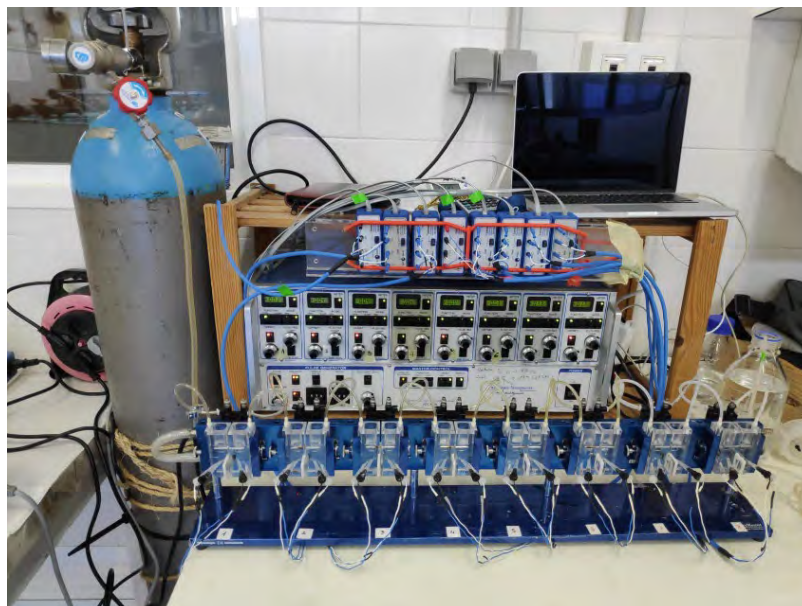
La resistencia epitelial ( $R_t$ , en  $\Omega/cm^2$ ) fue calculado de acuerdo con la expresión:

$$\text{Ley de Ohm: } R = \left[ \frac{\text{potencial transepitelial } (V_t)}{\text{corriente de cortocircuito } (I_{sc})} \right]$$

Para el cálculo de la resistencia epitelial se usaron interferencias de corriente inducidas por pulsos de  $\pm 1$  mV sostenidos durante 3 segundos por minuto. Todos los parámetros bioeléctricos de cada tejido fueron monitorizados por medio de electrodos Ag/AgCl conectados a cada lado de las cámaras de Ussing con un registro de datos en continuo durante 90 minutos tras lograr la estabilidad de cada uno de los tejidos, 30-40 minutos después del montaje en las cámaras. La corriente de cortocircuito y los pulsos fueron representados mediante el uso de un amplificador DVC1000 (World Precision Instruments, Sarasota, USA) y almacenadas en un PC usando un sistema de adquisición de datos (LabTrax, World Precision Instruments, Sarasota, EE.UU.) (Foto 47).

### 9. Análisis estadístico

Para el análisis de resultados se han empleado los programas estadísticos R (versión 2.7) y GraphPad Prism (versión 8). Todos los grupos experimentales han sido comparados mediante el análisis de la varianza (ANOVA de una vía) para determinar la existencia de diferencias significativas entre las medias de los parámetros evaluados ( $p < 0.05$ ). Las diferencias significativas entre las medias se analizaron dos a dos mediante la prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Se verificó la normalidad de las distribuciones mediante el test de Shapiro-Wilk y homogeneidad de las varianzas mediante el test de Bartlett ( $p < 0.05$ ). En caso de que los datos no cumplieren los supuestos de normalidad y/o homocedasticidad, las medias se compararon mediante el test no paramétrico de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).



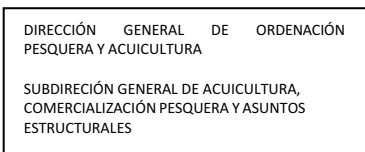
**Figura 47.** Equipo de electrofisiología portátil que se usó en este estudio, conectado a 8 cámaras de Ussing para la medición de los diferenciales de potencial a través de los tejidos intestinales que separan dos cámaras con la misma solución salina.

### Resultados obtenidos

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los diferentes parámetros productivos que fueron evaluados durante el ensayo de 95 días de duración, a partir de los datos de peso y talla recogidos de cada uno de los individuos, en los distintos muestreos biométricos que se realizaron.

**Tabla 55.** Efecto del empleo de dietas de alta digestibilidad sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S. dumerili* en 96 días de ensayo a 22°C de temperatura.

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor		
	CTRL	D1	D2	D1-CTRL	D2-CTRL	D2-D1
Peso inicial (g/pez)	55,19 ± 0,17	55,11 ± 0,22	55,14 ± 0,07	N/A	N/A	N/A
Peso final (g/pez)	256,49 ± 3,24 <sup>a</sup>	176,52 ± 11,38 <sup>b</sup>	186,46 ± 11,10 <sup>b</sup>	< 0,0001	< 0,0001	0,384
Δ peso (g/pez)	201,30 ± 3,32 <sup>a</sup>	121,41 ± 11,17 <sup>b</sup>	131,32 ± 11,14 <sup>b</sup>	< 0,001	< 0,001	0,444
Δ peso (%)	364,76 ±	220,26 ±	238,19 ±	<	<	0,438



	6,66 <sup>a</sup>	19,40 <sup>b</sup>	20,35 <sup>b</sup>	0,001	0,001	
SGR	1,60 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,21 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,06 <sup>b</sup>	< 0,001	< 0,001	0,421
FCR	1,45 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,85 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,63 ± 0,13 <sup>ab</sup>	0,0043	0,1184	0,0599
Factor de condición (K)	1,99 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,74 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,0020 3	0,0055 3	0,62431
Supervivencia (%)	92,22 ± 6,94	93,33 ± 3,33	94,44 ± 1,92	0,953	0,828	0,953

CTRL = grupo CTRL alimentado con dieta comercial; D1 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Ratio, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento (Feed Conversion Ratio, por sus siglas en inglés). Valores presentados como las medias de los triplicados ± S.D. Valores con diferentes superíndices, indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos (P<0,05). Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas.

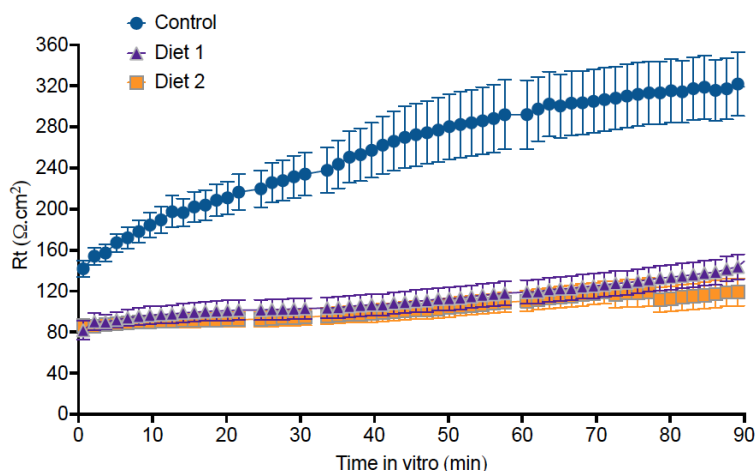
Los datos que se muestran en la Tabla 4, indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, principalmente entre el CTRL y los peces alimentados con las dietas experimentales D1 y D2, en lo relativo a los valores medios observados para las variables peso final, incremento de peso, SGR, FCR y factor de condición (K), no encontrándose diferencias significativas en relación al porcentaje de supervivencia.

Es importante mencionar el hecho de que, si bien durante la mayor parte del experimento los peces aceptaban las dietas experimentales suministradas (D1 y D2), mostrando un comportamiento y una tasa de ingestión de alimento similar a la de los peces estabulados en los tanques correspondientes al grupo control, a partir del segundo período se comenzó a observar una reducción de su consumo, el cual fue en aumento progresivamente hasta que a partir del día 18 de septiembre (aproximadamente una semana después del tercer muestreo biométrico) la mayoría de los peces pertenecientes a los grupos experimentales cesaron prácticamente en su totalidad la ingesta de alimento. Además, los peces de estos grupos experimentales durante los dos últimos períodos presentaban síntomas de estrés, mostrando una coloración muy oscura, tonos apagados, producción de altas cantidades de mucus, bombeo del opérculo para el aumento de la circulación de agua a través de las branquias o agitación; estos síntomas fueron progresivamente en aumento hasta el final de la prueba.

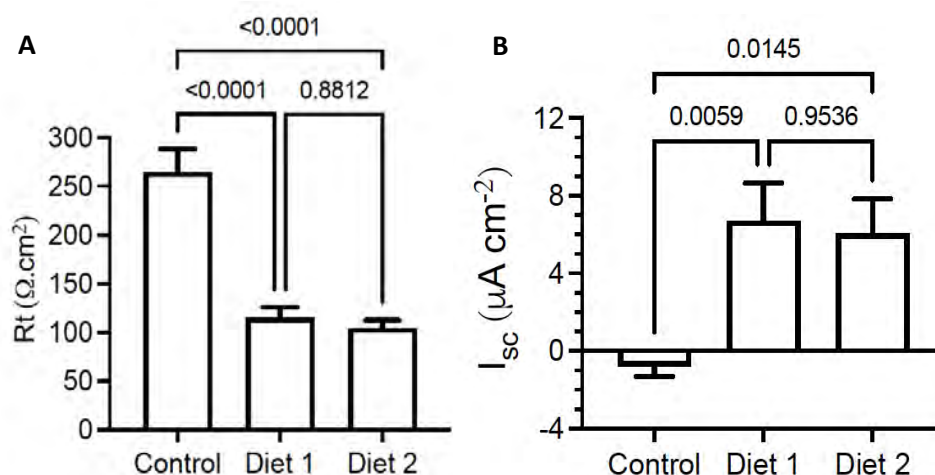
Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los distintos parámetros de crecimiento a partir de las distintas biometrías realizadas, se puede afirmar que el empleo de estas dietas de alta digestibilidad (dieta D1 y dieta D2), tienen un efecto negativo en el crecimiento de juveniles de esta especie bajo las condiciones ensayadas, no existiendo diferencias significativas en los valores obtenidos para los dos grupos correspondientes a ambas dietas experimentales.

Durante el muestreo final, además de los datos de crecimiento, se obtuvieron muestras de diversos tejidos para estudiar el impacto metabólico de las tres dietas experimentales, los cuales se encuentran en la actualidad en fase de realización. De igual modo, se han realizado las extracciones de cortisol en muestras de agua de cada uno de los periodos de muestreo biométrico realizados cada 3 semanas, estando a la espera de concluir los análisis ELISA para la determinación de los niveles de esta hormona en las tres matrices de estudio (plasma, mucus y agua de cultivo), y realizar posteriormente las posibles correlaciones entre ellas.

En relación a la fisiología y salud intestinal, a continuación se muestran los resultados obtenidos al término del ensayo de alimentación.



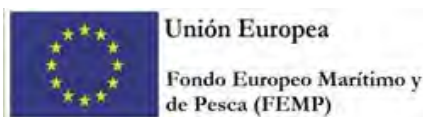
**Fig. 62.** Evolución de la resistencia transepitelial ( $R_t$ ) en ejemplares de *Seriola dumerili* alimentados durante 96 días con diferentes dietas experimentales. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM ( $n=12$  ejemplares por grupo) en registros obtenidos cada minuto del experimento *ex vivo* durante 90 minutos desde su montaje en cámaras de Ussing. Diet 1 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; Diet 2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2.



**Fig. 63.** Resultados de la resistencia transepitelial ( $R_t$ ), y B: Corriente de cortocircuito ( $I_{sc}$ ) en ejemplares de *Seriola dumerili* alimentados durante 96 días con diferentes dietas experimentales. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM ( $n=12$  ejemplares por grupo). Valores de  $p$ -valor  $<0,05$  resultantes del análisis ANOVA de una vía representan diferencias estadísticamente significativas entre grupos experimentales.

La resistencia transepitelial proporciona la lectura estándar para la función de la barrera intestinal, relativa a la integridad y la selectividad de la misma. Nuestros resultados indican que las dietas experimentales formuladas a partir de los ingredientes y proporciones aportados en la Tabla 2 modulan claramente su funcionalidad, siendo mayores los valores registrados para el grupo control ya desde el momento inicial del ensayo realizado *ex vivo*. Estos resultados, además, son mucho más





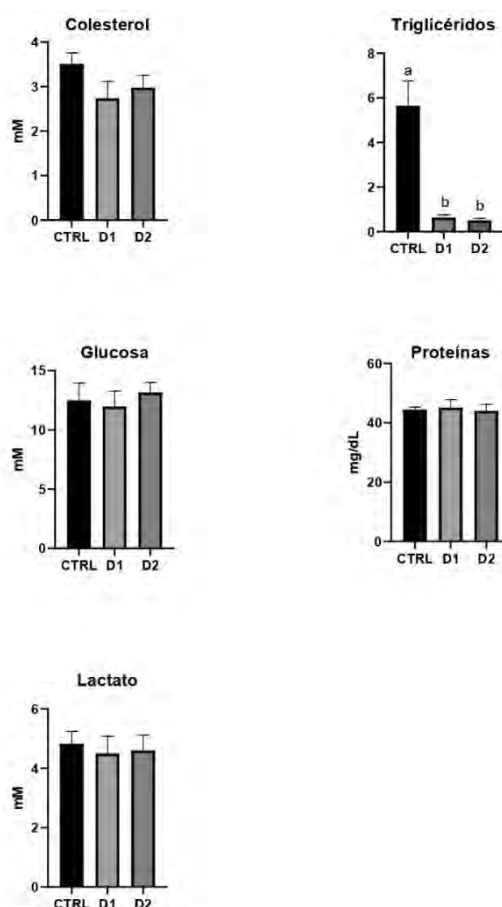
significativos al término del ensayo *ex vivo* tras 90 minutos de registro, con unos efectos claramente de disminución de la función intestinal en relación a las variaciones observadas en las mediciones de integridad/permeabilidad solo. Curiosamente, las formulaciones de ambas dietas experimentales D1 y D2 también evocan cambios importantes en la corriente de cortocircuito epitelial ( $I_{sc}$ , Figura 2.B), con niveles que significativamente llegan a cambiar el sentido de este parámetro. Así, esta corriente de cortocircuito, que representa el tráfico y movimiento de iones y partículas cargadas entre ambos lados del epitelio (cara apical y basolateral del intestino), cuando existen cambios de signo entre grupos se representa por convenio de la forma en la que valores de  $I_{sc} < 0$  indicarían epitelios que se encuentran realizando una acción fisiológica de absorción (de nutrientes e iones), mientras que valores de  $I_{sc} > 0$  indicarían una acción de secreción, o dicha en otras palabras, una situación diarreica en donde los nutrientes están circulando desde la sangre (cara basolateral) al lumen (cara apical) del intestino. Por tanto, los resultados obtenidos muestran cambios en la funcionalidad intestinal que, unido a la baja  $R_t$  (integridad epitelial) y a los menores rendimientos productivos, sugieren que ambas dietas no cumplen con los requerimientos nutricionales óptimos para la especie, al menos bajo las condiciones ensayadas.

### 3.3. Metabolismo intermediario

Con respecto al análisis bioquímico de las muestras biológicas analizadas, es decir, plasma, hígado y músculo, a continuación, se muestran los resultados obtenidos.

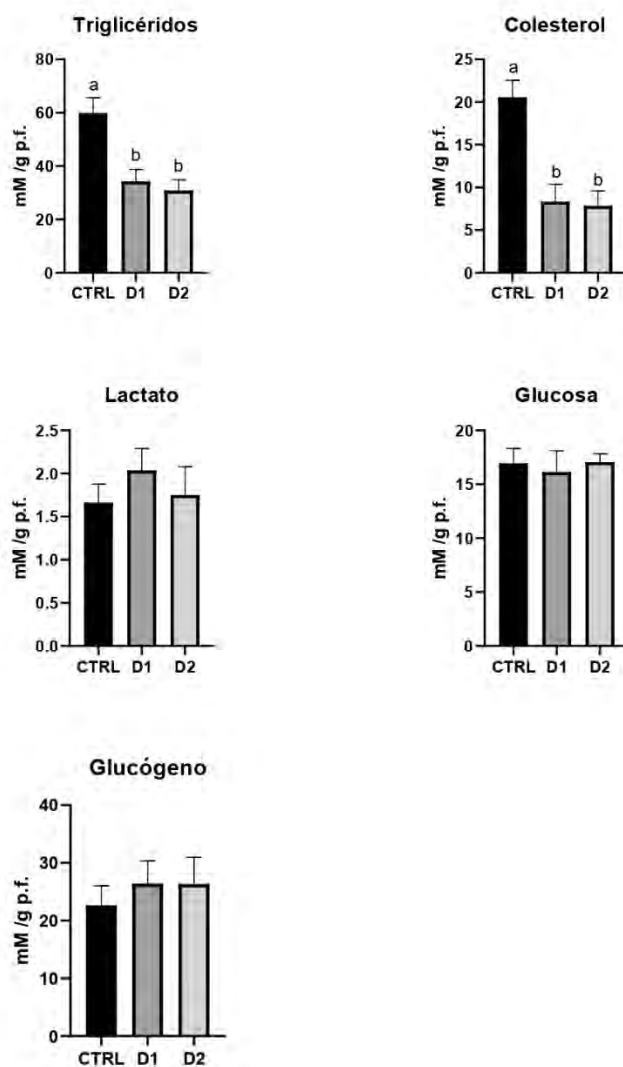
Los valores que se muestran en la Figura 64, reflejan la ausencia de diferencias significativas en muestras de plasma entre los grupos para los metabolitos evaluados, excepto en el caso de los triglicéridos, cuyos valores se muestran menores en ambas dietas experimentales (D1 y D2) en comparación con aquellos valores en el plasma de los peces alimentados con la dieta control (CTRL).

**Fig. 64.** Niveles plasmáticos de triglicéridos, colesterol, glucosa, proteínas y lactato en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 96 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas experimentales formuladas con ingredientes de alta digestibilidad: D1 y D2. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales ( $n=12$ ). La presencia de letras (a, b) sobre las barras denota la existencia de diferencias estadísticamente significativas para un  $p$ -valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.



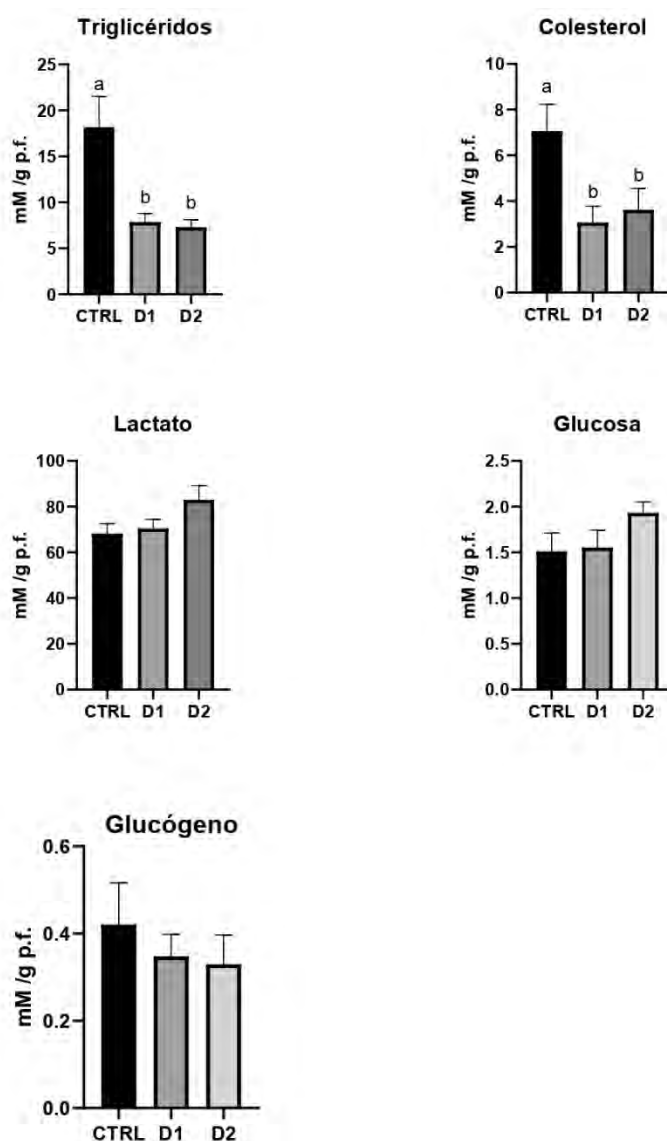
Con respecto a los valores obtenidos en las muestras de hígado (Fig. 65), se observa un patrón bioquímico similar al mostrado en plasma, caracterizado por la ausencia de diferencias significativas en lactato, glucosa y glucógeno entre los grupos de peces. Sin embargo, en este caso si se observan diferencias significativas en los niveles de colesterol y triglicéridos cuyos valores, de manera similar a

lo observado para los triglicéridos en plasma, se muestran menores aquellos peces alimentados con ambas dietas experimentales (D1 y D2) en comparación con los peces alimentados con la dieta control (CTRL).



