



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fundación Biodiversidad

PROGRAMA
pleamar



Unión Europea

Fondo Europeo Marítimo y
de Pesca (FEMP)



Cluster de la Acuicultura
Centro Tecnológico del Cluster de la Acuicultura

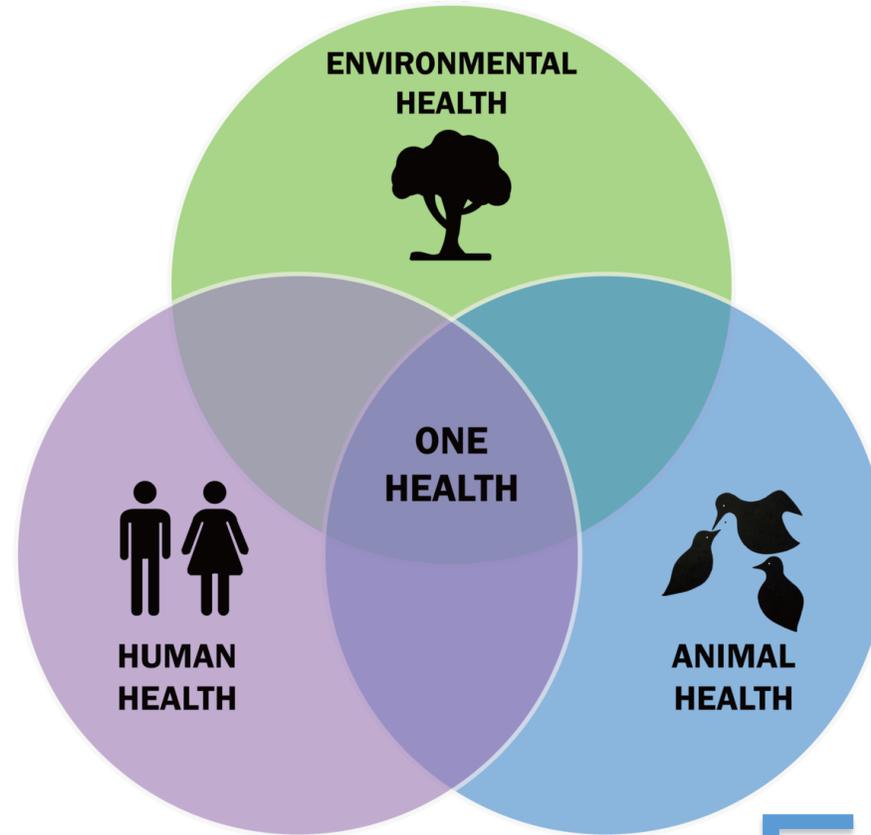