**Figura 65.** Niveles hepáticos de triglicéridos, colesterol, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 96 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas experimentales formuladas con ingredientes de alta digestibilidad: D1 y D2. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La presencia de letras (a, b) sobre las barras denota la existencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

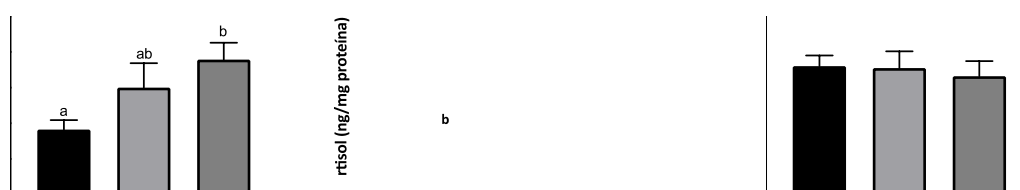
En el músculo (Fig. 66), de manera similar a lo observado en el hígado, se observa una reducción en los valores de triglicéridos y colesterol en aquellos peces alimentados con ambas dietas experimentales, con respecto a la dieta control. Igualmente, no se observan diferencias significativas para el resto de los metabolitos analizados.



**Figura 66.** Niveles musculares de triglicéridos, colesterol, lactato, glucosa y glucógeno en juveniles de *Seriola dumerili* cultivados durante 96 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas experimentales formuladas con ingredientes de alta digestibilidad: D1 y D2. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La presencia de letras (a, b) sobre las barras denota la existencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor  $< 0,05$  resultante del análisis ANOVA de una vía.

### 3.4. Medición y correlación de cortisol en diferentes matrices

Finalmente, el análisis de cortisol realizado en muestras de plasma, mucus y agua de cada uno de los tanques de cultivo de muestran en la Figura 67. Los resultados muestran la existencia de un aumento significativo de esta hormona en los ejemplares alimentados con ambas dietas experimentales, siendo mayores en aquellos que consumieron la dieta D2. Por su parte, estos valores no se reflejan en los niveles detectados en mucus de la piel ni en el agua del cultivo, sugiriendo la idea de que antes de 96 días de experimentación el sistema ha llegado a un estado homeostático en donde los efectos fisiológicos se reflejan en el medio interno, con un balance entre la producción y acción en los tejidos que lo requieran, y su expulsión al medio externo por exceso o necesidad de eliminación.

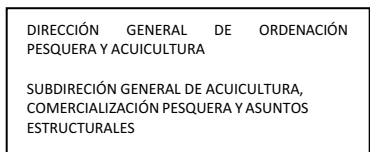
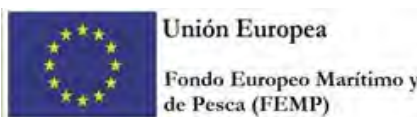


**Fig. 67.** Niveles de cortisol en plasma, mucus y agua de cultivo de juveniles de *Seriola dumerili* mantenidos durante 96 días a 22°C y alimentados con una dieta control (CTRL) y dos dietas experimentales formuladas con ingredientes de alta digestibilidad: D1 y D2. Los resultados se expresan como el promedio  $\pm$  EEM de cada uno de los grupos experimentales (n=12). La presencia de letras (a, b) sobre las barras denota la existencia de diferencias estadísticamente significativas para un p-valor < 0,05 resultante del análisis ANOVA de una vía.

De esta forma, el análisis preliminar de los resultados obtenidos parece indicar la no idoneidad de las dietas experimentales, ambas formuladas aparentemente con ingredientes altamente digestibles, aunque primando aquellos componentes de origen vegetal en detrimento de las harinas y aceites de pescado, para la fase de preengorde/engorde de juveniles de *S. dumerili*. Esto podría deberse a que ambas dietas, formuladas con altos porcentajes de aceites vegetales, no proporcionan unos niveles óptimos de lípidos, ya sea en cantidad y/o calidad, para afrontar la alta demanda energética de esta especie pelágica y de naturaleza carnívora. Esto se ve reflejado en la reducción a nivel tisular de las formas lipídicas de reserva analizadas, es decir, triglicéridos y colesterol, observada en aquellos peces alimentados con ambas dietas experimentales D1 y D2. Además, los resultados en cuanto a detrimento del bienestar animal, metabolismo, crecimiento y salud intestinal queda perfectamente reflejado a nivel fenotípico al mostrar los ejemplares cultivados con ambas dietas D1 y D2 coloraciones altamente oscuras y aspecto muy diferente a aquellas del grupo control (Foto 48).



**Foto 48.** Fotografías de ejemplares de *S. dumerili* alimentados con diferentes dietas experimentales a tiempo final de la experiencia.



## Resultados obtenidos (CTAQUA)

### Descripción de las tareas y trabajos realizados:

El objetivo de este ensayo, fue evaluar el efecto que provoca en juveniles de *Seriola dumerili*, el empleo de una dieta de alta digestibilidad con una fórmula específica para RAS desarrollada en el marco del proyecto PLANASER que busca la minimización de los desechos y maximizar el crecimiento y eficiencia nutritiva. Para ello se colaboró con la UPV para la formulación y preparación de una dieta experimental con el fin de evaluar parámetros de rendimiento de cultivo y bienestar animal tras su aplicación durante el cultivo en sistema RAS en la etapa de preengorde a una densidad de cultivo óptima

El ensayo completo se desarrolló durante un período de 96 días en las instalaciones RAS de Ctaqua. Para ello se emplearon tres grupos experimentales por triplicado (tres tanques por condición experimental), que fueron sometidos a una misma densidad de cultivo inicial ( $4,14 \pm 0,01 \text{ kg/m}^3$ ) y alimentados mediante dos dietas de alta digestibilidad diferentes diseñadas por la UPV en base a los resultados obtenidos en la actividad 3 frente a un grupo que fue alimentado con una dieta comercial (Grupo CTRL alimentado con pienso comercial - R-Europa, Skretting España S.A; Grupo D1 alimentado con la dieta de alta digestibilidad fórmula 1; Grupo D2 alimentado con la dieta de alta digestibilidad fórmula 2)

Para su realización se dispuso de juveniles de *Seriola dumerili* que fueron recibidos el día 21 de junio de 2023 desde FUTUNA BLUE ESPAÑA, S.L (Empresa productora de *Seriola dumerili* que ha colaborado en el proyecto).

En relación a las condiciones de estabulación y a la configuración de los distintos grupos experimentales, para este ensayo, se emplearon un total de 270 peces (30 peces por tanque) con un peso medio inicial de  $55,14 \pm 12,15\text{g}$ . que fueron estabulados de manera aleatoria en 9 tanques circulares de 400 litros.

En concreto, cada una de las unidades de cultivo pertenecientes a cada grupo experimental, quedaron conformadas de la siguiente manera:

**Tabla 56.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 12 de diciembre de 2022). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D.

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa (g)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
CTRL	4,7,10	30	$55,2 \pm 0,17$	$1.655,7 \pm 5,13$	$4,14 \pm 0,01$
D1	5,8,11	30	$55,1 \pm 0,22$	$1.653,3 \pm 6,52$	$4,13 \pm 0,02$
D2	6,9,12	30	$55,1 \pm 0,07$	$1.654,1 \pm 2$	$4,14 \pm 0,01$



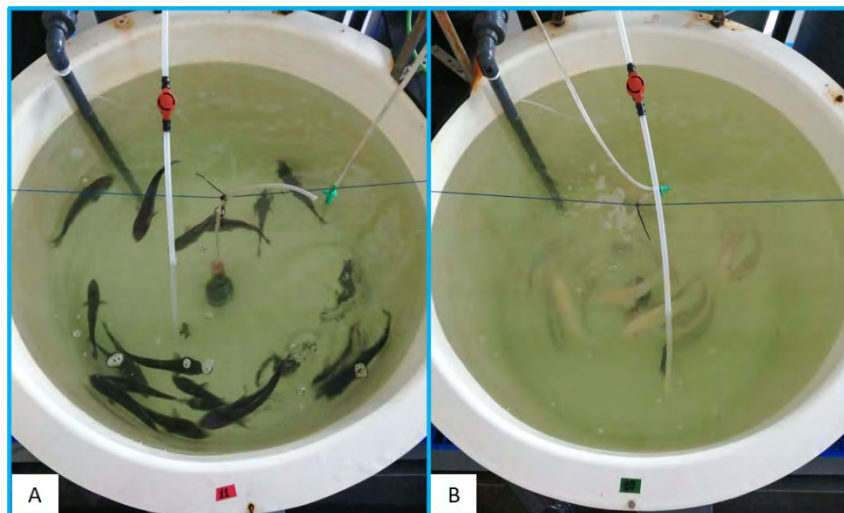
En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 57.** Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno (ppm)	Temperatura (°C)	pH	Salinidad (ppt)	Fotoperiodo (L/D)
>5,5	22 ± 1	7,8 ± 0,3	37 ± 0,2	Natural

Durante el desarrollo de la prueba los peces fueron alimentados a mano y a saciedad aparente (*ad libitum*). En el caso de los peces pertenecientes al grupo control (CTRL), estos fueron alimentados mediante el empleo de pienso comercial (Gemma Silk y R-Europa, Skretting España S.A) de formulación y tamaño de pellet adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, durante los primeros 20 días de la prueba, se suministró el pienso Gemma Silk de 1,8mm y a partir de ahí y hasta el final de la misma, el R-Europa de 3 mm.

En el caso de los peces pertenecientes a los grupos experimentales, estos fueron alimentados de la misma manera, si bien, el grupo D1 recibió una dieta que contenía un 50% de proteína y 14 % de lípidos, mientras que el grupo D2 recibió una dieta que contenía un 55% de proteína y 14 % de lípidos.



**Foto 49.** Vista aérea de los tanques empleados en el ensayo. A) Tanque 11 perteneciente al grupo alimentado con dieta de alta digestibilidad 1; B) Tanque 10 perteneciente al grupo CTRL alimentado mediante dieta comercial.

En la siguiente tabla, se muestran los distintos ingredientes empleados en cada dieta y su concentración (Dieta experimental elaborada por la UPV):

**Tabla 58.** Composición de las dietas experimentales empleadas para los grupos D1 y D2. PB: proteína bruta; PD: proteína digestible; GB: grasa bruta; GD: grasa digestible; CHO: carbohidratos y CE: cenizas.



		D1	D2
<b>Ingrediente (g) / kg de dieta</b>	Harina de pescado	300	300
	Trigo	180	95
	Proteína concentrada de soja	178	191
	Gluten de trigo	170	240
	Aceite de pescado	25	25
	Aceite de soja	77	79
	Maltodextrina	50	50
	Fosfato bicálcico	10	10
	Complejo vitamínico-mineral	10	10
<b>Composición nutritiva</b>	PB (%)	50,5	56,4
	PD (%)	45	50
	GB (%)	14	14
	CHO (%)	30,7	25,4
	CE (%)	8,1	8,3

Para el cálculo del alimento total ingerido, diariamente se recuperó de cada una de los tanques la cantidad de pienso no consumido.

A lo largo del desarrollo de la prueba se han realizado un total de cuatro muestreos biométricos, siendo el último de ellos un muestreo en el que, además de la medida del peso y longitud individuos, se sacrificaron 4 peces por tanque para la evaluación ex vivo de la salud e integridad intestinal de los peces mediante técnicas de electrofisiología (muestreo llevado a cabo por Juan Fuentes de la UAlg). En este muestreo final, se midió su longitud para el cálculo del índice de condición y se tomaron muestras de plasma, mucus y tejidos, de 4 animales por tanque, para su análisis fisiológico posterior relacionado con el bienestar animal (Toma de muestras y evaluación llevada a cabo por personal de la UCA). De igual manera a lo establecido para la formación de los grupos experimentales, en todos los muestreos, la medición del peso de los ejemplares se hizo de manera individual.



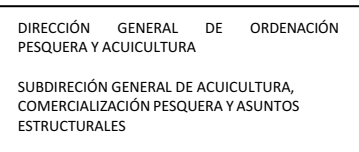
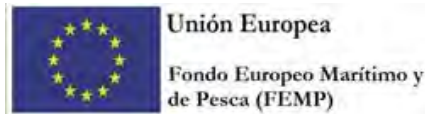
**Foto 50.** Muestreo biométrico llevado a cabo al final del ensayo. A) Extracción de peces del tanque de anestesiado; B) Medida de la longitud de los ejemplares.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los diferentes parámetros productivos que fueron evaluados durante el ensayo de 95 días de duración, a partir de los datos de peso y talla recogidos de cada uno de los individuos, en los distintos muestreos biométricos que se realizaron.

**Tabla 59.** Efecto del empleo de dietas de alta digestibilidad sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *S.dumerili* en 96 días de ensayo a 22°C de temperatura.

Parámetros	Grupos experimentales			p-valor		
	CTRL	D1	D2	D1-CTRL	D2-CTRL	D2-D1
Peso inicial (g/pez)	55,19 ± 0,17	55,11 ± 0,22	55,14 ± 0,07	N/A	N/A	N/A
Peso final (g/pez)	256,49 ± 3,24 <sup>a</sup>	176,52 ± 11,38 <sup>b</sup>	186,46 ± 11,10 <sup>b</sup>	< 0,0001	< 0,0001	0,384
Δ peso (g/pez)	201,30 ± 3,32 <sup>a</sup>	121,41 ± 11,17 <sup>b</sup>	131,32 ± 11,14 <sup>b</sup>	< 0,001	< 0,001	0,444
Δ peso (%)	364,76 ± 6,66 <sup>a</sup>	220,26 ± 19,40 <sup>b</sup>	238,19 ± 20,35 <sup>b</sup>	< 0,001	< 0,001	0,438
SGR	1,60 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,21 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,27 ± 0,06 <sup>b</sup>	< 0,001	< 0,001	0,421
FCR	1,45 ± 0,09 <sup>a</sup>	1,85 ± 0,03 <sup>b</sup>	1,63 ± 0,13 <sup>ab</sup>	0,0043	0,1184	0,0599
Factor de condición (K)	1,99 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,69 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,74 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,0020 3	0,0055 3	0,62431
Supervivencia (%)	92,22 ± 6,94	93,33 ± 3,33	94,44 ± 1,92	0,953	0,828	0,953

CTRL = grupo CTRL alimentado con dieta comercial; D1 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2. SGR = Tasa de Crecimiento Específico (Specific Growth Ratio, por sus siglas en inglés); FCR = Factor de Conversión de Alimento Conversion Ratio, por sus siglas en inglés). Los valores ± S.D. Valores con diferentes superíndices indican diferencias estadísticamente significativas.

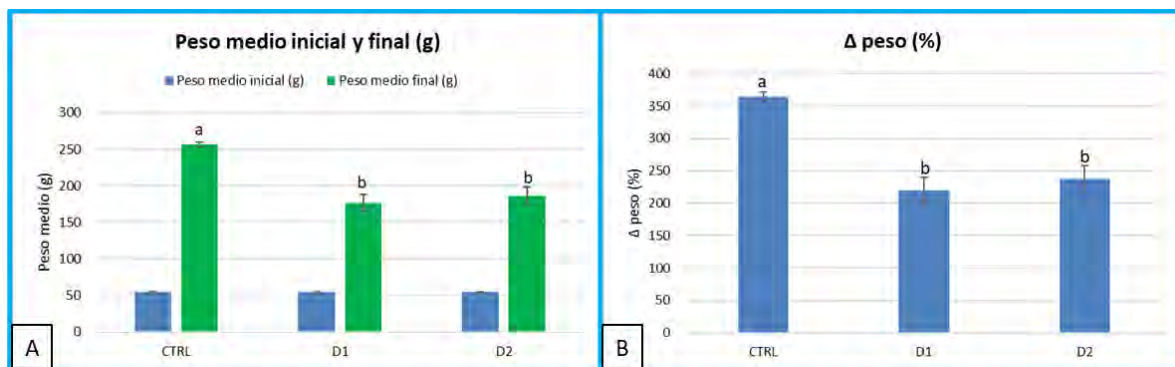


significativas entre los grupos ( $P < 0,05$ ). Ausencia de superíndices, indican diferencias estadísticamente no significativas.

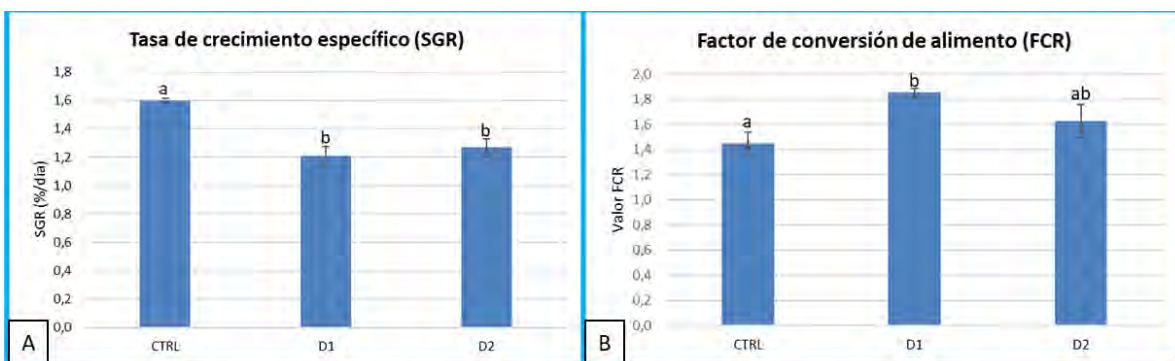
Los datos que se muestran en la Tabla 4, indican la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en lo relativo a los valores medios observados para las variables peso final, incremento de peso, SGR, FCR y factor de condición (K), no encontrándose diferencias significativas en relación al porcentaje de supervivencia.

Es importante mencionar el hecho de que, si bien durante la mayor parte del experimento los peces aceptaban las dietas experimentales suministradas y tenían una tasa de ingestión de alimento similar a la de los peces estabulados en los tanques correspondientes al grupo control, a partir del segundo período se empezó a notar una reducción de su consumo, el cual fue en aumento progresivamente hasta que a partir del día 18 de septiembre (aproximadamente una semana después del tercer muestreo biométrico) la mayoría de los peces pertenecientes a los grupos experimentales dejaron de comer. Además, los peces de estos grupos experimentales durante los dos últimos períodos presentaban síntomas de estar estresados (coloración muy oscura, tonos apagados, producción de mucus, bombeo del opérculo para el aumento de la circulación de agua a través de las branquias o agitación), síntomas, que fueron progresivamente en aumento hasta el final de la prueba.

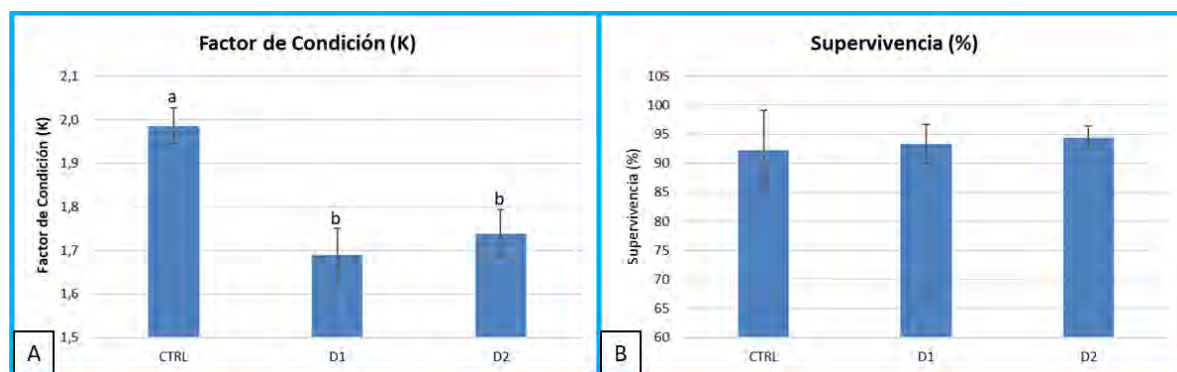
Las figuras 68, 69 y 70 representan los valores de peso inicial, peso final, incremento de peso, tasa de crecimiento específico (SGR), factor de conversión de alimento (FCR), índice de condición de Fulton (K) y porcentaje de supervivencia, obtenidos tras la finalización de la prueba:



**Fig. 68** Peso medio inicial y final (A) e incremento de peso en porcentaje (B) de los distintos grupos experimentales al final del ensayo (día 96). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1= grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2. Valores con diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $P < 0,05$ ).







**Fig.70** Factor de condición (A) y supervivencia (B) de los distintos grupos experimentales al final del ensayo (día 96). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1= grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2. Valores con diferentes letras indican diferencias estadísticamente significativas entre los grupos ( $P < 0,05$ ).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos para los distintos parámetros de crecimiento a partir de las distintas biometrías realizadas, se puede afirmar que el empleo de estas dietas de alta digestibilidad (dieta D1 y dieta D2), tienen un efecto negativo en el crecimiento de juveniles de esta especie bajo las condiciones ensayadas, no existiendo diferencias significativas en los valores obtenidos para los dos grupos correspondientes a esas dietas experimentales.

#### **Tarea 4.4 Ensayo clínico de fármacos experimentales orales para la prevención y control de parásitos externos (Líder: ULPGC).**

**Entidades participantes: ULPGC**

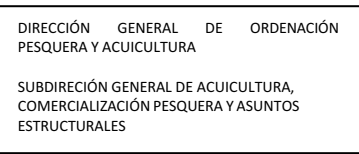
##### **Descripción de las tareas y trabajos realizados:**

El objetivo es definir un protocolo de uso y determinar la eficacia de la incorporación a la dieta de seriola de un antihelmíntico oral en diferentes dosis y tiempos de suministro para prevenir y/o limitar las infestaciones de *Benedia* y *neobenedia Seriolae* y *Zeuxapta seriolae*.

Este estudio, se plantea como pieza fundamental para dar los pasos administrativos requeridos una vez se demuestre la inocuidad y beneficios potenciales de su uso para obtener una autorización por la AEMPS para su uso comercial. Esta tarea se liga a la actividad 2.6. puesto que los juveniles producidos se destinarán a este ensayo clínico y a la actividad 5.2 dado que los resultados alcanzados establecerán los parámetros de partida del ensayo clínico a escala comercial.

En la primera fase de esta tarea, 210 animales de unos 120 gramos se distribuyeron en 18 tanques de 200 L (densidad 7Kg/ m<sup>3</sup>) en agua de mar y circuito abierto, siendo la temperatura natural y el fotoperiodo controlado (12 h luz, 12 h oscuridad). Los peces se han mantenido en circuito abierto promoviendo que se produzca la infestación natural recurrente en las instalaciones de la ULPGC. Se establecen 6 tratamientos: T1-Control Dieta comercial, T2-Dieta comercial + 450 mg PZQ/kg vivo en única dosis cada 15 días, T3-225 mg PZQ/kg vivo 2 días consecutivos cada 15 días; T4-150 mg PZQ/kg vivo 3 días consecutivos cada 15 días; T5-150 mg PZQ/kg vivo 2 días consecutivos cada 15 días; T6 150





mg PZQ/kg vivo 1 día cada 15 días. Debido a la dispersión de tallas los tratamientos 1 al 4 se realizaron con peces en un rango de peso entre 130-216 g ( $168 \pm 20$  g) mientras que los tratamientos 5 y 6 se realizaron en peces con un rango entre 85-141g ( $110 \pm 15$  g).

La alimentación se ha realizado a saciedad aparente (2% biomasa/día) en dos tomas (9:00; 14:00 h) manual, pesando el pienso remanente todos los días para ajustar las cantidades.

Los ejemplares se han muestreado para peso medio y talla al inicio/mitad (15 d) y final de experiencia (30 d). Para la evaluación de la carga parasitaria en los animales se han realizado baños en agua dulce (4-5 minutos) (Hirazawa et al., 2016) para posteriormente filtrar el agua de baño en una malla de 125  $\mu$ m y contar los parásitos en una lupa.

Por otro lado, se ha determinado el nivel de antiparasitario en músculo, para establecer un tiempo mínimo de seguridad de eliminación para los futuros ensayos comerciales, al día 15 y 30 de tratamiento (Kogiannou et al., 2021) (3 peces por tratamiento y punto de muestreo).

Los parámetros de temperatura y oxígeno se han monitorizado diariamente de manera manual situándose la temperatura alrededor de 20,5-21 °C y el oxígeno en una concentración alrededor de los 6 mg/L.

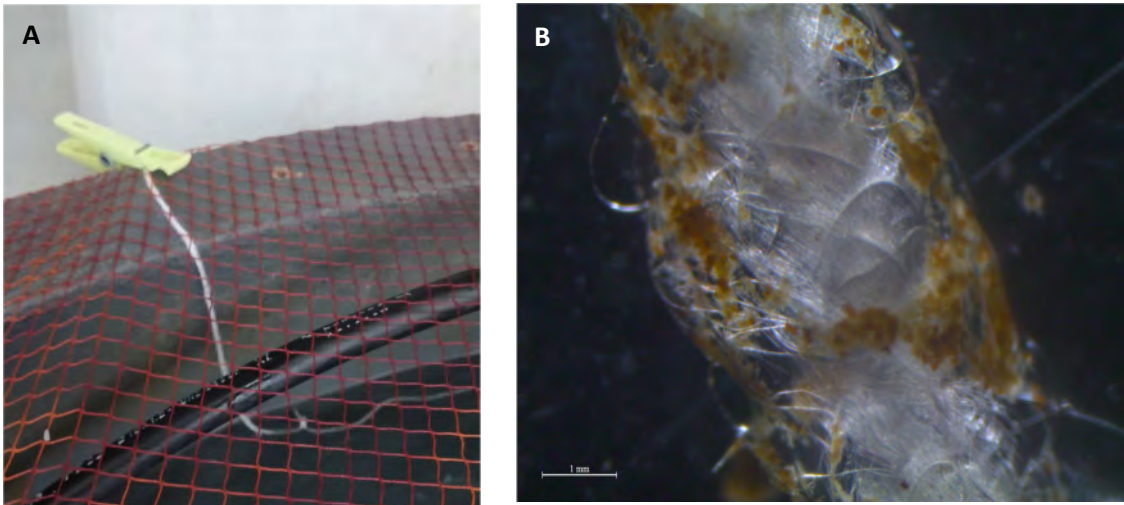
Tanto los datos iniciales como finales fueron sometidos a un análisis estadístico con el programa IBM® SPSS Statistic 20 (Nueva York, EEUU). Para determinar la significancia de las diferencias entre tratamientos se analizó la varianza mediante ANOVA de una vía, considerando un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Previamente a esta prueba se comprobaron la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas que fue analizada mediante la prueba de Levene ( $p \geq 0,05$ ). Las medias fueron comparadas mediante la prueba post-hoc Tukey ( $p < 0,05$ ). Dados los dos rangos de peso trabajados las comparaciones estadísticas se hicieron entre los tratamientos 1-4 y 5-6. Los datos se expresan como media  $\pm$  desviación estándar.

Debido a que durante este periodo no se dio la infección por Neobenedenia, los animales se trasladaron a tanques de 1000 L y se mantuvo el seguimiento de la presencia de parásitos hasta que esta se determinó por primera vez durante el mes de abril, con temperaturas por encima de los 21 °C.

En este momento, los animales se muestrearon y microchiparon para poder realizar el seguimiento individual en esta segunda fase experimental. Para esta, los animales recibieron un baño de agua dulce para asegurar las mismas condiciones iniciales en todos los tanques, y se realizó la infección forzada mediante la colocación de fragmentos de hilos de poliéster con huevos en todos los tanques. Tras una semana, se comenzó el protocolo antiparasitario con 4 tratamientos: T1-Control Dieta comercial, T2-Dieta comercial + 450 mg PZQ/kg vivo en única dosis, T3-225 mg PZQ/kg vivo 2 días consecutivos; T4-150 mg PZQ/kg vivo 3 días consecutivos. Esta vez los tratamientos fueron aportados semanalmente por las altas temperaturas del agua, que promueven el acortamiento del ciclo de vida del parásito.

Se realizó la monitorización de la presencia de parásitos cada 15 días, realizándose baños de agua dulce de manera individual para poder determinar la presencia de parásitos/pez.

En todo el periodo, adicionalmente se realizó la monitorización de la presencia de parásitos mediante la colocación de hilos de poliéster blanco (fragmentos de 25 cm), colocados diariamente en los tanques y chequeados a las 24h para evaluar la presencia de huevos.



**Foto 51.** (A) Monitorización de la presencia de parásitos. (B) Detalle de huevos de *Neobenedenia girellae* en fragmentos de poliéster.

Adicionalmente se realizó la monitorización del ciclo de vida del parásito mediante la colocación de los huevos en vasos de 300 ml y la monitorización diaria bajo la lupa para establecer el momento de eclosión.

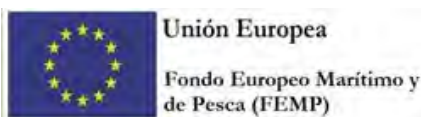
Por otro lado, algunos ejemplares maduros también fueron colectados de la piel de los animales y mantenidos en placas con agua de mar para poder evaluar la fecundidad y el tiempo de supervivencia de los adultos sin un hospedador.

La temperatura del agua de cultivo se monitorizó y se reemplazó diariamente por agua limpia. Se realizaron así mismo mediciones bajo la lupa tanto de los huevos como de los adultos.

### **Resultados obtenidos (ULPGC)**

#### **Crecimiento y utilización del alimento:**

Los diferentes tratamientos estudiados no dieron lugar a diferencias en peso ni en talla a lo largo de los diferentes puntos de muestreo (Figura 51), ni tampoco para el ratio de crecimiento específico (SGR), el porcentaje de ganancia de peso, el ratio de conversión del alimento (FCR) o el nivel de ingesta diaria (Tabla 60).



**Tabla 60.** Parámetros de crecimiento y de utilización del alimento de los juveniles de *S.dumerili* bajo los diferentes tratamientos.

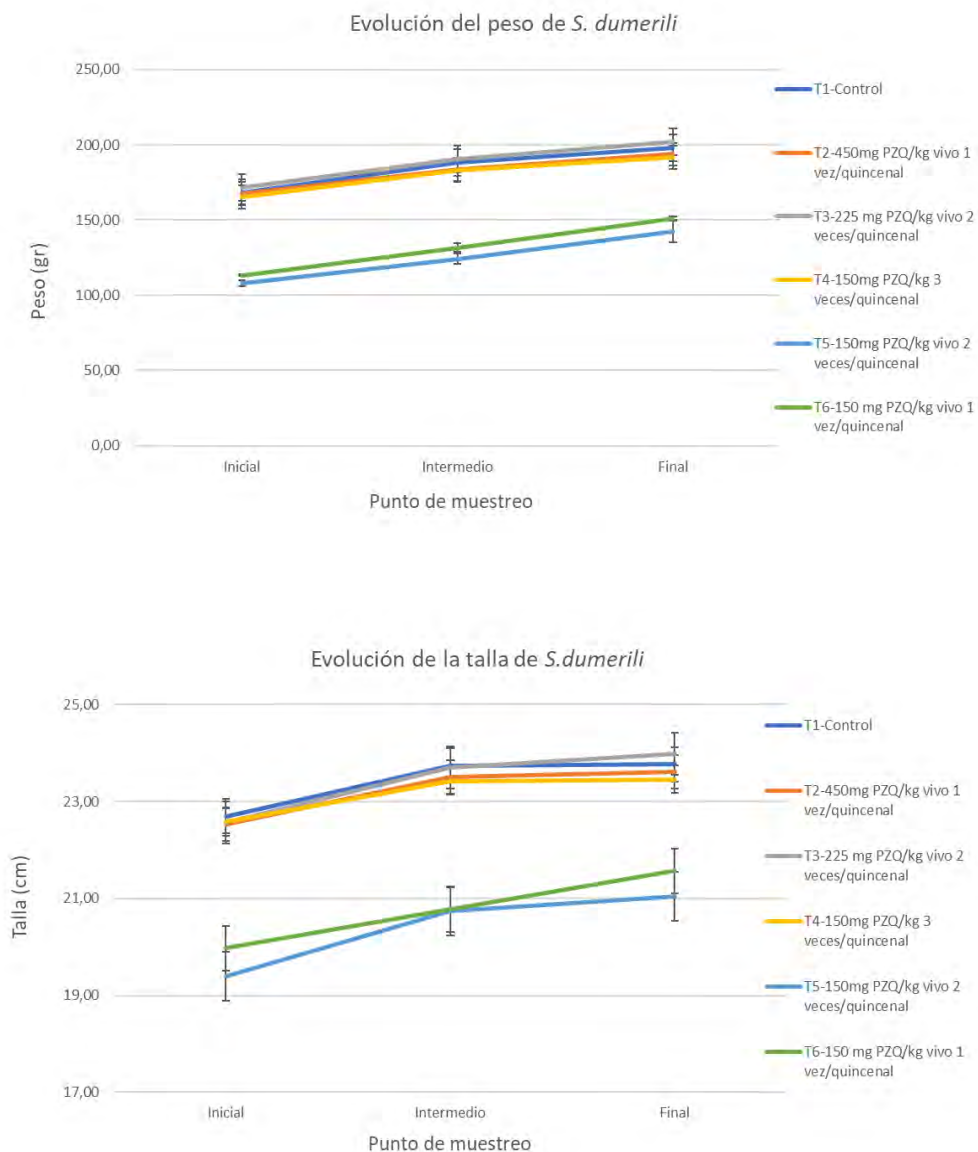
	SGR	Ganancia peso (%)	FCR	Ingesta diaria (% biomasa)
T1-Control	0,60±0,08	17,66±2,56	4,09±0,47	1,73±0,10
T2-450mg PZQ/kg vivo 1 dosis	0,53±0,11	15,53±3,57	4,60±1,19	1,69±0,21
T3-225 mg PZQ/kg vivo 2 dosis	0,60±0,10	17,68±3,32	4,11±0,60	1,74±0,22
T4-150mg PZQ/kg 3 dosis	0,55±0,08	15,98±2,38	3,97±0,55	1,53±0,02
T5-150mg PZQ/kg vivo 2 dosis	1,02±0,15	31,82±5,22	2,76±0,40	1,98±0,30
T6-150 mg PZQ/kg vivo 1 dosis	1,06±0,05	33,21±1,67	2,61±0,32	1,95±0,24

### Índices corporales:

Se determinó el porcentaje de peso eviscerado y el índice hepatosomático (HSI) no encontrándose diferencias significativas entre los peces de los diferentes tratamientos (Tabla 2).

**Tabla 61.** Porcentaje de peso eviscerado e índice hepatosomático de los juveniles de *S.dumerili* a distintos tiempos tras la aplicación de los tratamientos.

oras post-tratamientos	%Peso eviscerado			Índice hepatosomático		
	24	48	72	24	48	72
1-Control	92,32±3,55	92,42±0,24	90,54±1,21	8,18±1,47	8,18±0,24	1,03±0,2
2-450mg PZQ/kg vivo 1 dosis	92,63±4,20	93,26±2,81	91,71±0,91	7,54±1,17	7,23±0,84	0,92±0,0
3-225 mg PZQ/kg vivo 2 dosis	93,93±0,90	93,77±3,36	91,00±2,27	9,37±3,22	6,53±0,67	0,78±0,3
4-150mg PZQ/kg 3 dosis	92,83±4,47	92,39±0,70	90,03±0,48	10,12±2,05	8,73±3,46	0,97±0,0
5-150mg PZQ/kg vivo 2 dosis	91,11±0,60	93,96±1,91	91,27±0,68	6,35±1,66	5,71±0,93	0,94±0,2
6-150 mg PZQ/kg vivo 1 dosis	92,02±1,61	92,79±2,39	90,31±1,35	6,90±1,55	7,51±0,93	0,91±0,1



**Fig.71.** Evolución del peso y talla de los juveniles de *S.dumerili* con los diferentes tratamientos, a lo largo del experimento.

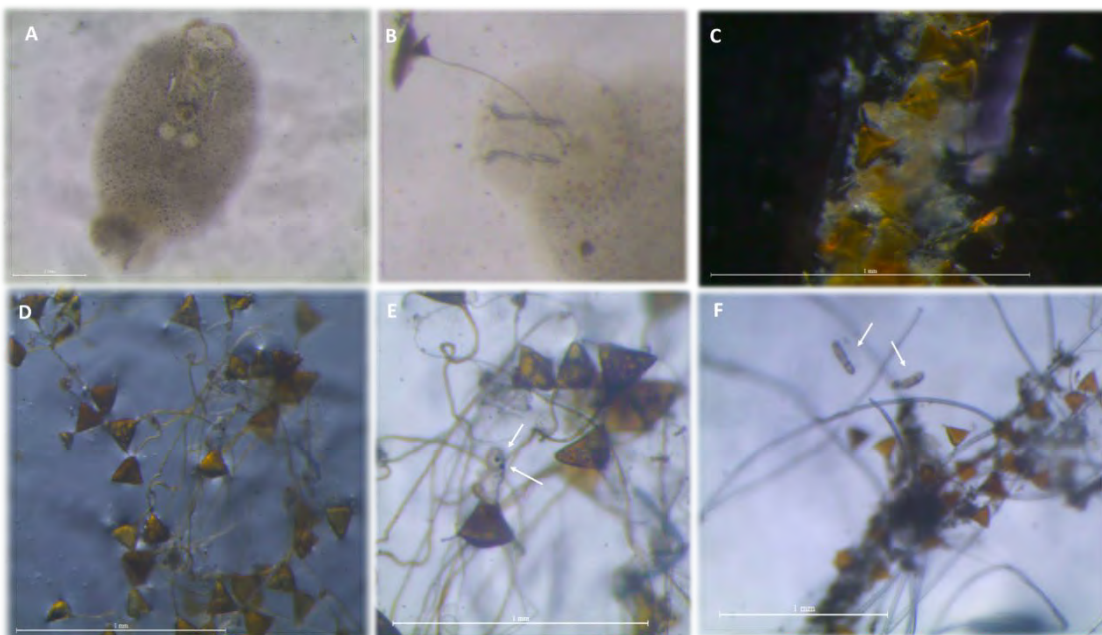
En cuanto a los resultados de monitorización de la presencia de parásitos, la primera detección de parasitación de peces con *N. girellae* fue en abril ( $T^a \geq 21^{\circ}\text{C}$ ), detectándose en Julio la primera infestación severa de parásitos ( $T^a \geq 23^{\circ}\text{C}$ ).

El número de huevos diarios adheridos a hilos de poliéster varió entre 0,7 y 5 huevos/mm<sup>2</sup>, mientras que el número medio de adultos de *N.girellae* en los peces fue de  $143,8 \pm 66,3$  parásitos/Kg de pez, (valoración durante los quincenales de agua dulce).

Los adultos de *N.girellae* recolectados y colocados en placas pusieron huevos a las 24 h a una temperatura entre 25-27 °C. La fecundidad media fue de 58,82±33,59 huevos/día/adulto y los adultos sobrevivieron un máximo de 72 h sin huésped.

La eclosión de los huevos ocurrió entre 4 y 8 días a temperaturas medias de 26,5±2,38 °C y 24,8±2,86 °C, respectivamente. Los oncomiracidios (larvas infectantes) murieron en un máximo de 48 h sin huésped.

El área y perímetro promedio de los huevos fueron 0,01±0,00 mm<sup>2</sup> y 0,44±0,04 mm, respectivamente, siendo la longitud total media de los adultos de 3,96±0,68 mm.



**Foto 52.** A) Adulto de *N. girellae*. B) Detalle de la liberación de huevos a través del órgano de fijación de un adulto de *N. girellae*. C) Detalle de maraña de huevos recién liberados. D) Eclosión de huevos (8 días después del desove, 24,8 ± 2,9°C). E) Detalle de la eclosión del huevo (flechas blancas). F) Oncomiracidios libres (flechas blancas).





DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES

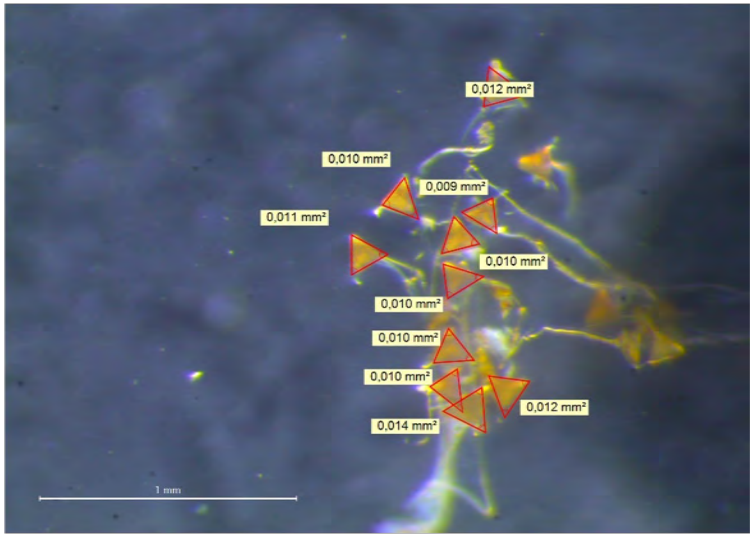


Foto 53 Detalle de las mediciones de los huevos de N.girellae.

Los resultados relacionados con esta tarea fueron presentados en el Congreso Europeo de Acuicultura 2023, en Viena, Austria.



Actividad nº	5	VALIDACIÓN DE DESARROLLOS DEL PROYECTO
Responsable de la actividad	CTAQUA/Miguel Torres/MM Agraso	
Socios Participantes	Todos	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

Las innovaciones para desarrollar en el proyecto serán validadas directamente en empresas acuícolas en operación lo que aportará soluciones a los principales retos transmitidos por el sector. Esta actividad que se concentra en dos tareas tiene un único objetivo específico:

- **Objetivo 9. fomento de la cooperación público-privada y la transferencia de resultados al sector.**

Esta actividad, que estará liderada por CTAQUA tendrá una participación del resto de los socios en el seguimiento de estos trabajos, fundamentalmente la UCA y UPV en los desarrollos de la validación en RAS y la ULPGC en la correspondiente validación Offshore. Se prevé la subcontratación del servicio de transporte de juveniles y laboratorios especializados para determinados parámetros.

#### **Relación con otras actividades del proyecto.**

La *Actividad 5* se relaciona directamente con la *Actividad 2, 3 y 4*; con la *Actividad 2* como suministro de alevines en los que realizar los ensayos de validación offshore y eventualmente en RAS; y con *Actividad 3 y 4* directamente al validar los desarrollo y productos relacionados con las dietas, capacidad de carga y ensayo clínico previsto.

Finalmente, la *Actividad 5* se relaciona directamente con las actividades transversales del proyecto actividad 1 por la necesidad de coordinar los trabajos para asegurar su éxito y aplicabilidad y la actividad 6 dando a conocer y poniendo en valor la cooperación pública\_-privada.

### Descripción de la actividad

Con el fin de asegurar el éxito del proyecto, incrementar la competitividad sectorial y asegurar la transferencia real de los resultados, contamos con las colaboraciones previstas de las empresas productoras de: fito bióticos, piensos y transformación de productos de la pesca siguientes:

- **BEDSON ESPAÑA S.A. Málaga, Andalucía.** Suministro de productos Fito bióticos.
- **UNIÓN MARTIN, S.L. Las Palmas de Gran Canaria; Canarias.** Suministro de Subproductos pesqueros SANDACH III
- **SKRETING ESPAÑA S.A.** Desarrollo de piensos.

Y las empresas donde se desarrollarán las pruebas de validación tienen distintas características productivas vinculadas a su actividad, ubicación y sistema de cultivo que permitirán la validación de los desarrollos tanto en la parte de reproducción y cría como de pre-engorde en sistema RAS como y engorde en Sistema de jaulas Offshore que son:

- **GRUPO AVRAMAR (Castellón, Valencia).** Criadero marino.
- **PISCÍCOLA DE TREBUJENA S.A. (PISTRESA; Trebujena, Andalucía).** Instalación de acuicultura RAS.



- **ACUIPALMA, S.L (Tazacorte, La Palma, Canarias).** Instalación de acuicultura en mar

### **Tarea 5.1 Ensayo piloto de envío de huevos y producción de larvas en criadero comercial (Líder ULPG).**

**Entidades participantes: ULPGC/ GRUPO AVRAMAR**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados: En desarrollo**

Esta tarea se plantea como experiencia de validación de los resultados obtenidos en la Actividad 2, desde un enfoque productivo. Dicha prueba se llevo a cabo en las instalaciones de la ULPGC ante la imposibilidad del envío de huevos a las instalaciones de criadero del **GRUPO AVRAMAR (Castellón, Valencia)**.

La consecución de la actividad 5.1 pretendía poner a punto las condiciones de envío de huevos de *Seriola* y establecer un primer acercamiento de la empresa al manejo de las larvas de esta especie, lo que permita diversificar el número de empresas con capacidad para a producir juveniles de *Seriola* en España.

#### **Metodología asociada a la tarea 5.1.**

Se utilizaron huevos de *Seriola* procedentes de las puestas obtenidas de reproductores de la ULPGC. Con los que se realizaron diferentes experiencias de desinfección y simulaciones de envío aéreo.

#### **Resultados obtenidos (ULPGC)**

Se han desarrollado diversas reuniones de coordinación con la empresa valorando aspectos logísticos del envío y restricciones zoonosanitarias para la recepción de los huevos. Indicando por parte de la empresa la necesidad de realizar evaluación PCR de presencia ausencia de determinados patógenos de interés previo al envío del material biológico.

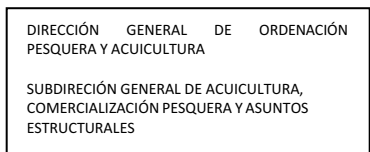
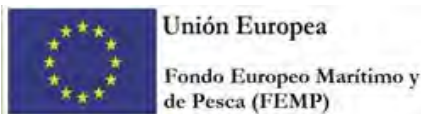
Por parte de la ULGC, se han materializado en el envío de muestras biológicas de huevos de los diferentes cruzamientos para determinar la presencia mediante PCR de patógenos. Igualmente se realizaron dos ensayos de desinfección de huevos a partir de huevos fertilizados de *Seriola dumerili* y ensayos simulados de envío.

#### **-Ensayo de desinfección con glutaraldehído al 50%:**

Se ha evaluado un protocolo de desinfección con glutaraldehído al 50% a las dosis de 0.4, 0.8 y 1.2 mg/L durante un tiempo de exposición de 5 minutos. Se realizó la siembra de una placa de 96 pocillos por dosis empleada junto con una placa control. A las 24h todos los huevos tratados con glutaraldehído estaban muertos presentando la placa control un porcentaje de eclosión del 96.9% y una supervivencia al primer dpe (día post eclosión) del 91.4%.

#### **-Ensayo de desinfección con formaldehído al 37%:**

Se ha evaluado un protocolo de desinfección con formaldehído al 37%, a las dosis de 100, 200 y 300 mg/L durante un tiempo de exposición de 5 minutos. Se realizó la siembra de una placa de 96 pocillos por dosis empleada junto con una placa control. Los resultados se expresan en la Tabla 62.



	Control	Formol 37% 100 mg/L	Formol 37% 200 mg/L	Formol 37% 300 mg/L
Larvas eclosionadas	62	0	43	17
Eclosion (%)	94,79	94,79	69,79	90,63
Supervivencia 1dpe (%)	84,38	60,0	60,42	68,75
Supervivencia 2dpe (%)	72,92	40,0	39,58	27,08
Supervivencia 3 dpe (%)	64,58	50,0	44,79	17,71

Tabla 62. Resultados de prueba de desinfección de huevos con formaldehido.

#### -Ensayo de envío de huevos:

Se ha evaluado un protocolo de envío de huevos desinfectados con formaldehido (100mg/L) utilizando diferentes densidades de huevos recién fertilizados (Tabla 62b), todos los ensayos se realizaron por duplicado utilizando dos cubitainer plásticos de 30L de capacidad total, utilizando 15L de agua de mar a 21°C, saturada con oxígeno al 200% y resto del volumen relleno de oxígeno puro gas y una duración de entre 20-24. Los resultados obtenidos en los diferentes ensayos resultaron con una mortalidad del 100% de los huevos. A la vista de los resultados obtenidos, se hizo inviable la prueba prevista de validación. Entre las causas que se apuntan, son la mortalidad por manejo durante los primeros estadios de desarrollo que puede dar lugar a una contaminación bacteria durante el tiempo de transporte y la duración del envío por la lejanía a la Península junto con los tramites logísticos (aduaneros y veterinarios) para el desarrollo de esta tarea en vuelos regulares dando lugar a periodos de al menos 24h y que hacen necesario optimizar los medios disponibles y protocolos de inducción que permitan coordinar de manera precisa a todos los agentes para lograr un envío exitoso. La experiencia previa en otras especies y programas de cultivo de *Seriola*, como se concluyó con la exposición del experto invitado a la jornada final desarrollada en Canarias (Mauricio Moreno; Hatchery Manager de Kampachi Farms,) y con quien se simuló un último envío aplicando protocolos similares a los utilizados por la empresa, pusieron de manifiesto que los envíos exitosos que se han conseguido en Méjico con la especie de *Seriola rivoliana* se refieren siempre a logísticas en Jet privados, donde la duración del envío se reduce a menos de 18horas desde la fecundación. Este tipo de logística queda fuera del alcance de PLANASER.

Envíos	nº huevos	Volumen	Huevos/L	% supervivencia
Ensayo 1	250.000,00	15	16.666,67	0%
Ensayo 2	200.000,00	15	13.333,33	0%
Ensayo 3	150.000,00	15	10.000,00	0%
Ensayo 4	100.000,00	15	6.666,67	0%
Ensayo 5	50.000,00	15	3.333,33	0%

Tabla 62b. Resultados de prueba de ensayos simulados de envío de huevos.





**Foto 53b.** Detalle del proceso de conteo de huevos y envalaje.





### **Tarea 5.2 Validación de dietas de pre-engorde/engorde (<500 g) en producción Semi-industrial de Juveniles de *Seriola* (Líder CTAQUA).**

**Entidades participantes: CTAQUA/ GRUPO LAERAS**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados:**

El objetivo de este ensayo fue la validación de los resultados obtenidos en la tarea 4.3 (prueba con dietas de alta digestibilidad), donde las innovaciones y mejoras obtenidas a escala piloto, fueron probadas a escala industrial, contando para ello con la colaboración de una empresa productora perteneciente al Grupo Laeras (Sanlúcar de Barrameda, Cádiz), que cedió sus instalaciones para el desarrollo de la prueba. Mediante esta tarea se probaron las dietas de alta digestibilidad desarrolladas en la Actividad 3, durante la fase de engorde de *Seriola* en condiciones semiindustriales.

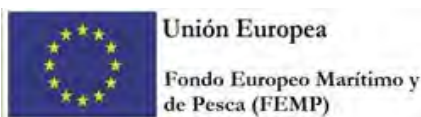
#### **Resultados obtenidos (CTAQUA)**

El ensayo completo que se desarrolló en un período de 90 días de duración, se llevó a cabo mediante el empleo de tres grupos experimentales distintos, sin réplicas (un tanque por condición experimental) sometidos a una misma densidad de cultivo inicial ( $2,13 \pm 0,01$  kg/m<sup>3</sup>) y alimentados mediante dos dietas de alta digestibilidad diferentes diseñadas en la actividad 3 por la UPV (Grupo CTRL alimentado con pienso control; Grupo D1 alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1 y Grupo D2 alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2).

Para su realización se dispuso de los juveniles de *Seriola dumerili* que fueron recibidos el día 23 de septiembre de 2022 desde la UPLGC (Las Palmas de gran Canaria, España) con un peso medio de 1,7 g. y que posteriormente fueron engordados en las instalaciones de CTAQUA y empleados para la realización de las tareas 4.1 y 4.2 enmarcadas dentro del mismo proyecto.

Por tanto, una vez finalizada la tarea 4.2, se procedió al traslado de los ejemplares de *Seriola* desde las instalaciones de Ctaqua a las del Grupo Laeras para el desarrollo de la tarea 5.2. Sabiendo que se trata de una especie especialmente sensible al estrés, dicho traslado se llevó a cabo empleando para ello los máximos estándares de salud y bienestar animal, para ello se tuvo en cuenta una densidad de cultivo para el transporte menor de 15kg/m<sup>3</sup>, el oxígeno a niveles saturación, máxima oscuridad y seguimiento del estado de los peces durante el traslado. Una vez se llegó a la instalación de destino, se procedió por un lado a la aclimatación cuidadosa de los peces desde unas condiciones de oscuridad total a las condiciones de luz natural que tendrían, llevando a cabo este proceso de una manera gradual y por otro a la aclimatación de los mismos al tipo de agua de cultivo que iban a tener en estas nuevas instalaciones, llevando a cabo para ello mezclas progresivas de agua considerando tiempos para la adaptación de los peces de 1h/°C de diferencia de temperatura. Teniendo en cuenta estas consideraciones, se pudo ejecutar el traslado de una manera exitosa, obteniendo para ello una tasa de supervivencia del 100%.





A

B

C

**Foto 54.** Fotos del traslado de ejemplares de *Seriola dumerili* realizado entre los días 26 y 29 de junio. A) tanque de transporte empleado para el traslado; B) proceso de aclimatación con aporte de agua de la instalación de destino; C) sistema de tuberías empleado para el aporte de agua durante la aclimatación.

En relación a las condiciones de estabulación y a la configuración de los distintos grupos experimentales, para este ensayo, se emplearon un total de 423 peces (141 peces por tanque) con un peso medio de  $301,85 \pm 57,09$  g. que fueron estabulados de manera aleatoria en 3 tanques rectangulares de 20.000 litros.

En concreto, cada una de las unidades de cultivo pertenecientes a cada grupo experimental, quedaron conformadas de la siguiente manera:

**Tabla 63.** Datos de los distintos grupos experimentales al inicio de la prueba (día 30 de junio de 2023).

Grupo experimental	Tanques	Nº peces	Peso medio (g)	Biomasa (g)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )
CTRL	1	141	300,02	42.302,7	2,13
D1	2	141	301,98	42.579,5	2,13
D2	3	141	303,56	42.802	2,14



**Foto 55.** Tanques empleados para la realización de la prueba. A) vista lateral ; B) vista frontal

En cuanto a las condiciones del medio durante toda la prueba, fueron las que se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 64.** Condiciones de cultivo establecidas.

Oxígeno	Temperatura	pH	Salinidad	Fotoperiodo
---------	-------------	----	-----------	-------------



(ppm)	(°C)	(ppt)	(L/D)	
>5,5	26,2 ± 0,7	7,3 ± 0,3	32,3 ± 0,4	natural

En relación a la concentración de oxígeno en el agua, se aportó oxígeno en continuo durante toda la prueba para poder mantener está a niveles de saturación. En lo que respecta a la temperatura del agua, debido a las altas temperaturas ambientales que ocurrieron durante el desarrollo de la prueba (dos olas de calor acontecidas durante ese período) puntualmente se alcanzaron temperaturas superiores a las establecidas inicialmente.

Durante el desarrollo de la prueba, todos los peces fueron alimentados a mano y a saciedad aparente (ad libitum). En el caso de los peces pertenecientes al grupo control (CTRL), estos fueron alimentados mediante el empleo de pienso comercial (R-Europa, Skretting España S.A) de formulación y tamaño de pellet adaptado a la fase del desarrollo de la especie. En concreto, se suministró el pienso R-Europa de 7 mm. En el caso de los peces pertenecientes a los grupos experimentales, estos fueron alimentados de la misma manera, si bien, el grupo D1 recibió una dieta que contenía un 50% de proteína y 14 % de lípidos, mientras que el grupo D2 recibió una dieta que contenía un 55% de proteína y 14 % de lípidos. En la siguiente tabla, se muestran los distintos ingredientes empleados en cada dieta y su concentración:

		D1	D2
Ingrediente (g) / kg de dieta	Harina de pescado	300	300
	Trigo	180	95
	Proteína concentrada de soja	178	191
	Gluten de trigo	170	240
	Aceite de pescado	25	25
	Aceite de soja	77	79
	Maltodextrina	50	50
	Fosfato bicálcico	10	10
	Complejo vitamínico-mineral	10	10
Composición nutritiva	PB (%)	50,5	56,4
	PD (%)	45	50
	GB (%)	14	14
	CHO (%)	30,7	25,4
	CE (%)	8,1	8,3

**Tabla 65.** Composición de las dietas experimentales empleadas para los grupos D1 y D2. PB: proteína bruta; PD: proteína digestible; GB: grasa bruta; GD: grasa digestible; CHO: carbohidratos y CE: cenizas.

Teniendo en cuenta la elevada turbidez del medio impedía la retirada de restos de alimento no consumido de cada uno de los tanques, los valores de la eficiencia de la alimentación pudieron ser algo imprecisos y más elevados de lo normal, por lo que su cálculo no debería de ser tenido en cuenta, sirviendo este únicamente desde un punto de vista orientativo.



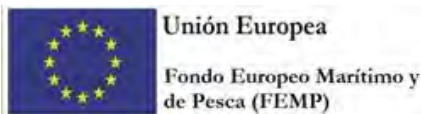


En el periodo de ejecución del ensayo, estaba previsto llevar a cabo un total de 3 muestreos biométricos en un período de 90 días en los que cada uno de los peces serían pesados de manera individual para la evaluación posterior de los parámetros que definen el rendimiento productivo durante este periodo, siendo el último de ellos un muestreo fisiológico final en el que además de la evaluación del rendimiento productivo a partir del cálculo de dichos parámetros, se mediría su longitud para el cálculo del índice de condición y se sacrificarían un total de 4 peces por tanque para la toma de muestras de hígado que permitieran el cálculo del índice hepatosomático. Si bien, teniendo en cuenta la mortandad masiva que se produjo en cada uno de los grupos experimentales aproximadamente a mitad de prueba, solo pudo llevarse a cabo el primer muestreo biométrico realizado el día 1 de agosto de 2023 a día 32 de ensayo. De igual manera a lo establecido para la formación de los grupos experimentales en todos los muestreos, la medición del peso de los ejemplares se hizo de manera individual.



**Foto 56.** Primer muestreo biométrico realizado a día 32 de ensayo A) técnicos de cultivo concentrando los peces en la cabecera del tanque para facilitar su extracción ; B) proceso de anestesiado y muestreo de peces.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de los diferentes parámetros productivos que fueron evaluados a partir de los datos de peso recogidos de cada uno de los individuos en la biometría llevada a cabo en el primer muestreo realizado el día 32 de prueba.



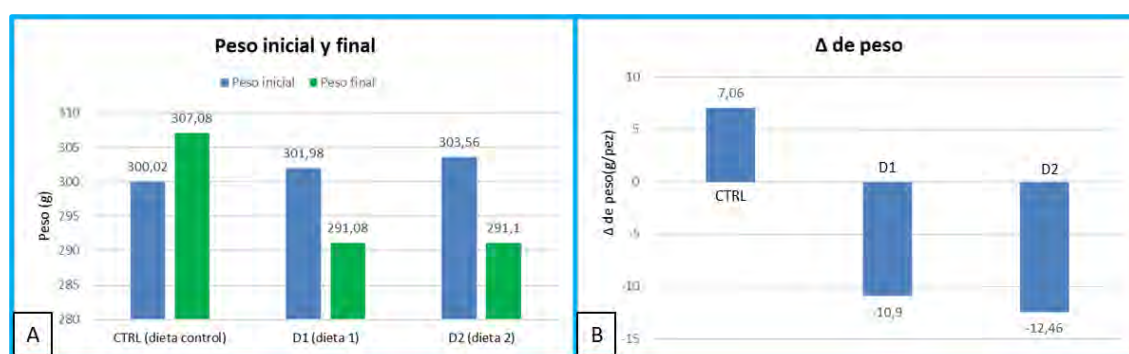
Parámetros	Grupos experimentales		
	CTRL (dieta control)	D1 (dieta 1)	D2 (dieta 2)
Peso inicial (g/pez)	300,02	301,98	303,56
Peso final (g/pez)	307,08	291,08	291,10
$\Delta$ peso (g/pez)	7,06	-10,90	-12,46
$\Delta$ peso (%/pez)	2,35	-3,61	-4,10
Supervivencia (%)	63,8	40,4	62,4

CTRL = grupo alimentado con la dieta control; D1 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2. Valores presentados como las medias de cada tanque.