Proyecto FISHFLOC

**INNOVACIÓN EN EL CULTIVO DE PECES MARINOS
APLICANDO LA TECNOLOGÍA BIOFLOC PARA UNA
ACUICULTURA MÁS SOSTENIBLE”**

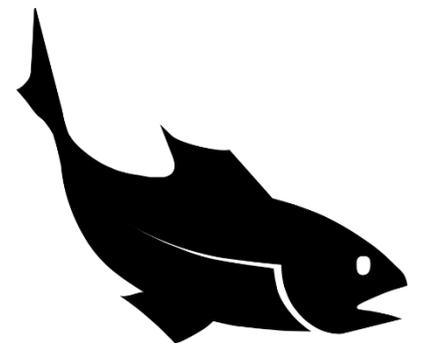
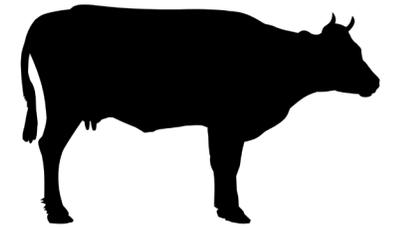
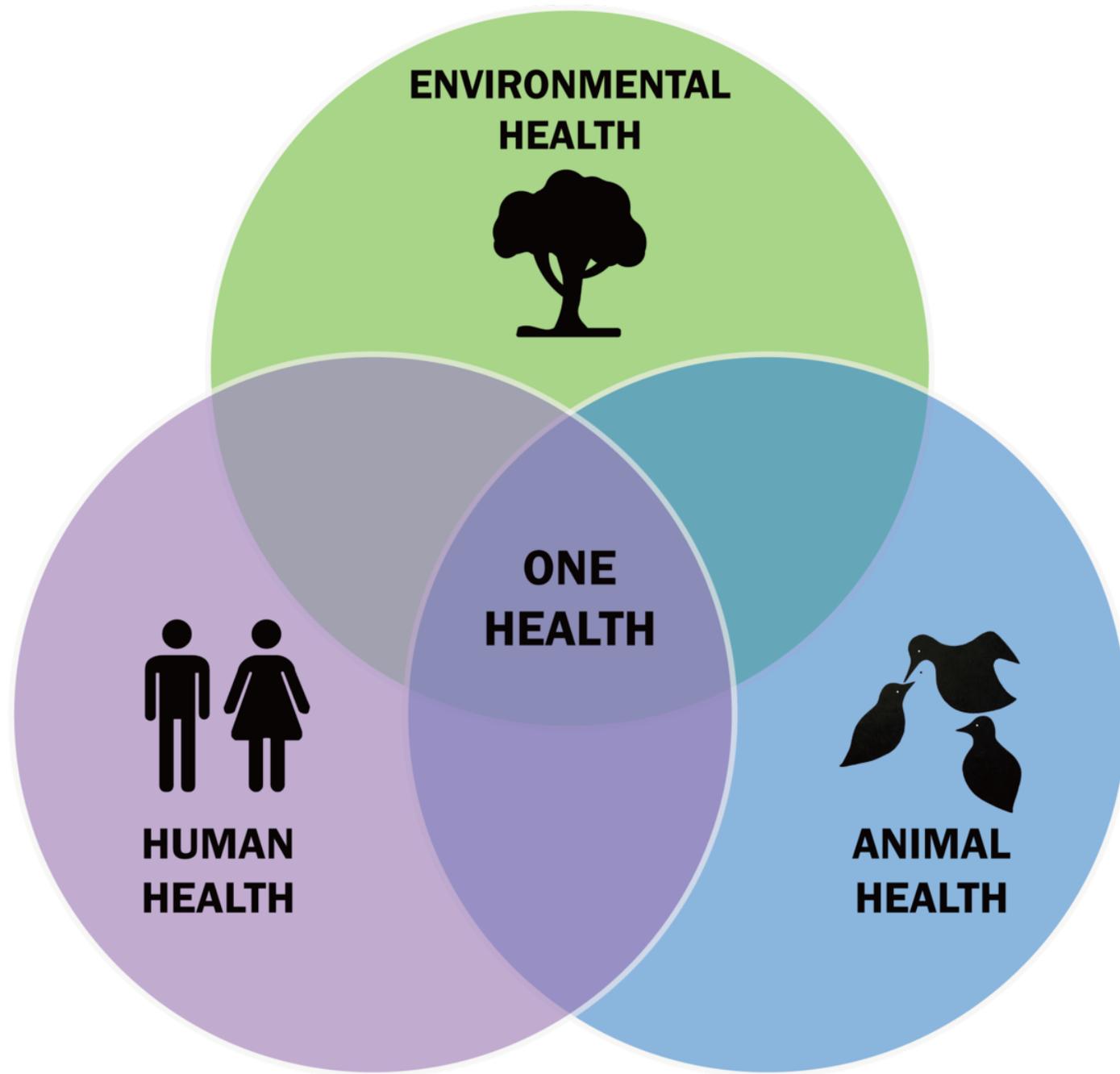