**Tabla 66.** Efecto de dietas de alta digestibilidad sobre el rendimiento productivo, eficiencia de alimentación y porcentaje de supervivencia en juveniles de *Seriola dumerili* en 32 días de ensayo en condiciones semiindustriales.

Los datos que se muestran en la Tabla 4, muestran valores de crecimiento muy bajos en el caso del grupo control y negativos en el caso de los grupos D1 y D2 que fueron alimentados con las dietas experimentales, mostrando que los peces alimentados con estas dietas, perdieron peso durante el periodo de estudio (primero 32 días de ensayo).

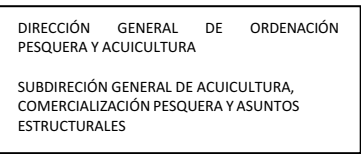
La figura 72, representa los valores de peso inicial y peso final e incremento de peso obtenidos en los primeros 32 días de ensayo (día del primer muestreo biométrico).



**Fig.72** Peso medio inicial y final (A) e incremento de peso en gramos (B) de los distintos grupos experimentales en 32 días de ensayo (primer muestreo biométrico). Valores presentados como las medias de los triplicados  $\pm$  S.D. CTRL = grupo control; D1= grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 1; D2 = grupo alimentado con la dieta de alta digestibilidad 2.

Durante el ensayo se produjeron bajas de manera puntual en cada uno de los tanques experimentales, si bien, es importante destacar dos episodios concretos de mortandad elevada, que se produjeron en los distintos tanques experimentales (tanque 1, tanque 2 y tanque 3). Estos periodos, estuvieron bien





diferenciados a lo largo del desarrollo del experimento y coincidieron con el momento en el que la temperatura del agua fue más elevada, provocada posiblemente por las dos olas de calor que acontecieron durante su desarrollo.

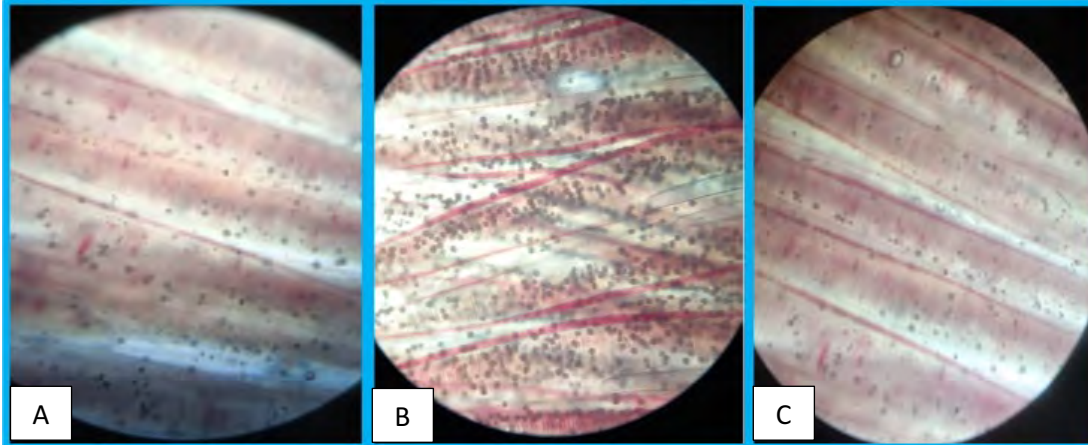
En concreto, el primer período se produjo entre los días 11 y 23 de julio (primera ola de calor donde la temperatura media de los distintos tanques se elevó aproximadamente entre 1,5 y 2 °C). Durante este episodio, se contabilizaron un total de bajas que representaron el 33,2; 68,7 y 31,7 % de las bajas totales contabilizadas, para los tanques 1, 2 y 3 respectivamente.

Al observar bajo el microscopio muestras de laminillas branquiales de peces de cada uno de los tanques experimentales durante el primer período de mortalidad, se vio como muchos de los peces tenían un nivel elevado de infestación por parásitos (ver imagen 4). En concreto, se trataba de una infección por el ectoparásito *Amyloodinium ocellatum* causante de la enfermedad de la Amyloodiniasis que puede llegar a provocar lesiones necróticas graves en las branquias y por ende la muerte de los animales.

En el segundo período de mortandad masiva tuvo lugar a partir del día 8 de agosto y se extendió hasta el día 22 (fecha en la que se tuvo que dar por concluida la prueba por falta de peces) En este caso, nuevamente vino acompañado de una subida de la temperatura del agua de magnitud similar a la primera, pero de mayor duración. En este segundo episodio de mortandad, se produjo un total de 56,7; 27,3 y 65 % de las bajas totales contabilizadas, para los tanques 1, 2 y 3 respectivamente.

En este caso, se realizó un análisis patológico, que confirmó no solo la presencia de ectoparásito que posiblemente causara las bajas en el primer período de mortalidad elevada (Infección por *Amyloodinium ocellatum*), sino que, en este caso, se produjo también una infestación masiva por *Neobenedenia girellae* tanto en branquias como a nivel de la superficie de la piel, así como de *Trichodina sp.* en branquias.

Es importante mencionar, que el hecho de que los peces sufrieran esta infección parasitaria, no solo provocó una mortandad tan elevada que hizo imposible continuar con la prueba hasta la fecha de finalización establecida, sino que por otro lado, provocó que los peces aumentaran muy poco su peso como en el caso del tanque 1 (incremento de 7g de media en 32 días de prueba) o incluso perdieran peso con respecto al día de inicio de la prueba, como pasó en el caso de los tanques 2 y 3 que tuvieron una pérdida de peso de 11 y 12g respectivamente, para el mismo período de tiempo. Esto pudo ser debido al gasto metabólico al que los peces tuvieron que hacer frente para combatir la enfermedad (ver tabla 3, donde se muestran los datos de los parámetros de rendimiento productivo evaluados en el período comprendido desde el inicio de la prueba hasta el primer muestreo biométrico).



**Foto 57.** Laminillas branquiales observadas bajo el microscopio óptico a partir de muestras de peces de los distintos tanques, tomadas en día 14 de julio cuando se detectaron peces infectados por *Amyloodinium ocellatum*. A) muestra de tanque 1; B) muestra de tanque 2; C) muestra de tanque 3;

### **Tarea 5.3 Ensayo clínico para la prevención y control de parásitos externos mediante el uso de antiparasitarios orales en condiciones Offshore (Líder ULPG).**

**Entidades participantes: ULPGC/ACUIPALMA**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados: En desarrollo**

En este ensayo se abordará la validación del protocolo de uso de un antiparasitario oral desarrollado por la ULPGC como resultado de las Tareas 4.4.

**Resultados obtenidos (ULPGC)**

Ante la imposibilidad de realizar un ensayo clínico en la empresa, se ha procedido a aplicar un plan de contingencia realizando un ensayo de infestación provocada y aplicando los resultados de la tarea 4.4.

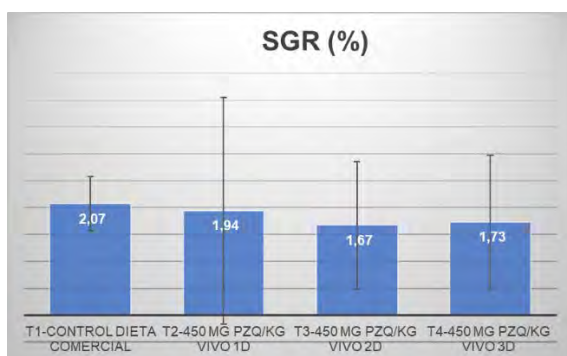
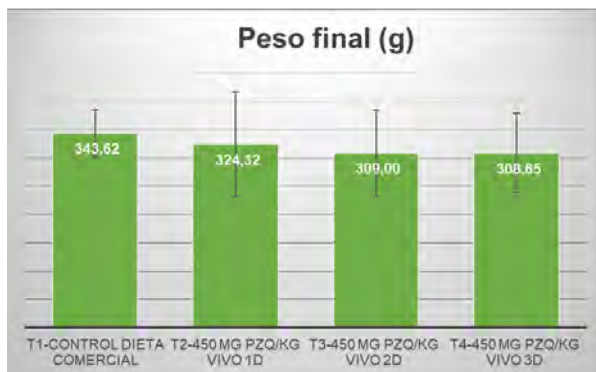
### **Metodología**

- 30 ejemplares juveniles de *S. dumerili* de p.m  $246 \pm 9,23g$ .
- Repartidos en 6 tanques de 1 m<sup>3</sup>.
- Circuito abierto (23-24°C; O<sub>2</sub> >6ppm)
- Marcados individualmente con Microchip.
- Alimentación a saciedad aparente en dos tomas (Skretting R5)
- Muestreos cada 15 días
- Infestación forzada cohabitación con huevos *Neobenedenia girelae*
- **Tratamientos :**
  - T1-Control Dieta comercial
  - T2-450 mg PZQ/kg vivo única dosis
  - T3-450 mg PZQ/kg vivo 2 días
  - T4-450 mg PZQ/kg vivo 3 días





Los resultados encontrados indican que el antiparasitario no afecta significativamente a los parámetros productivos. Sin embargo, el efecto del mismo sobre la carga parasitaria fue significativamente diferentes en las administraciones de 2 y tres días de tratamiento, lo que supone un resultado altamente esperanzados para el tratamiento de la infestación por medios orales como alternativas a los tratamientos mediante baños (agua dulce, químico), por lo que se recomienda seguir avanzando en esta línea de trabajo en futuros programas.

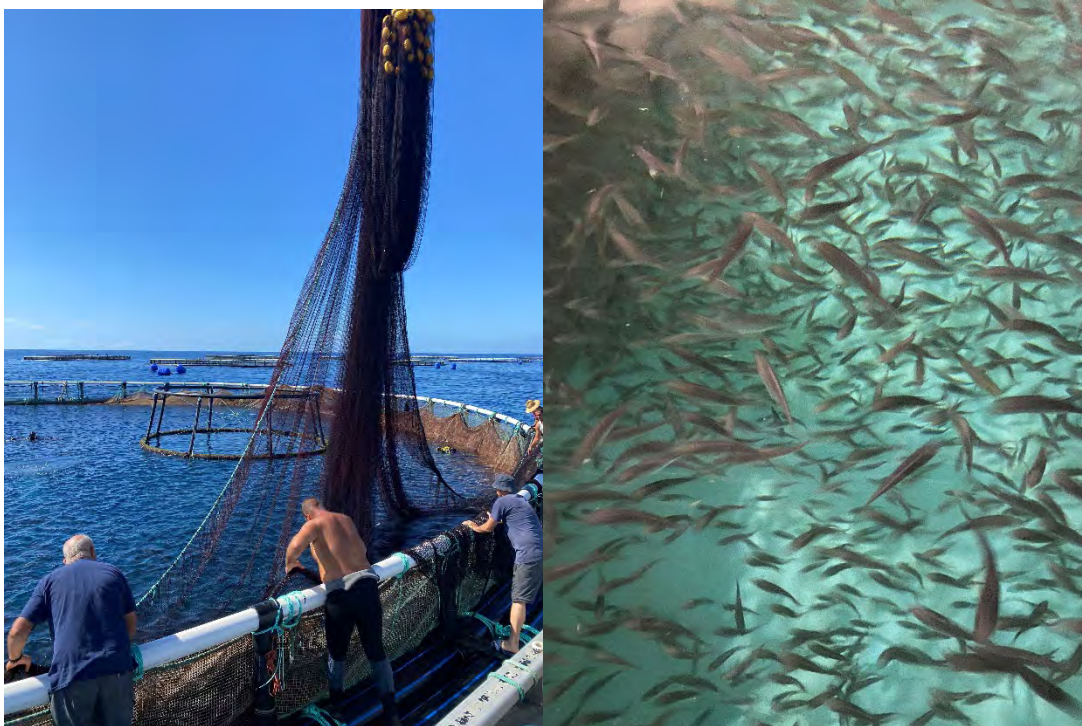


En relación a la empresa, se han desarrollado diversas reuniones y visitas técnicas a las instalaciones OFFSHORE de ACUIPALMA valorando aspectos logísticos del manejo de los juveniles de seriola en las jaulas y apoyando en el desarrollo de protocolos de seguimiento e identificación de la infestación de parásitos monogéneas. Por otro lado se ha informado de los resultados positivos de los tratamientos orales y de los necesarios pasos y tramitaciones de permisos de los servicios veterinarios y agencias responsables para la implementación del uso del producto y protocolo aplicado en la tarea 4.4 . En el marco de PLANASER y la limitación temporal para el desarrollo de los ensayos con las incidencias acaecidas no ha sido posible la obtención de la licencia para el desarrollo del ensayo clínico previsto. Si bien la experiencia para la empresa ha sido valorada como altamente positiva.

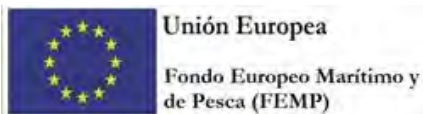




**Foto. 58** Reunión ULPGC con responsables de ACUIPALMA y visita a instalaciones offshore.



**foto. 59** visita técnica a instalaciones offshore ACUIPALMA.



**Foto. 59** . Detalle de toma de muestras para identificación de infestación de parásitos en instalaciones offshore ACUIPALMA.

### Entregables

Los entregables están previstos para la última anualidad y son los siguientes:

Entregable	Descripción	Responsable	Tipo	Fecha
E5.1	<b>Informe de resultado de envío de huevos y producción de larvas en criadero comercial.</b>	Samira Sarih	Doc.	15/10/2023
E5.2a	<b>Informe de resultado del engorde de seriola en sistemas RAS.</b>	M.Mar Agraso	Doc.	15/10/2023
E5.2b	<b>Producción de Seriola en RAS.</b>	M.Mar Agraso	Doc.	15/10/2023
E.5.3a	<b>Informe de resultado del engorde de seriola en jaulas.</b>	Rafael Ginés	Doc.	15/10/2023
E5.3b	<b>Producción de jaulas de Seriola.</b>	Rafel Ginés	Prod.	15/10/2023





Actividad nº	6	PLAN DE COMUNICACIÓN
Responsable de la actividad	ULPGC/ Rafael Ginés	
Socios Participantes	Todos	
Subcontrataciones/Colaboradores	SI	

### Objetivos

El plan de comunicación contribuirá a construir y ampliar la capacidad de las redes de la agrupación y favorecer el uso de tecnologías innovadoras que promuevan mejoras del sector acuícola. Todo esto conllevará un cambio en las actitudes y las prioridades de inversión del sector objetivo acelerando la adopción de tecnologías de cultivo que permitan la diversificación.

El objetivo principal de esta actividad es:

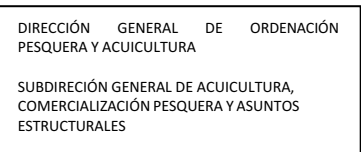
- **Objetivo 10. Posicionar a nuestro país como un referente en el cultivo de esta especie**

Para llevar a cabo la campaña de divulgación y difusión del proyecto, la agrupación se apoyará con la subcontratación de un servicio con experiencia en este ámbito que promueva el desarrollo de las diferentes tareas de esta actividad. Se elaborará y ejecutará un plan de medios siguiendo una estrategia de difusión predefinida según el público objetivo como herramienta para planificar la difusión y comunicación del proyecto. Se establecerán en la misma los grupos objetivos, los mensajes claves a transmitir y las herramientas y acciones de comunicación. Se definirá un plan global y territorial en el que se establecerán las acciones y campañas de comunicación específicas que se desarrollarán a lo largo del proyecto, las responsabilidades de cada socio y los indicadores. El contexto de cada entidad participante en el proyecto, de su comunidad autónoma y realidad local se identificará en la estrategia final con el fin de definir líneas de acción estratégicas adaptadas y personalizadas. En paralelo, se establecerán contactos con los principales actores que participan en el desarrollo del cultivo de seriola *dumerili* y de las políticas de acuicultura, tanto a nivel nacional como a nivel europeo e internacional. Los grupos objetivos principales del proyecto serán:

- Empresas productivas y de la cadena de valor.
- Centros y equipos de investigación.
- Autoridades locales, regionales y nacionales con competencias en materia de acuicultura.
- Organismos europeos e internacionales involucrados en la acuicultura sostenible (FEAP, EATIP, PTEPA, etc).
- Proyectos nacionales e internacionales sobre innovación y prácticas innovadoras y sostenibles para la acuicultura, como por ejemplo AQUAEXCEL2020.

Además, el proyecto se acercará a los ciudadanos para informarlos sobre las prácticas de acuicultura, sus funciones y oportunidades para la sociedad y la importancia de garantizar su desarrollo sostenible a largo plazo. Se trata de un grupo importante para la provisión de insumos al proyecto. Habrá un de comunicación en redes énfasis en los y las jóvenes, ya que se beneficiarán de los resultados sociales, por lo que hay que transmitirles el mensaje de una manera adecuada.

Se llevará a cabo un trabajo coordinado desarrollando tareas transversales como son la elaboración de notas de prensa y difusión a los medios de comunicación; la coordinación para la publicación de artículos científicos de alto impacto, el desarrollo de patentes en caso de detectar técnicas o tecnológicas susceptibles de ser protegidas y la dinamización de redes sociales que permitan acercar el



proyecto y sus resultados a las empresas productoras en particular y al consumidor final en general. Para ello se prevé el desarrollo de 4 tareas específicas.

### **Relación con otras actividades del proyecto.**

La *Actividad 6 es transversal a todas las actividades del proyecto* acercando los resultados obtenidos al sector empresarial y la sociedad para incrementar el impacto en el mercado nacional e internacional.

### **Tareas previstas**

A continuación, una descripción detallada de las tareas previstas:

Esta actividad, que estará liderada por la ULPGC tendrá una participación del resto de los socios en el seguimiento de estos trabajos. Se prevé la subcontratación de diferentes empresas especializadas para las distintas tareas. Además, se contará con la colaboración de la Agencia Canaria de Investigación e Innovación y Sociedad de la Información para la difusión e internacionalización a través de su extensa red de Networking, Plataforma web y RRSS para promover las acciones y avances del proyecto

## **Descripción de la actividad**

Para la ejecución de las tareas previstas en la Actividad 6 del proyecto, se ha contado con los servicios de la empresa CONSULTA EUROPA PROJECTS AND INNOVATION. Para la ejecución de las tareas previstas en la Actividad 6.3 del proyecto, se ha contado con los servicios de la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR).

### **Tarea 6.1 Elaboración de Newsletter y promoción en RRSS.**

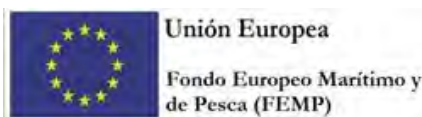
#### **Entidades participantes: Todos**

#### **Descripción de las tareas y trabajos realizados:**

Se abrirán cuentas del proyecto en Twitter, Facebook, LinkedIn e Instagram. Las publicaciones en las redes sociales estarán relacionadas con el proyecto: sus actividades, resultados, eventos, últimas noticias, canales y consorcio. Se harán campañas específicas para los eventos que demanden mayor seguimiento del público, al menos: 1) el lanzamiento del proyecto; 2) los resultados de los ensayos y 3) el evento final del proyecto. Además, se abordarán otras temáticas relacionadas con los siguientes aspectos: actualizaciones y buenas prácticas relacionados con la temática del proyecto; actividades y resultados de proyectos nacionales y europeos complementarios; información sobre políticas y financiaciones en el sector; difusión de celebraciones (por ejemplo, día mundial de la acuicultura el 30 de noviembre) y eventos a nivel europeo e internacional (Semana Verde Europea, Semana Europea de las Pymes, Semana de las Regiones Europeas, etc.).

Para complementar la difusión en medios de comunicación, se redactarán boletines informativos periódicos para informar de manera regular sobre las actividades, eventos y resultados del proyecto. Los boletines se publicarán en la página web y en las redes sociales del proyecto y de sus socios y se facilitarán a los contactos de stakeholders establecidos en la Tarea 6.3.

Además, con la identificación por parte de cada socio de los medios de comunicación de interés en su territorio (al menos 2 por socio), se prepararán al menos 16 notas de prensa. Según el contenido noticiable, se podrán considerar otros formatos periodísticos, como pueden ser foto noticias, crónicas, reportajes, etc. Se llevarán a cabo distintas acciones para facilitar la aparición en los medios, como elaboración de entrevistas a participantes y colaboradores/as; organización de ruedas de prensa; tareas de refuerzo, mediante email marketing y llamadas telefónicas; facilitación a los medios de



comunicación de enlaces permanentes de descarga del material fotográfico y audiovisual; contacto permanente con periodistas; asistencia a las necesidades de los medios que cubran los actos previstos; etc.

Del conjunto de comunicados de prensa, al menos 3 impactos se realizarán a nivel nacional y/o internacional. Se proponen algunos ejemplos preliminares de medios nacionales y europeos especializados:

- Internacionales: AquaFeed, Euronews, Success stories from EU Research, The Research\*eu results magazine.
- Nacionales/regionales: AquaTIC, IPAC.acuicultura, Investigación y Ciencia, Retema.

## Resultados obtenidos

### > Pagina web

Con el objetivo de dar a conocer PLANASER, la empresa especializada subcontratada, Consulta Europa, en coordinación con CTAQUA, ha desarrollado una página web en la que se presentan los principales objetivos y la visión del proyecto. En ella, se muestran diferentes secciones en las que no solo se dará a conocer a los diferentes miembros del consorcio, sino que también se irán publicando las noticias más relevantes y los eventos realizados en el marco del proyecto. Asimismo, se incluirán a la sección "Galería" (<https://planaser.es/galeria/>), galerías de fotos de las actividades, audiovisuales y también enlaces a proyectos y sitios webs de interés. En este contexto, es importante destacar que el sitio web es un espacio vivo; se mantendrá actualizado y se desarrollará de manera que sea lo más activa y atractiva posible. Se publicarán regularmente artículos de noticias, y el sitio web tendrá integradas todas las plataformas de medios sociales.

La página web del proyecto puede encontrarse en <https://planaser.es/>

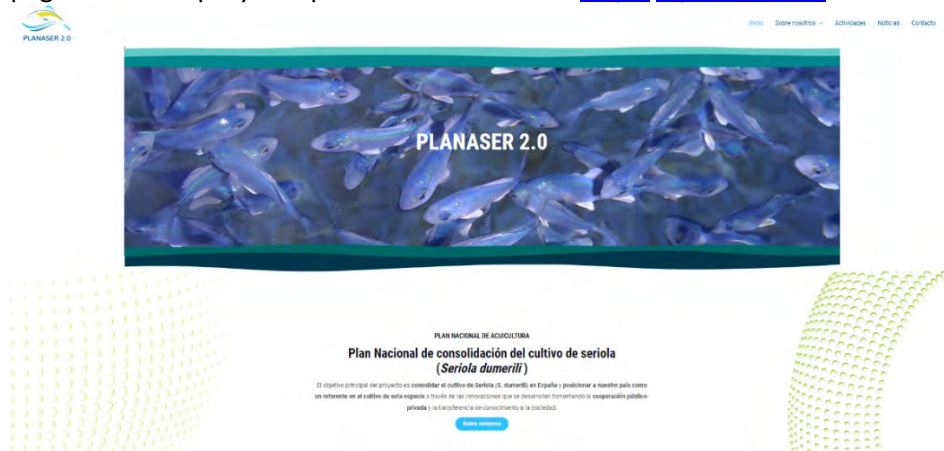


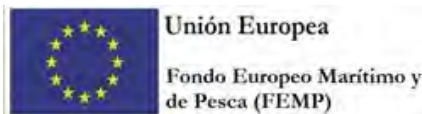
Foto. 59 Pagina web proyecto PLANASER

### > Redes sociales

Se han creado perfiles de PLANASER en las plataformas sociales de Twitter, Facebook, LinkedIn e Instagram:

- **Twitter:** <https://twitter.com/planaser20>

- **Facebook:** <https://www.facebook.com/planaser20>



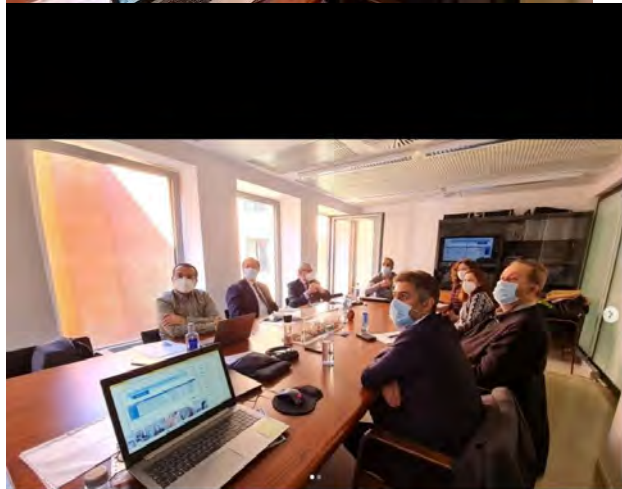
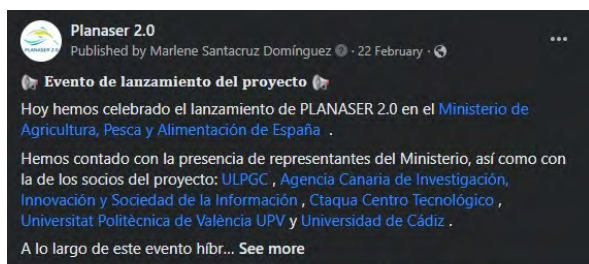
- **LinkedIn:** <https://www.linkedin.com/company/planaser-2-0/>

- **Instagram:** <https://www.instagram.com/planaser20/>

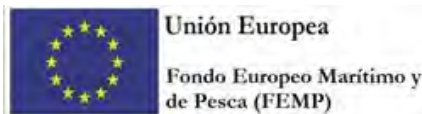
En coordinación con CTAQUA y ULPGC, Consulta Europa ha realizado publicaciones periódicas de noticias en las redes sociales del proyecto para difundir sus actividades, primeros resultados, el consorcio y noticias relacionadas con las temáticas del proyecto. La estrategia de dinamización de los canales del proyecto se ha centrado en los siguientes elementos:

- Publicaciones periódicas en horarios estratégicos.
- Flexibilidad y adaptación del contenido: Se han creado textos atractivos acompañados de imágenes / animaciones y mencionando otras cuentas relevantes, en primer lugar, las cuentas oficiales de los socios, así como perfiles de actores locales e internacionales. Se han utilizado hashtags con el objetivo de alcanzar a un mayor público.
- Interacción con otros perfiles: se han compartido posts y noticias relevantes los socios y otros stakeholders nacionales e internacionales relacionados con las temáticas del proyecto.

Hay que destacar la campaña específica en todas las redes sociales para el lanzamiento de PLANASER 2.0 y su primera reunión. Ejemplos de posts publicados en los distintos medios se proporcionan abajo:







**Foto. 60** Reunión de lanzamiento proyecto PLANASER

Además de la primera campaña y de posts periódicos, se ha trabajado en otra campaña de difusión como por ejemplo la campaña para dar a conocer los primeros resultados de los ensayos y la campaña del cierre de proyecto:

Sobre la campaña para dar a conocer los primeros resultados de los ensayos se pueden destacar algunas

publicaciones como por ejemplo:

- El resultado del ensayo de transporte de juveniles de *Seriola* a la Península desde Canarias.
- El estudio sobre la mejora de las dietas de reproductores de *Seriola* desarrollado por el equipo de la ULPGC en Gran Canaria y que ha culminado con éxito tras cuatro meses de ensayo con un muestreo final al que se han unido investigadores de la Universidad de Cádiz en la extracción de muestras de sangre para la determinación de hormonas sexuales.

La campaña sobre el evento final del cierre del proyecto ha sido también lanzada en todas las redes sociales para que pudiera difundirse más rápidamente y llegar también a personas que todavía no conocían el proyecto Planaser. Ejemplos de posts publicados en los distintos medios se proporcionan abajo







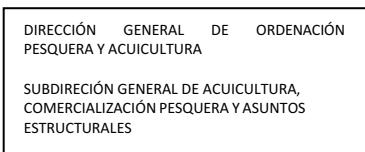
Foto. 60 Campaña difusión evento final de PLANASER en las RRDS

### > Notas de prensa

Durante el proyecto, con el objetivo de atraer la atención de los medios, tanto a nivel regional como nacional e internacional se ha llevado a cabo las siguientes acciones:

- Redactado y enviado notas de prensa y difusión de temas noticiables relacionados con el proyecto, los eventos realizados y las acciones de comunicación previstas.
- Elaborado una base de datos de medios de comunicación específica, prestando especial atención a medios generalistas regionales y nacionales, además de medios especializados.
- Realizado tareas de refuerzo, mediante *email marketing* y llamadas telefónicas, así como confirmación de asistencia a las convocatorias y de recepción de comunicados.
- Facilitado a los medios de comunicación de enlaces permanentes de descarga del material fotográfico y audiovisual generado sobre los diferentes actos previstos, gracias a la puesta en marcha de un servidor dedicado.
- Enviado a los medios de comunicación material fotográfico a través del correo electrónico corporativo como complemento al servidor.
- Proporcionado asistencia informativa y logística a las necesidades de los medios de comunicación que cubran los actos y acciones previstas.
- Recopilado los impactos generados en los medios de comunicación (agencias, prensa escrita y digital, radio y televisión) y asegurado elaboración de *clipping*.
- Actualizado del listado de medios, registro de nuevos contactos, sistematización y conversión en base de datos de forma periódica.

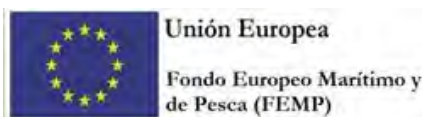
En detalle, se ha creado bases de datos de medios de comunicación tanto generalistas como especializadas en temas de acuicultura que serán utilizadas y actualizadas a lo largo de todo el proyecto. Con al apoyo de los socios y sus medios de comunicación de interés en su territorio (al menos 2 por socio), se ha preparado el gabinete de prensa. La generación de contenidos, la redacción y la difusión de comunicados de prensa desde un gabinete de comunicación especializado es fundamental para que



los medios de comunicación internacionales, nacionales y locales, tanto generalistas como especializados, tengan información con regularidad sobre las acciones que se van a llevar a cabo, llegando a cubrir por completo el proyecto, manteniendo una mayor presencia en los motores de búsqueda de forma regular.

Además, se ha redactado y enviado notas de prensa para el lanzamiento del proyecto y facilitado a numerosos medios de prensa obteniendo 16 publicaciones en los siguientes medios:

FECHA	MEDIO	TITULAR	TIPO	LOCALIZACION
03/03/2022	Europa Azul	Arranca el proyecto Planaser para diversificar la acuicultura sostenible canaria <a href="https://europa-azul.es/planaser-seriola/">https://europa-azul.es/planaser-seriola/</a>	DIGITAL	NACIONAL
02/03/2022	MisPeces	PLANASER 2.0 busca resolver los obstáculos que permiten la expansión de la seriola en España <a href="https://www.mispeces.com/noticias/PLANASER-2.0-busca-resolver-los-obstaculos-que-permiten-la-expansion-de-la-seriola-en-Espana/?fbclid=IwAR2h624fNZQEoQ_FwSrX3sijmotu_6jrjYjr_dzX8IbN0Nc_VD_Sz4qXLvc#.Yh9BkujMKU">https://www.mispeces.com/noticias/PLANASER-2.0-busca-resolver-los-obstaculos-que-permiten-la-expansion-de-la-seriola-en-Espana/?fbclid=IwAR2h624fNZQEoQ_FwSrX3sijmotu_6jrjYjr_dzX8IbN0Nc_VD_Sz4qXLvc#.Yh9BkujMKU</a>	DIGITAL	NACIONAL
02/03/2022	MasCastillaLaMancha	PLANASER 2.0 DIVERSIFICARÁ LA ACUICULTURA SOSTENIBLE ESPAÑOLA <a href="https://www.mascastillalamancha.com/2022/03/02/planaser-2-0-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/">https://www.mascastillalamancha.com/2022/03/02/planaser-2-0-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/</a>	DIGITAL	REGIONAL
01/03/2022	AQUAHoy	PLANASER 2.0 diversificará la acuicultura sostenible española <a href="https://www.aquahoy.com/noticias/peces/36568-planaser-2-0-diversificara-acuicultura-sostenible-espanola">https://www.aquahoy.com/noticias/peces/36568-planaser-2-0-diversificara-acuicultura-sostenible-espanola</a>	DIGITAL	NACIONAL
01/03/2022	Mass Cultura	Comienza el proyecto PLANASER 2.0 «Plan Nacional de Consolidación del Cultivo que diversificará La Acuicultura Sostenible Española <a href="https://www.masscultura.com/mass/comienza-el-proyecto-planaser-2-0-plan-nacional-de-consolidacion-del-cultivo-que-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/">https://www.masscultura.com/mass/comienza-el-proyecto-planaser-2-0-plan-nacional-de-consolidacion-del-cultivo-que-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/</a>	DIGITAL	REGIONAL
01/03/2022	Motril Digital	La acuicultura canaria: un medio para fomentar la economía y el empleo azul.	DIGITAL	REGIONAL



01/03/2022	<b>Reddit</b>	<a href="https://motrildigital.es/la-acuicultura-canaria-medio-fomentar-la-economia-empleo-azul/">https://motrildigital.es/la-acuicultura-canaria-medio-fomentar-la-economia-empleo-azul/</a> PLANASER 2.0 diversificará la acuicultura sostenible española	DIGITAL	NACIONAL
02/02/2022	<b>Europa Azul</b>	<a href="https://www.reddit.com/r/Acuicultura/comments/t51g70/planaser_20_diversificar%C3%A1_la_acuicultura/">https://www.reddit.com/r/Acuicultura/comments/t51g70/planaser_20_diversificar%C3%A1_la_acuicultura/</a> La acuicultura española trabajará en la consolidación del cultivo de seriola	DIGITAL	NACIONAL
27/01/2022	<b>Ruta Pesquera</b>	<a href="https://europa-azul.es/acuicultura-trabajara-cultivo-de-seriola/#">https://europa-azul.es/acuicultura-trabajara-cultivo-de-seriola/#</a> La acuicultura española trabajará en la consolidación del cultivo de seriola	DIGITAL	NACIONAL
21/01/2022	<b>AQUAHOY</b>	<a href="https://www.rutapesquera.com/la-acuicultura-espanola-trabajara-en-la-consolidacion-del-cultivo-de-seriola/">https://www.rutapesquera.com/la-acuicultura-espanola-trabajara-en-la-consolidacion-del-cultivo-de-seriola/</a> La acuicultura española trabajará en la consolidación del cultivo de seriola	DIGITAL	NACIONAL
21/01/2022	<b>Info RAS</b>	<a href="https://aquahoy.com/noticias/peces/36437-acuicultura-espanola-consolidacion-cultivo-seriola">https://aquahoy.com/noticias/peces/36437-acuicultura-espanola-consolidacion-cultivo-seriola</a> Buscan consolidar el cultivo de seriola.	DIGITAL	NACIONAL
20/01/2022	<b>MisPeces</b>	<a href="https://info-ras.cl/buscan-consolidar-el-cultivo-de-seriola/">https://info-ras.cl/buscan-consolidar-el-cultivo-de-seriola/</a> Los Planes Nacionales subvencionan cuatro proyectos con 2,3 millones de euros.	DIGITAL	NACIONAL
20/01/2022	<b>MisPeces</b>	<a href="https://www.mispecies.com/noticias/Los-Planes-Nacionales-subvencionan-cuatro-proyectos-con-23-millones-de-euros/#.Y1EREXbMK5d">https://www.mispecies.com/noticias/Los-Planes-Nacionales-subvencionan-cuatro-proyectos-con-23-millones-de-euros/#.Y1EREXbMK5d</a> Un nuevo Plan Nacional busca consolidar los avances en el cultivo de seriola.	DIGITAL	NACIONAL
20/01/2022	<b>IPac Acuicultura</b>	<a href="https://www.mispecies.com/noticias/Un-nuevo-Plan-Nacional-busca-consolidar-los-avances-en-el-cultivo-de-seriola/#.YiDDpOjMKUk">https://www.mispecies.com/noticias/Un-nuevo-Plan-Nacional-busca-consolidar-los-avances-en-el-cultivo-de-seriola/#.YiDDpOjMKUk</a> La acuicultura española trabajará para llegar a consolidar el cultivo de seriola.	DIGITAL	NACIONAL
		<a href="http://www.ipacuicultura.com/noticias/ultima_hora/80313/la_acuicultura_espanola_trabajara_para_llegar">http://www.ipacuicultura.com/noticias/ultima_hora/80313/la_acuicultura_espanola_trabajara_para_llegar</a>		



SECRETARIA GENERAL DE PESCA

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES

[a consolidar el cultivo de seriola. html](#)

20/01/2022  
2 CTAQUA

La acuicultura española trabajará en la consolidación del cultivo de seriola.  
<https://www.ctaqua.es/220120-seriola-planaser-femp-ctaqua-acuicultura.aspx#.YiCmQejMKUk>

DIGITAL REGIONAL

MARZO-ABRIL 2022 RUTA PESQUERA

Un nuevo Plan Nacional busca consolidar los avances en el cultivo de seriola

IMPRESO NACIONAL



acuicultura

El éxito en el desarrollo de estos proyectos se traducirá en un beneficio tanto para las empresas agroalimentarias como las acuícolas

Por su parte, los investigadores del Grupo RADIRNM-216 de la Universidad de Cádiz, con una trayectoria reconocida en estudios del estado metabólico, inmunológico y de resistencia al estrés de las especies acuícolas, serán los encargados de evaluar in vivo las respuestas nutricionales y metabólicas derivadas de la utilización de los subproductos. Los ensayos se desarrollarán con especies productoras mediterráneas como la dorada y el mujol que serán alimentadas con piensos enriquecidos con los diferentes subproductos de vinificación o producción cervecera.

Se evaluarán tanto las respuestas mejoradas al comer a los individuos a retos ambientales similares a los que podrían ocurrir en condiciones naturales, (diminución de oxígeno, aumento de temperatura, etc) como el efecto sobre el crecimiento y eficiencia en la utilización del alimento derivado de la inclusión en los piensos del bagazo de cerveza tratado enzimáticamente.

Gracias al Proyecto UBAGALAC se espera incrementar el conocimiento sobre la valorización de subproductos agroindustriales, así como su posible aplicación a la actividad acuícola. Esta permitirá consolidar tanto las actividades industriales generadoras de dichos subproductos al ofrecer nuevos usos para los mismos, con el incremento de rentabilidad que esto conlleva, como la propia actividad acuícola (reducir la reducción de los costes de alimentación o los derivados de las patologías).

El éxito en el desarrollo de estos proyectos se traducirá en un beneficio tanto para las empresas agroalimentarias como las acuícolas y por consiguiente un incremento en la tasa de empleo vinculado a la actividad.

Un nuevo Plan Nacional busca consolidar los avances en el cultivo de seriola

La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) y la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACISI) en colaboración con la Universidad de Cádiz (UCA), el Centro Tecnológico de la Acuicultura (CTAQUA) y la Universidad Politécnica de Valencia (UPV), empezarán a trabajar en el proyecto PLANASER 2.0 "Plan Nacional de Consolidación del Cultivo de Seriola (Seriola lalandi)", que ha sido financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, en la convocatoria de subvenciones en I+D+i, en el ámbito de los Planes Nacionales de Acuicultura que serán cofinanciados por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) 2014-2020.

"El objetivo principal del proyecto es consolidar el cultivo de esta especie" explica Javier Roo, coordinador del proyecto de la ULPGC.