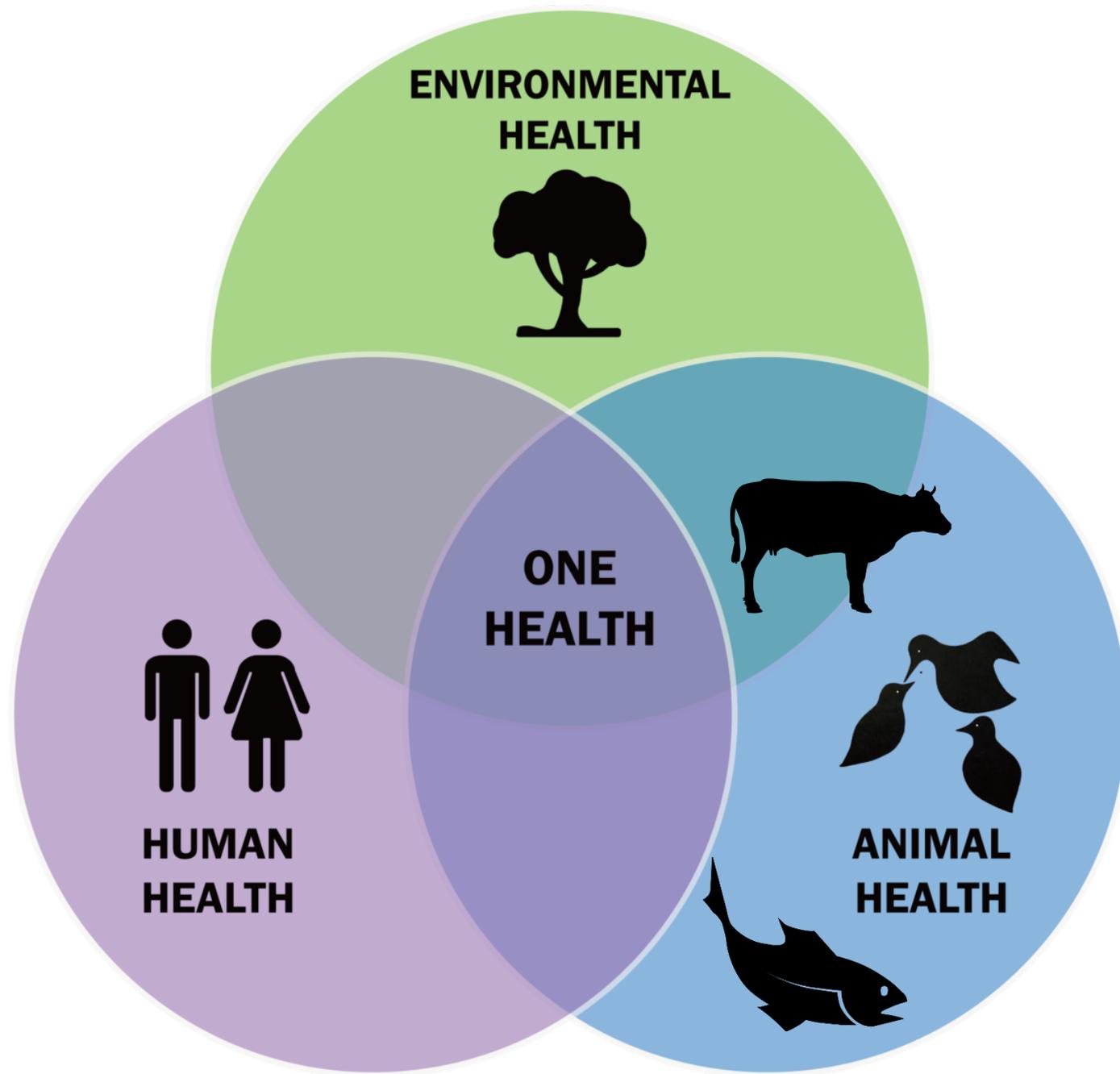
SOSTENIBILIDAD

ONE
HEALTH



ECONOMÍA
AZUL



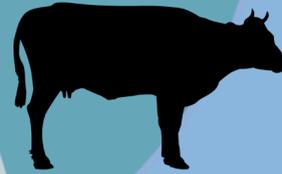


**ENVIRONMENTAL
HEALTH**



**HUMAN
HEALTH**

**ONE
HEALTH**



**ANIMAL
HEALTH**

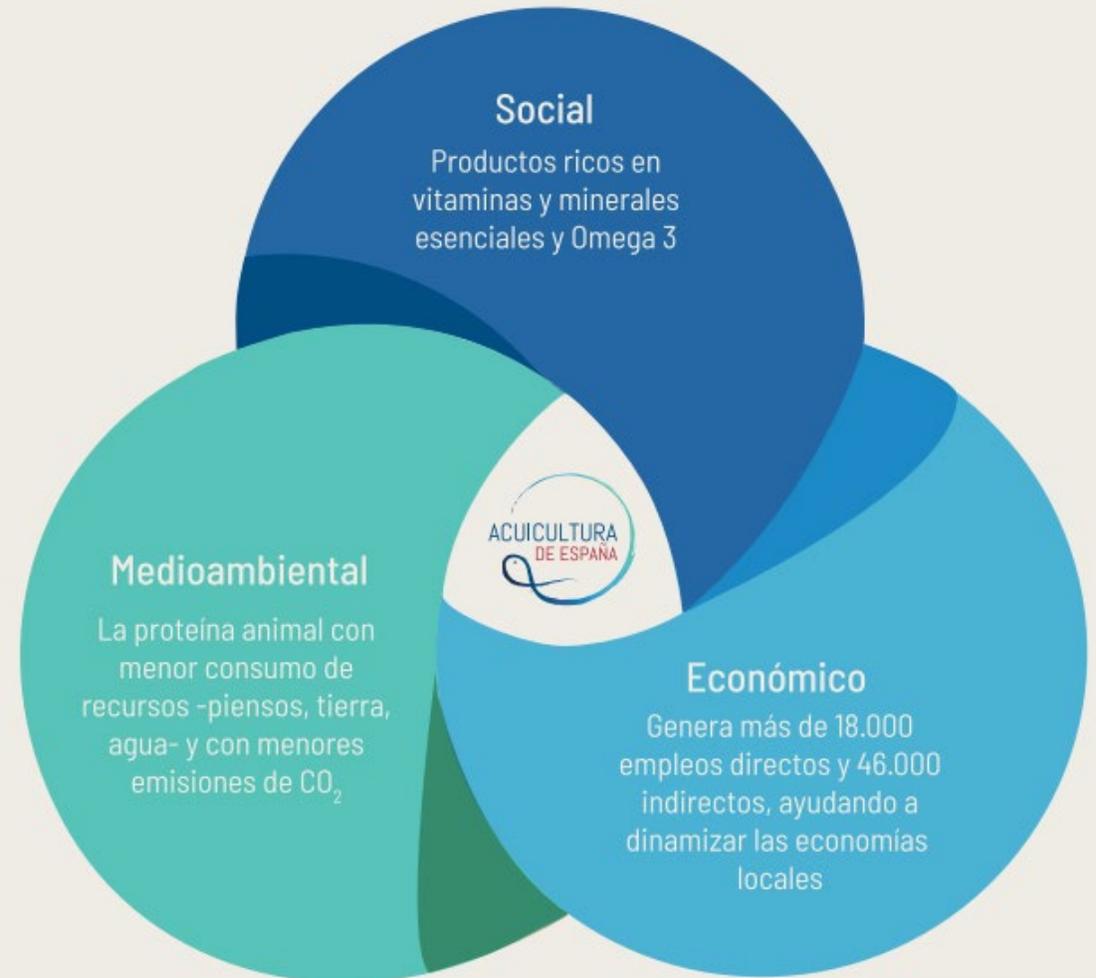




MEMORIA DE SOSTENIBILIDAD | 2021



La triple cuenta de resultados de la acuicultura española





MEMORIA DE SOSTENIBILIDAD | 2021



MEMORIA DE SOSTENIBILIDAD | 2021



| Área | Compromisos del sector para 2030 | ODS |
|--|--|--|
| Transparencia y buen gobierno (Área Económica) | <ul style="list-style-type: none"> Elaboración bienal de la Memoria de Sostenibilidad. Fomento de acciones que favorezcan la transparencia y comunicación sectorial (PLECA). |    12.6; 17.6; 17.7; 16.6; 16.7; 16.10 |
| Alimentación de los peces (Área Medioambiental) | <ul style="list-style-type: none"> Inclusión de nuevas materias primas que refuercen la sostenibilidad y la calidad del pescado producido. Reducción del factor de conversión global en el conjunto del sector. |   14.4; 12.2 ; 12.3; 12.5 |
| Bienestar animal (Área Medioambiental) | <ul style="list-style-type: none"> Desarrollo e implantación de un manual de buenas prácticas en bienestar animal en las granjas españolas. Incremento en la aplicación de planes de bioseguridad. Desarrollo de vacunas. |   12.2; 12.6; 14.2 |
| Huella de CO2 (Área Medioambiental) | <ul style="list-style-type: none"> Cálculo y reducción de la huella de carbono por especie producida. Implantación de medidas de adaptabilidad y resiliencia frente al cambio climático. |  13.2; 13.3 |
| Igualdad de género (Área Social) | <ul style="list-style-type: none"> Planes para el fomento de la igualdad de género. Elaboración de planes de conciliación familiar. |  5.1; 5.5 |
| Seguridad alimentaria y trazabilidad (Área Social) | <ul style="list-style-type: none"> Aplicación de tecnologías 4.0 como garantía de la trazabilidad de los productos comerciales. |  12.4 |