En línea con la Política Común de Pesca, el Programa Operativo del FEMP y el Plan Estratégico Plurianual de la Acuicultura Española, el proyecto PLANASER 2.0 buscará contribuir al desarrollo de conocimientos innovadores en relación con la puesta a punto del cultivo de la seriola aplicada a la industria acuícola española, cubriendo de esta forma la demanda en cuanto a la diversificación del sector acuícola, y apoyándose en el área de alimentación y nutrición como principal herramienta de avance.

PLANASER 2.0 proporcionará apoyo a la consolidación del desarrollo tecnológico, innovación y transferencia de conoci-



MARZO-ABRIL 2022 Mis peces

<https://www.mispeces.com/noticias/PLANASER-2.0-busca-resolver-los-obstaculos-que-permiten-la-expansion-de-la-seriola-en-Espana/>

DIGITAL NACIONAL

MARZO-ABRIL 2022 Europa Azul

Arranca el proyecto Planaser para diversificar la acuicultura sostenible canaria <https://europa-azul.es/planaser-seriola/>

DIGITAL NACIONAL

OCTUBRE 2022 Mis peces

<https://www.mispeces.com/noticias/Desarrollan-un-protocolo-de-envio-de-seriolas-de-Canarias-hasta-la-peninsula-Iberica/#.Y1eiFezMLdo>

DIGITAL NACIONAL

OCTUBRE 2022 Radio Faro

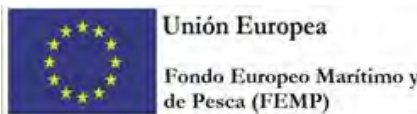
<https://radiofarodelnoroeste.es/secciones/internacional/item/11048-planaser-2-0-avanza-gracias-al->

DIGITAL NACIONAL

Javier.roo@ulpgc.es

comerpm@mapa.es





Fecha	Publicación	Título	Formato	Alcance
OCTUBRE 2022	El diario	exito-en-el-envio-de-ejemplares-vivos-de-seriola-desde-canarias <a href="https://www.eldiario.es/canariasahora/ciencia_y_medio_ambiente/universidad-palmas-gran-canaria-desarrolla-protocolo-enviar-ejemplares-vivos-seriola-peninsula_1_9654311.html">https://www.eldiario.es/canariasahora/ciencia_y_medio_ambiente/universidad-palmas-gran-canaria-desarrolla-protocolo-enviar-ejemplares-vivos-seriola-peninsula_1_9654311.html</a>	DIGITAL	NACIONAL
OCTUBRE 2022	AquaHoy	<a href="https://aquahoy.com/planaser-2-0-exito-envio-ejemplares-vivos-seriola-canarias/">https://aquahoy.com/planaser-2-0-exito-envio-ejemplares-vivos-seriola-canarias/</a> <a href="https://www.laprovincia.es/sociedad/2022/11/07/medregal-viaja-primera-78230593.html?fbclid=IwAR2YKieAeGwpqH7NzDW-wuN6-oNDf2GQJEue6919Xgpb_AfnKdofUzwE7JU">https://www.laprovincia.es/sociedad/2022/11/07/medregal-viaja-primera-78230593.html?fbclid=IwAR2YKieAeGwpqH7NzDW-wuN6-oNDf2GQJEue6919Xgpb_AfnKdofUzwE7JU</a>	DIGITAL	NACIONAL
NOVIEMBRE 2022	La Provincia	<a href="https://acuicultura.blogs.upv.es/2023/01/02/el-proyecto-planaser-2-0-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/">https://acuicultura.blogs.upv.es/2023/01/02/el-proyecto-planaser-2-0-diversificara-la-acuicultura-sostenible-espanola/</a>	DIGITAL	NACIONAL
ENERO 2023	Acuicultura y Biodiversidad	Avances en la optimización del cultivo de seriola en etapas tempranas y pre-engorde en el marco de PLANASER 2.0	DIGITAL	REGIONAL
MAYO 2023	IPAC ACUICULTURA	Un estudio determina la capacidad de la seriola a altas densidades de cultivo	DIGITAL	NACIONAL
MAYO 2023	Mis peces	<a href="https://www.ipacuicultura.com/noticia-67741-seccion-Proyectos">https://www.ipacuicultura.com/noticia-67741-seccion-Proyectos</a>	DIGITAL	NACIONAL
JUNE 2023	IPAC ACUICULTURA	<a href="https://www.mispeces.com/noticias/Avances-en-cultivo-de-seriola-gracias-a-colaboracion-publico-privada/">https://www.mispeces.com/noticias/Avances-en-cultivo-de-seriola-gracias-a-colaboracion-publico-privada/</a>	DIGITAL	NACIONAL
JUNE 2023	Mis peces	<a href="https://www.mispeces.com/noticias/Planaser-celebra-la-jornada-final-de-Proyecto-el-proximo-mes-de-octubre/">https://www.mispeces.com/noticias/Planaser-celebra-la-jornada-final-de-Proyecto-el-proximo-mes-de-octubre/</a>	DIGITAL	NACIONAL
AGOSTO 2023	Mis peces	<a href="https://www.reddit.com/r/Acuicultura/comments/15z5noi/planaser_20_plan_nacional_de_consolidaci%C3%B3n_del/?rdt=57199">https://www.reddit.com/r/Acuicultura/comments/15z5noi/planaser_20_plan_nacional_de_consolidaci%C3%B3n_del/?rdt=57199</a>	DIGITAL	NACIONAL
AGOSTO 2023	Reddit por AquaHoy		DIGITAL	NACIONAL





AGOSTO- SEPTIEMBRE 2023 IPAC ACUICULTURA <https://www.ipacuicultura.com/noticia-68099-seccion-Eventos> DIGITAL NACIONAL

Además, han creado tres boletines informativos, s el primero se difundió en el mes de febrero 2023 tras la reunión presencial del consorcio del 22 de noviembre en Cádiz en conjunto con el XVIII Congreso Nacional de Acuicultura y la noticia del suceso del envío de larvas y juveniles producidos en condiciones controladas, el segundo se difundió en junio del 2023 poniendo en luz algunos importantes resultados como:

- EL ENSAYO CLÍNICO DE FÁRMACOS EXPERIMENTALES ORALES PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE PARÁSITOS EXTERNOS.
- LA EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD ÓPTIMA DE CULTIVO PARA EL PEZ LIMÓN EN SISTEMA RAS
- EL EFECTO DE LA TAURINA EN EL CRECIMIENTO Y LA SALUD DE LAS LARVAS DE MEDREGAL (*Seriola dumerili*)
- LA EVALUACIÓN DE LOS BENEFICIOS DE UN ADITIVO NATURAL CON EFECTOS RELAJANTES EN EL PEZ LIMÓN
- LOS AVANZE EN EL DISEÑO Y EVALUACIÓN DE UN PROTOCOLO DE ACLIMATACIÓN DE REPRODUCTORES DE SERIOLA.
- EL ESTUDIO LA DIGESTIBILIDAD Y EXCRECIÓN DE PIENSOS PARA EL PEZ LIMÓN

En fin el tercero se acaba de publicar en Noviembre 2023 tras el Evento de cierre del proyecto. En este último boletín es posible mirar también el video divulgativo que se desarrolló para el proyecto.

### Tarea 6.2 Elaboración de material divulgativo

#### Entidades participantes: Todos

#### Descripción de las tareas y trabajos realizados:

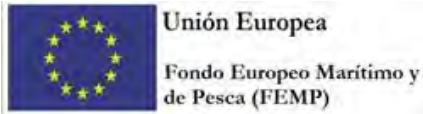
Se desarrollarán materiales de difusión y divulgación: folletos de divulgación específica para empresas y expertos del sector, así como folletos más generales para la ciudadanía; roll-ups; banners para las redes sociales; plantillas para los documentos del proyecto; paneles/posters/carteles para que los socios lo impriman y lo coloquen en sus instalaciones y en los eventos a realizar. Se elaborará el material con el fin de sensibilizar para el cambio de paradigma hacia un sector de la acuicultura más sostenible e integrado con las empresas locales y la sociedad. El material se difundirá en los eventos, en la página web y en las redes sociales. Se optará por el uso de códigos QR para evitar el gasto innecesario de papel.

Además, junto con el material previamente descrito, se desarrollará un video divulgativo (aprox. 4-5 minutos) presentando los objetivos del proyecto, las características innovadoras, las actividades, el partenariado y la financiación. El video se difundirá masivamente en los canales oficiales del proyecto y los medios de comunicación institucionales de los socios.

#### Resultados obtenidos

##### > Materiales divulgativos

Otra tarea realizada por Consulta Europa, en coordinación con CTAQUA y el coordinador del proyecto, ha sido diseñar y desarrollar la imagen corporativa que define la identidad del proyecto, así como también permite garantizar su reconocimiento. El logo ha sido creado en diferentes formatos para diferentes usos.



DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES



Además, para que cualesquiera futuros materiales que se desarrollen tengan cierta coherencia con el logotipo del proyecto, se ha proporcionado a los socios una plantilla en la que se pueden consultar los colores y tipografía exacta que tiene que ser utilizada.



**PLANASER 2.0**

**Main colours**

- #005A99
- #28CDE0
- #E8E20C
- #B5DE02

---

**Main Typography**

**Nunito**

ABCDEFGHIJKLM  
NOPQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklm  
nopqrstuvwxyz  
0123456789  
!@#%&\*{}|

**Secondary Typography**

**Arial**

ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklmnpqrstuvwxyz  
ABCDEFGHIJKLMNPOQRSTUVWXYZ  
abcdefghijklmnpqrstuvwxyz  
0123456789 0123456789

Foto. 61 Logo y tipografía

Además, se han producido banners para redes sociales, plantillas para los entregables y para las presentaciones PowerPoint, cartel y roll-up, siguiendo la imagen corporativa desarrollada y evidenciada arriba:



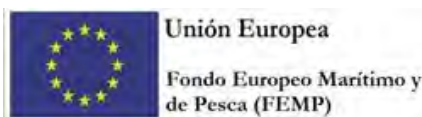


Foto. 62 Reunión Banner evento final

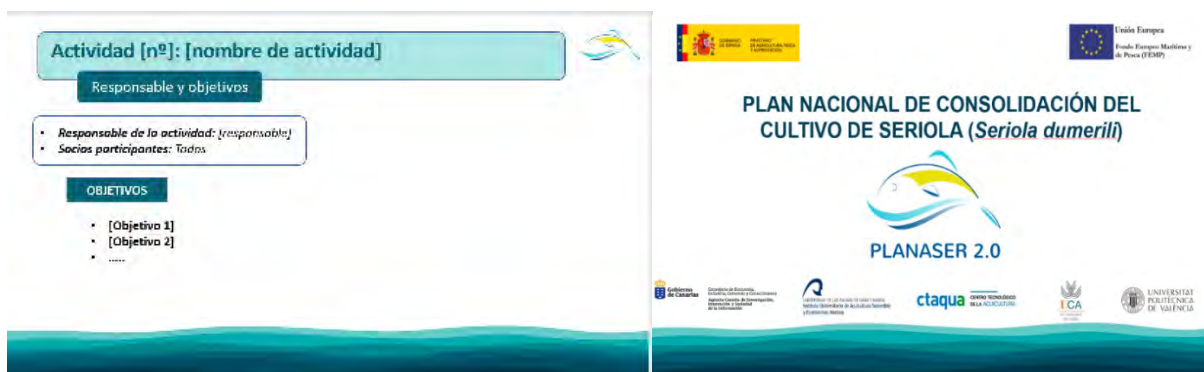


Foto 63 Plantilla PowerPoint

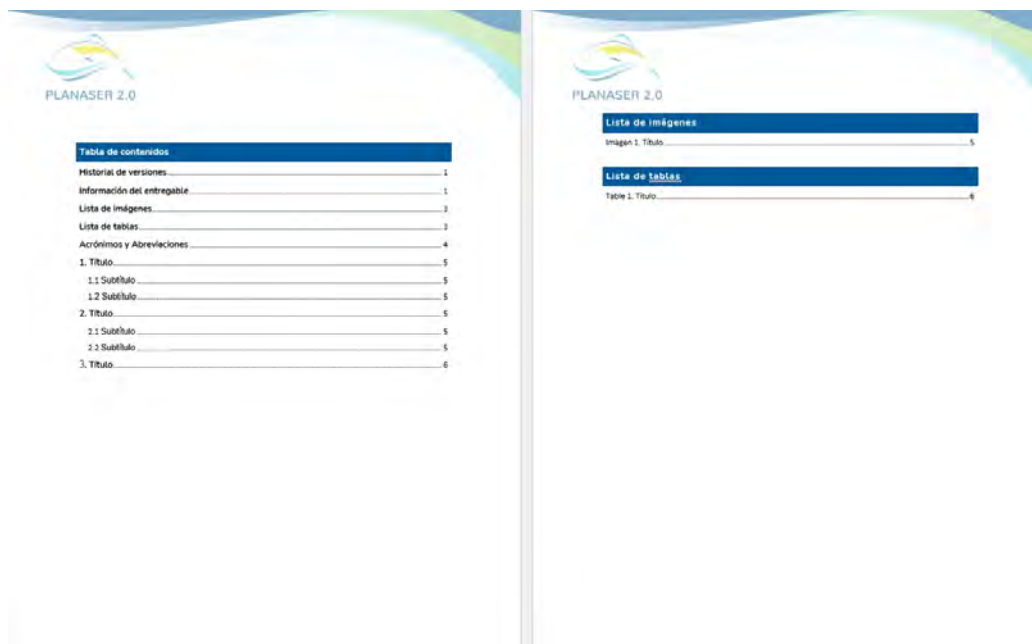


Foto 64 Plantillas entregables

Se desarrolló materiales adicionales de difusión y divulgación incluyendo folletos y carteles de divulgación específica además de una plantilla común de poster para su presentación en el XVIII Congreso Nacional de Acuicultura 2022. El material también se difundió en la página web y en las redes sociales.

Por otro lado, dos roll up estándar se diseñaron con la intención de conseguir una mayor visibilidad en cualquier evento presencial relacionado con el proyecto. La primera versión del roll up a continuación, se diseñó para conseguir una estética más actual y minimalista y tiene unas dimensiones de 85 x 200 cm.

La segunda versión del roll up se ha rediseñado por el evento final del proyecto.



SECRETARÍA GENERAL DE PESCA

DIRECCIÓN GENERAL DE ORDENACIÓN PESQUERA Y ACUICULTURA  
 SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ACUICULTURA, COMERCIALIZACIÓN PESQUERA Y ASUNTOS ESTRUCTURALES



Foto 64 Figura Roll Up versión inicia



Foto 65 Figura Roll Up versión definitiva

Para el evento también se diseñaron, un poster, un folleto informativo dirigido a los investigadores y expertos en materia de pesca y acuicultura en el que se describen brevemente las actividades del proyecto y los resultados obtenidos y un folleto informativo dirigido al público general en el que se presentan brevemente los objetivos, las actividades y los retos del proyecto.

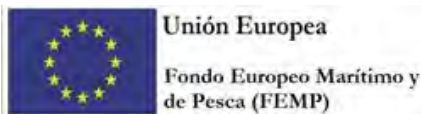


Foto 66 Folletos

> Video

Junto al material previamente descrito, se ha desarrollado un video divulgativo a lo largo de la duración del proyecto, presentando los objetivos de PLANASER 2.0, las características innovadoras, las actividades llevadas a cabo, el partenariado, la financiación y escenas del evento final del proyecto. Durante el primer año de proyecto se ha trabajado en recolectar el material audio visual y fotográficos necesario para su creación. En particular, se han realizado videos y tomado fotos en las instalaciones





del parque científico tecnológico marino de la ULPGC. A este material se añadirá todos aquellos recursos que se grabarán en el marco de la reunión y conferencia prevista en noviembre 2022 en Cádiz y en el evento final de clausura del proyecto El vídeo está disponible en el canal de youtube del proyecto a través del siguiente enlace: <https://youtu.be/Ls5HD6fNF40>

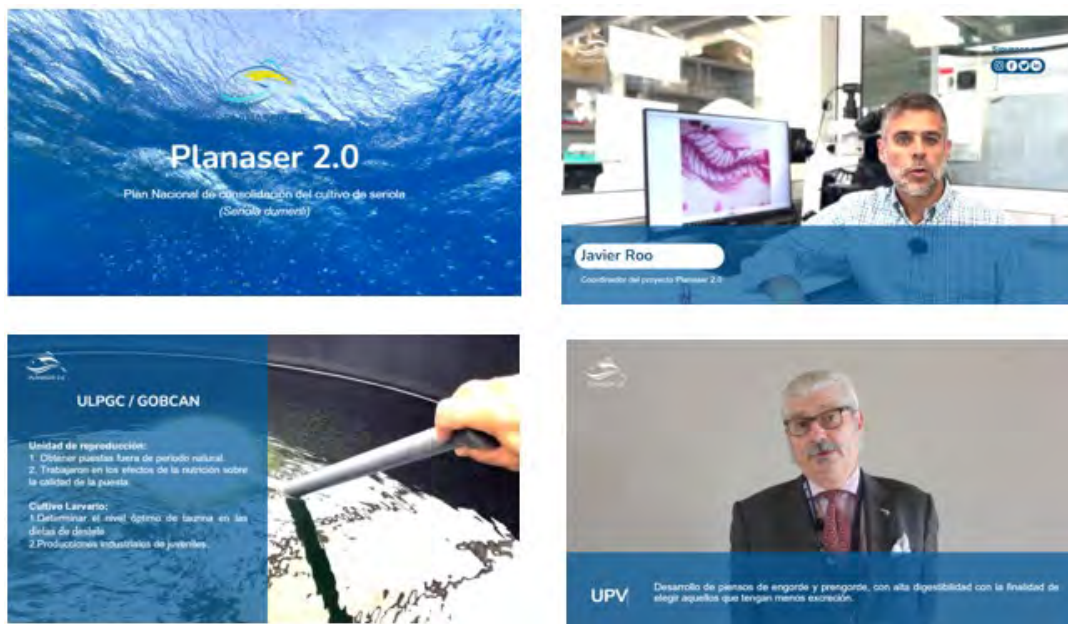


Foto 67 Imágenes del video de difusión de PLANASER

### Tarea 6.3 Creación e Internacionalización de red de stakeholders

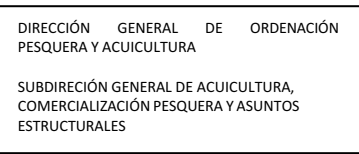
#### Entidades participantes: Todos

#### Descripción de las tareas y trabajos realizados:

Para esta tarea se prevé la subcontratación de una asociación o entidad representativa del sector acuícola, que integró tanto granjas como al resto de cadena de valor y tenga experiencia y representación a nivel nacional, europeo e internacional en asociaciones o redes como por ejemplo (FEAP, EATIP, PTEPA.).

El servicio requerido, tendrá como objetivo establecer los contactos con los principales actores que participan en el desarrollo del cultivo de *Seriola dumerili* a nivel europeo e internacional: Empresas: Productivas y de la cadena de valor; Centros y equipos de Investigación; Organismos Internacionales. Con el fin de integrarlos en una red internacional /network SERIOLA 2.0 de expertos en el cultivo de la *Seriola dumerili*. Para ello se elaborará material divulgativo compuesto por un documento resumen y presentaciones dinámicas donde se haga referencia y describa los equipos participantes en el proyecto y su experiencia científico/técnica, junto con un resumen de los objetivos del proyecto y su justificación frente al sector y la sociedad que será presentado a los diferentes actores en reuniones específicas para invitarlos a unirse e integrar la nueva Red SERIOLA 2.0. La presentación oficial de la Red SERIOLA 2.0, se desarrollaría durante la celebración del Workshop internacional, organizado dentro del proyecto con el objetivo de dar continuidad al Proyecto PLANASER 2.0. La Red SERIOLA 2.0 se creará con el objetivo de promover la organización de nuevos consorcios para la solicitud de proyectos de I+D tanto en el ámbito





Nacional, europeo o internacional con los socios que la integren, al igual que acciones formativas, intercambio de investigadores/staff así como la promoción del consumo de la especie.

### Resultados obtenidos

La ULPGC subcontrató la Asociación Empresarial de Acuicultura de España (APROMAR) para el desarrollo de esta tarea. Por parte de ULPGC, UCA, CTAQUA y UPV, el personal que forma parte del proyecto contribuyó en esta actividad aportando contenidos para la difusión del proyecto y para su inclusión en la página web así como aumentando la difusión de las noticias realizadas mediante la difusión en las redes sociales propias de las entidades.

Para esta tarea, APROMAR estableció contactos con los principales actores que participan en el desarrollo del cultivo de *Seriola dumerili* a nivel europeo e internacional. Además organizó las siguientes jornadas de trabajo para el desarrollo de esta red. El 11 de septiembre se desarrolló la jornada. APROMAR se encargó de contactar a los ponentes. Y desde la coordinación del proyecto se hicieron las gestiones de las inscripciones. Se inscribieron 43 personas.

La formación de la Red fue acogida con gran interés y se puso en valor la importancia de llevarla a cabo.

Posteriormente, el 27 de septiembre tuvo lugar una reunión del Comité Técnico de APROMAR-REMA en Madrid. Este CT reúne a los expertos de innovación de las empresas productoras españolas y del resto de la cadena de valor. Este foro tiene como objetivo realizar proyectos innovadores con un interés colectivo. En esta reunión participaron 27 personas.

En esta reunión se comentaron los avances del proyecto, la jornada y la creación de la Red. Los participantes apoyaron la creación de la red con interés.

### Tarea 6.4 Workshops Internacional de cultivo de *Seriola*

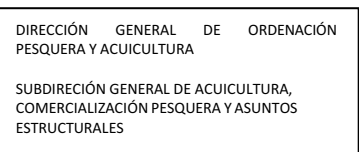
El carácter innovador y demostrativo del proyecto se basa en la posible implantación de los elementos ensayados y los procesos mejorados durante el proyecto. Es imprescindible su difusión, discusión de criterios y esfuerzos e intercambiar experiencias al respecto, así como la diseminación de los resultados entre la comunidad científica y el sector y el público en general.

Por ello, antes de la finalización del proyecto, se llevarán a cabo diferentes acciones de como las mencionadas en las Tareas 6.1 y 6.2 y 6.3 contemplando este evento como un cierre en Canarias un Workshop internacional específico de *Seriola* donde se expondrán los resultados de mismo.

Se hará uso de la extensa red de contactos del ámbito científico y empresarial con la que cuentan los socios de la agrupación, para convocar a especialistas en el cultivo de *Seriola* a de diferentes centros de investigación, empresas y administraciones públicas para poner en común experiencias e información para la mejora de la sostenibilidad del sector atendiendo a aspectos productivos vinculados a la diversificación, las tasas de éxito del cultivo y avances obtenidos en el proyecto, así como formas de mejorar los resultados.

Este evento se prevé en formato mixto, presencial y online contando además con servicio de traducción simultánea a español /inglés. En esta tarea se contará con la colaboración de la ACIISI y los diferentes programas de difusión de la Ciencia para promover las acciones del proyecto. Se incluirá la realización de una encuesta para valorar la percepción del trabajo realizado y de las expectativas que se tienen respecto a esta área en el desarrollo del sector. Los resultados de la encuesta serán empleados en la evaluación y seguimiento del proyecto.

### Resultados obtenidos



Durante los días 5 y 6 de octubre de 2023 tuvo lugar el Evento híbrido Final del Proyecto PLANASER.2.0 “Plan Nacional de consolidación del cultivo de seriola (*Seriola dumerili*)”.

En el primer día de este Workshop internacional, el programa se dividió en dos sesiones, la primera que fue online y presencial con 22 personas conectadas y 29 personas en presencia y la segunda sesión que fue solo presencial.

El evento duró desde las 9.00 hasta las 18.00 y tuvo lugar en el Edificio Polivalente I en el Campus Universitario de Tafira, en Las Palmas de Gran Canaria. Todas las actividades de la primera sesión contaron con la presencia de un traductor simultáneo de español al inglés para dar la oportunidad a los no hispanohablantes interesados en el workshop, de seguir el evento al menos de forma online. No obstante el proyecto PLANASER sea un proyecto nacional, es importante recordar que uno de sus principales objetivos, ha sido “consolidar el cultivo de *Seriola* (*S. dumerili*) en España y posicionar a España como un referente en el cultivo de esta especie a través de las innovaciones que se desarrollen fomentando la cooperación público-privada y la transferencia de conocimiento a la sociedad.

El encuentro comenzó con la recepción e inscripción de los participantes y después de los saludos institucionales. El encuentro comenzó con la recepción e inscripción de los participantes y después de los saludos institucionales por parte de los representantes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, del Gobierno de Canarias y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, los miembros del consorcio de PLANASER 2.0, presentaron los resultados finales del proyecto a través de sus presentaciones. La primera presentación fue realizada por Javier Roo, representante del ACIISI (Agencia Canaria de investigación, Innovación y Sociedad de la Información) y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria que comenzó la reunión con la presentación del proyecto. A continuación, los investigadores de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Raquel Quirós Pozo y Christian Monzón Rivero hicieron una presentación sobre las “Innovaciones en los procesos de cría”. Por último, antes del Coffee break, Miguel Jover, investigador de la Universidad Politécnica de Valencia, realizó una presentación sobre la “Optimización de dietas de engorde”.

Después de un breve descanso, tuvieron lugar las tres últimas presentaciones. En la primera presentación Juan Antonio Martos- Sitcha, investigador de la Universidad de Cádiz, nos informó al respecto de “Bienestar y Salud” mientras la investigadora del Centro Tecnológico de Acuicultura (CTAQUA), María del Mar Agraso, hizo una presentación sobre la “Validación de desarrollos del proyecto”. Por último Beatrice Avagnina en representación de Consulta Europa y Javier Ojeda en representación de la asociación APROMAR/REMA hicieron una presentación sobre el “Plan de comunicación y la creación de una red de stakeholder”. Al final de las presentaciones, se invitaron los participantes al evento a rellenar online, un cuestionario (en español o en inglés) sobre la “Valoración y percepción del trabajo realizado y las futuras expectativas en el sector de la Acuicultura”.



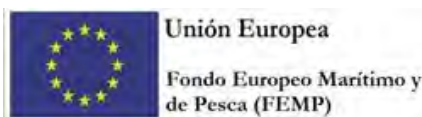


Foto 68 Ponencias Evento de cierre del proyecto

La sesión de la tarde, comenzó con la ponencia de D. Mauricio Moreno Alva, miembro de Kampachi Farms (México), una empresa dedicada a la producción de ciclo cerrado de King Kampachi (*Seriola rivoliana*); y la presencia de D. Paulo Serra Lopez, perteneciente de AQUAZOR (Azores), una compañía dedicada a la acuicultura y biotecnología marina de Azores.

Ambos los ponentes internacionales, explicaron sus experiencias y aprendizajes con el cultivo de la *Seriola*.

En la mesa redonda, los colaboradores comentaron la dedicación de la empresa así como su labor en el proyecto. Participaron las empresas: ACUIPALMA S.L con su representante Jorge Medina), AVRAMAR S.A con su representante Javier Villa, Skreting AS con su representante Natalia Ordonez, APROMAR/REMA con su representante (Javier Ojeda) y también la participación de la representante del MAPA (M.Paloma Carballo Tejero). La mesa redonda fue moderada por Javier Roo, representante de ACIISI y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Ningún representante de las empresas colaboradora Bedson España S.A, FUTUNA BLUE ESPAÑA S.L. Y PISCÍCOLA DE TREBUJENA, S.A pudo acudir personalmente. En la mesa redonda participaron también la representante del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, María Paloma Carballo Tejero y los dos ponentes internacionales Mauricio Moreno Alva y Paulo Serra Lopez.



Foto 69 Foto de los participantes al Evento de cierre del proyecto

El segundo día de la conferencia, el 6 de octubre, se organizó para los interesados una visita técnica a las instalaciones IU-ECOQUA, ULPGC en el Parque Científico Tecnológico Marino de la ULPGC en Taliarte-Telde.



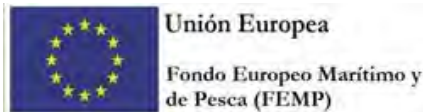


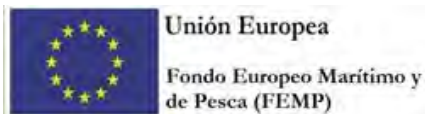
Foto 70 Visita a las instalaciones IU-ECOQUA, ULPGC en el Parque Científico Tecnológico Marino de la ULPGC en Taliarte

### **Tarea 6.5 Jornada de degustación de *Seriola cultivada*-Showcooking**

**Entidades participantes: Todos**

**Descripción de las tareas y trabajos realizados:**

La jornada de degustación de *Seriola*-cultivada y el Showcooking tuvieron lugar el mismo día y en el mismo sitio del workshop internacional. Al final de las presentaciones de los socios y antes de lo showcooking y del almuerzo, se llevó a cabo un análisis sensorial de la *seriola* (panel de CATA). Rafael Ginés representante de la Universidad de Las Palmas introdujo con una presentación, los participantes, a la sesión de CATA que estaba para empezar. Los participantes en la sala hicieron una degustación de *Seriola dumerili* salvaje y una de acuicultura, sin saber cuál ejemplar estaban probando. A partir del filete dorsal, se cortaron piezas de unos 2 cm de largo por 2 cm de ancho que fueron cocinadas al horno en cajitas individuales de aluminio alimentario y proporcionadas a los consumidores con una codificación de tres dígitos y sin información sobre el origen, salvaje o de acuicultura. El orden de presentación fue diferente para la mitad de los consumidores. Los datos se analizaron siguiendo un modelo lineal general univariante con dos factores fijos, el origen y el tipo de atributo. Tras la degustación, los participantes tuvieron que rellenar una encuesta como potenciales consumidores sobre la degustación que acababan de hacer. Cada consumidor dispuso de una hoja para puntuar tres atributos (i) valoración global, (ii) textura y (iii) sabor, en una escala continua de 10 cm de longitud



con anclajes en los extremos y en la parte central 0: no me ha gustado nada, 5: ni me gusta ni me disgusta, 10: me ha gustado mucho. Sólo después de comentar con Rafael los diferentes sabores que habían probado se les reveló cuál era la degustación de pescado salvaje y cuál de cultivado.



Foto 71 Panel de CATA

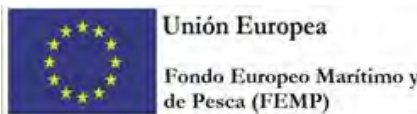
Al terminar la degustación, tuvo lugar una sesión de Showcooking con Oswaldo Hernandez Vega, chef profesional, que presentó seis platos a base de *Seriola Dumerili*, platos que iban recreados después para el almuerzo de los participantes. Los platos fueron explicados primero por el chef y luego distribuidos a los participantes y eran respectivamente tre platos de *Seriola* salvaje y tre platos de *Seriola* de acuicultura.



Foto 72 Showcooking

Una vez acabada la pausa del almuerzo empezó la sesión solo presencial donde tuvieron lugar las ponencias de dos expertos de nivel internacional sobre las “Experiencias de Cultivo de *Seriola* en el Mundo” con Mauricio Moreno Alva, representante de Kampachi Farms (México) y Paulo Serra Lopez, representante de AQUAZOR (Azores).





### Entregables

Los entregables previstos son los siguientes:

Entregable	Descripción	Responsable	Tipo	Fecha
E6.1	<b>Clipping de prensa e impacto de la difusión del proyecto.</b>	Javier Roo	Doc.	15/10/2023
E6.2.	<b>Material divulgativo.</b>	Daniel Montero	Prod.	15/10/2023
E6.3	<b>Informe de creación y actuaciones de difusión de la Red SERIOLA 2.0.</b>	Rafael Ginés	Doc.	15/10/2023
E6.3	<b>Materiales y presentaciones de las actuaciones de difusión de la Red SERIOLA 2.0.</b>	Felix Acosta	Prod.	15/10/2023
E6.4	<b>Informes descriptivos del evento e impacto (incluyendo número de participantes y firmas de asistencia).</b>	Samira Sarih	Doc.	15/10/2023
6.5	<b>Resultado de la encuesta de degustación.</b>	Rafael Ginés	Doc	15/10/2023

### .3. Adecuación al cronograma de trabajo

Tal como se ha señalado previamente, ha sido necesario aplicar el plan de contingencia previsto en el cronograma para poder ejecutar las tareas previstas aun la temporalidad del programa se entiende limitada para la carga de trabajo propuesta.

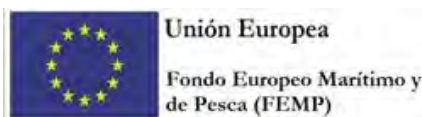
### .4. Seguimiento de indicadores de ejecución y evaluación del proyecto

Con el fin de identificar los riesgos y puntos críticos en el desarrollo del proyecto, en la reunión inicial del proyecto con todos los participantes, se concretaron los indicadores de evaluación y ejecución de cada una de las tareas descritas en la memoria inicial, con el fin de revisar su ejecución en reuniones periódicas y evaluar su cumplimiento.

En concreto se previeron una serie de indicadores:

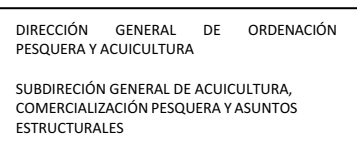
- GRADO DE CUMPLIMIENTO DE CRONOGRAMA: Valor critico anual <80%. Dado que el proyecto está en torno a un 30% del total de ejecución respecto al plazo inicial, por las causas sobrevenidas se justifica la solicitud de prórroga.
- DESVIACION DEL PLAZO DE FINALIZACION DEL PROYECTO: El inicio del proyecto se realizó según lo previsto y si bien su finalización se espera tenga una desviación mayor de la inicialmente planificada, por las causas sobrevenidas que han obligado a la solicitud de prórroga.
- DESVIACION DE GASTOS RESPECTO A LOS PREVISTOS EN > 3%: Dadas las causas sobrevenidas en el desarrollo del proyecto anteriormente justificadas, este valor ha superado el previsto. Como medida de contingencia el coordinador ha mantenido un contacto directo con JACUMAR para informar del mismo y plantear la solicitud de prórroga.

A continuación, se hace una revisión del estado de ejecución por actividades de la relación de documentos y productos que se han establecido como indicadores de la ejecución del proyecto que refleja una



ejecución superior al 96%.

RELACIÓN DE INDICADORES	Valor ref. inicio.	Ejecución
<b>ACTIVIDAD 1: COORDINACIÓN Y GESTIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
<b>Documentos</b>		
• Propuesta Técnica.	4%	4%
• Actas de reuniones.	2%	2%
• Informes de seguimiento económico y científico-técnico.	4%	2%
<b>ACTIVIDAD 2: INNOVACIONES EN LOS PROCESOS DE CRIA</b>	<b>20%</b>	<b>19.5%</b>
<b>Documentos</b>		
• Protocolo de aclimatación de reproductores.	2.5%	2%
• Informe de mejora de valor nutricional de dietas de reproductores.	2.5%	2.5%
• Informe de control biológico del protocolo de cultivo larvario.	2.5%	2.5%
• Informe de requerimiento nutricional de Taurina en el destete.	2.5%	2.5%
• Informe de ensayo de dieta ecosostenible en el destete.	2.5%	2.5%
• Protocolo de transporte de juveniles de Seriola.	2.5%	2.5%
<b>Productos</b>		
• Huevos de Seriola	2.5%	2.5%
• Juveniles de seriola.	2.5%	2.5%
<b>ACTIVIDAD 3: OPTIMIZACION DE DIETAS DE ENGORDE</b>	<b>20%</b>	<b>17%</b>
<b>Documentos</b>		
• Informe Digestibilidad de ingredientes	3%	3%
• Informe Digestibilidad y excreción de dietas	3%	3%
• Informe de crecimiento de la seriola hasta 500 g	3%	3%
• Informe de crecimiento de la seriola hasta 2000 g	3%	3%
• Informe de análisis sensorial	3%	0%
<b>Productos</b>		
• Dietas de alta digestibilidad.	5%	5%
<b>ACTIVIDAD 4: SALUD Y BIENESTAR</b>	<b>20%</b>	<b>20%</b>
<b>Documentos</b>		
• Informe de densidad de pre-engorde óptima.	5%	5%
• Informe de uso relajante en pre-engorde	5%	5%
• Informe de validación densidad/dieta digestible en pre-engorde.	5%	5%
• Informe de ensayo clínico.	5%	5%
<b>ACTIVIDAD 5: VALIDACIÓN DE LOS DESARROLLOS DEL PROYECTO</b>	<b>20%</b>	<b>19.5%</b>
<b>Documentos</b>		
• Informe de resultado de envío de huevos y producción de larvas.	2%	1.5%
• Informe de resultado del engorde de seriola en jaulas en Atlántico	4%	4%
• Informe de resultado del engorde de seriola en sistemas RAS.	4%	4%
<b>Productos</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
• Producción de seriola en sistemas RAS.	5%	5%
• Producción de seriola en jaulas de cultivo en Atlántico.	5%	5%
<b>ACTIVIDAD 6: PLAN DE COMUNICACIÓN</b>	<b>10%</b>	<b>10%</b>
<b>Documentos</b>		
• Clipping de prensa e impacto de la difusión del proyecto.	2%	2%
• Informe situación actual del cultivo de seriola.	1%	1%
• Informe de actuaciones de difusión de la Red SERIOLA 2.0.	1%	1%
• Informes descriptivos del evento	2%	2%
• Informe de Resultado de la encuesta de degustación	1%	1%
<b>Productos</b>		



• <b>Material Divulgativo.</b>	<b>2%</b>	<b>1%</b>
• <b>Materiales y presentaciones de las actuaciones de difusión de la Red SERIOLA 2.0</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>

#### **.5. Transferencia de resultados al sector**

Las actuaciones dirigidas a la validación y transferencia de resultados a las empresas desarrolladas han sido las relacionadas en la descripción de resultados referidos anteriormente. Prueba del interés e implicación de las empresas y transferencia de resultados han sido por un lado la amplia participación directa de empresas en las diferentes tareas propuesta además de los procesos de validación en entornos reales productivos. Asimismo, las actividades complementarias de difusión y creación de la Red, han contado con un amplio respaldo sectorial como se pudo comprobar en el evento final realizado en las Palmas de Gran Canaria.

#### **.6. Actuaciones de difusión y publicidad de las ayudas**

Las actuaciones de difusión y publicidad desarrolladas relacionadas en la descripción de resultados referidos anteriormente en la Actividad 6. Son una prueba palpable del esfuerzo realizado desde la agrupación en la promoción del proyecto.

Otros indicadores de la difusión realizada son:

Por parte de los socios de la agrupación se ha presentado el proyecto en diferentes foros regionales como el La Palma, Nacionales (Congreso Nacional de Acuicultura) e internacionales (Conferencia Larval fish, Lisboa, o Congreso Europeo de Acuicultura, Viena 2023). También se ha dado difusión a través de las web institucionales y RRSS de cada socio y están en preparación la publicación en revistas científicas de impacto de algunos de los resultados del proyecto.

#### **.7. Valoración del coordinador sobre la ejecución del proyecto**

A pesar de las dificultades encontradas para el desarrollo de este ambicioso proyecto, la agrupación ha demostrado una elevada capacidad de reacción, consiguiendo implementar los planes de contingencia previstos y alcanzar un elevado nivel de ejecución científica y económica. El proyecto ha despertado entre el sector un elevado interés para seguir afianzando el cultivo de Seriola en España, con al menos dos iniciativas empresariales muy serias para la implementación de criaderos de la especie que contribuyan a limitar el reto de la disponibilidad de alevines. Igualmente, desde el sector empresarial se nos ha transmitido en diferentes foros, tanto por parte de empresas individuales y la Asociación de productores el apoyo a la preparación de futuras propuesta que sigan contribuyendo a avanzar en el cultivo de esta especie

#### **.8. Conclusiones**

PLANASER ha desarrollado importantes avances para reducir de manera significativa los retos identificados a los que se enfrenta el cultivo de Seriola. Los avances alcanzados en la gestión de reproductores y larvas, la nutrición, y los sistemas de cultivo descritos en esta memoria son una muestra clara del buen hacer de a la agrupación creada. Sin embargo, al igual que sucede con otras especies comerciales, son todavía números los retos que quedan por enfrentar con el cultivo de las especie tanto de ámbito biológico como tecnológico.