PROYECTO FISHFLOC



Objetivos

Recopilar y analizar la información científica existente en el campo de las nuevas tecnologías que reduzcan o minimicen la necesidad la captación y emisión de agua en cultivos acuícolas.

Diseñar y evaluar la nueva tecnología biofloc en diferentes etapas de cultivo de peces marinos (Lisa y Rodaballo).

Estudiar las necesidades de transferencia de métodos de cultivo más sostenibles al sector acuícola español.

Promover y fomentar nuevas tecnologías de cultivos acuícolas más sostenibles .

El **CETGA** ha llevado a cabo el Proyecto FISHFLOC con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP.



Tecnología biofloc (TBF)

Larvario



Nombre común: *Rodaballo*

Nombre científico: *Psetta máxima* (= *Schophthalmus maximus*)

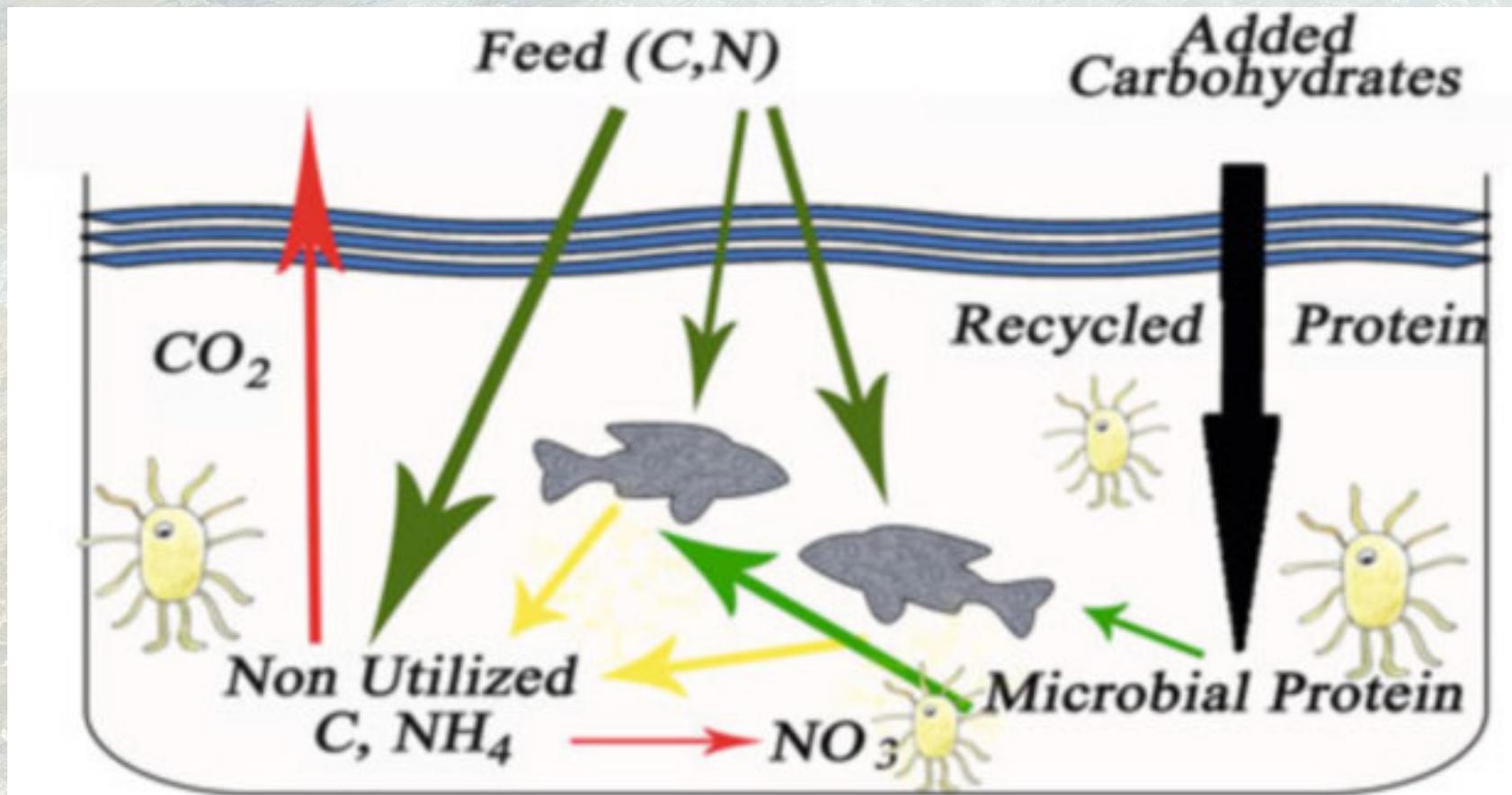
Engorde



Nombre común: *Lisas*,

Nombre científico: *Mugil cephalus* y *Liza aurata*

Tecnología Biofloc (TBF) en acuicultura



Tecnología Biofloc (TBF)



Tecnología Biofloc (TBF)



Ventajas

Nula o muy baja necesidad de recambio de agua

Ahorro energético por bombeo

Transformación de sustancias de desecho en alimento

Tecnología amigable (“ecofriendly”)

Reducción del FCR

Aumento de la densidad de cultivo

Probióticos: Aumento de la bioseguridad

Desventajas

Mayor coste inicial y tiempo para inicio de cultivo.

No apta para todas las especies

Aireación imprescindible 24 h/365 días: Absoluta dependencia de electricidad

Tiempo de respuesta reducido en caso de problemas

Alta captación del personal

Dependencia de luz y temperatura agua-ambiente adecuadas. Estacionalidad

Tecnología Biofloc (TBF)



Ventajas

Nula o muy baja necesidad de recambio de agua

Ahorro energético por bombeo

Transformación de sustancias de desecho en alimento

Tecnología amigable ("ecofriendly")

Reducción del FCR

Aumento de la densidad de cultivo

Probióticos: Aumento de la bioseguridad

Desventajas

Mayor coste inicial y tiempo para inicio de cultivo.

No apta para todas las especies

Aireación imprescindible 24 h/365 días: Absoluta dependencia de electricidad

Tiempo de respuesta reducido en caso de problemas

Alta captación del personal

Dependencia de luz y temperatura agua-ambiente adecuadas. Estacionalidad



PROYECTO FISHFLOC

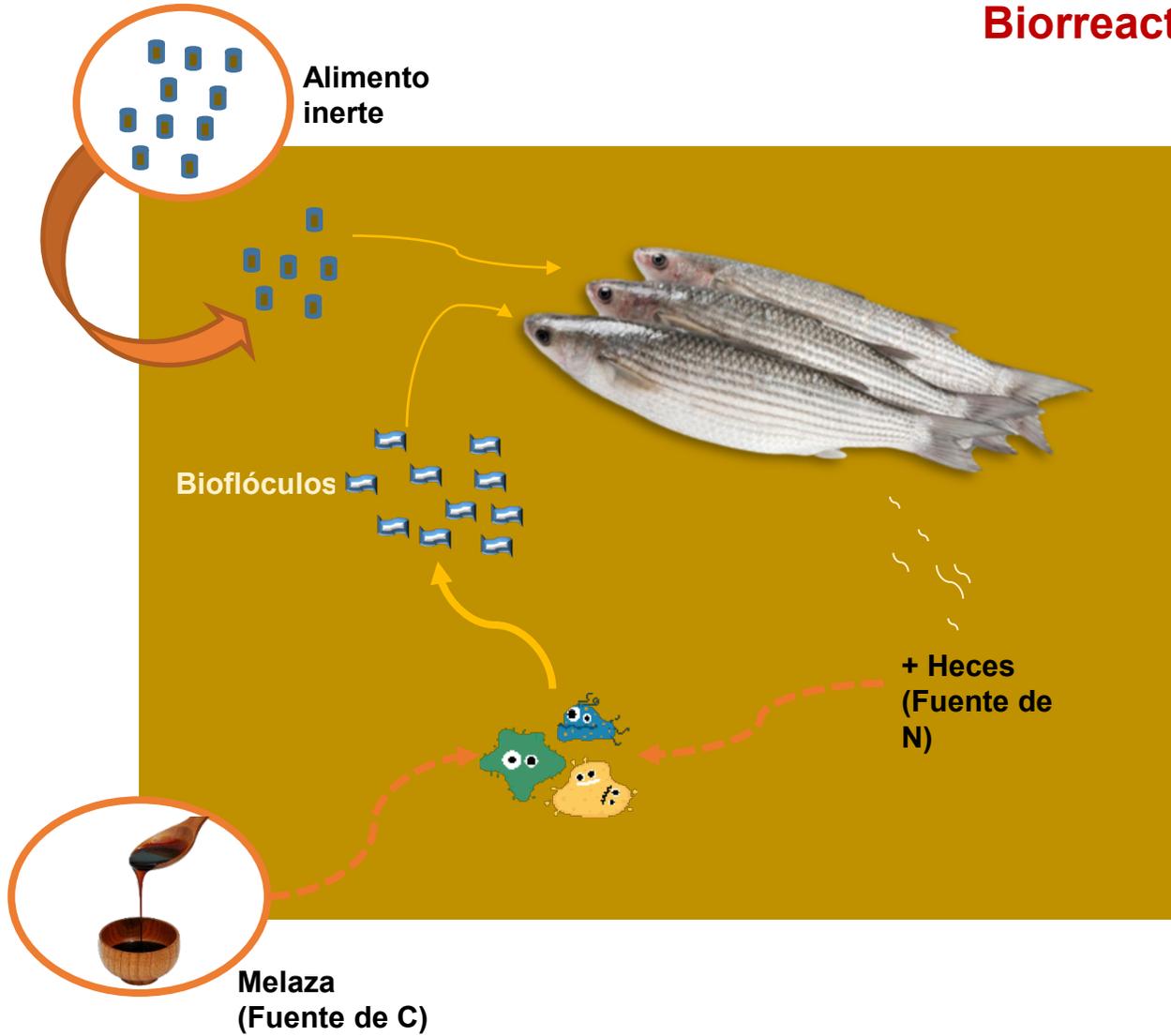


TBF en el engorde de
lisas



Actividad 2. Pruebas piloto

Biorreactor TBF



Actividad 2. Pruebas piloto



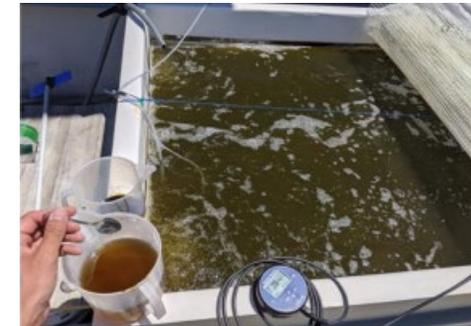


Diseño de prueba (*Mugil cephalus*)

- Individuos de *Mugil cephalus* (mayoritariamente) y *Liza aurata* en sistema Biofloc maduro durante 32 días



- Tanque: 2200 L, ubicado al aire libre protegido con red de plástico por la parte superior y soporte de aireación



Fuentes de Nitrógeno



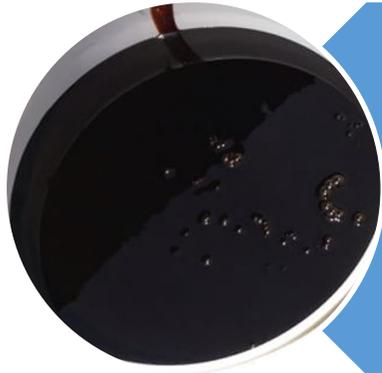
NH_4Cl
(2,5mg/L)



Heces
(1% de N)



Fuentes de Carbono



Melaza (Hasta alcanzar relación C:N>20:1)



Sedimento seco estero
(Aporte extra de materia orgánica y bacterias para generación de flóculos)





Parámetros analizados

Temperatura
Oxígeno
pH
Salinidad

Sólidos
sedimentables
(SS)

Sólidos Totales
(ST)

Amonio total
Nitritos
Nitratos

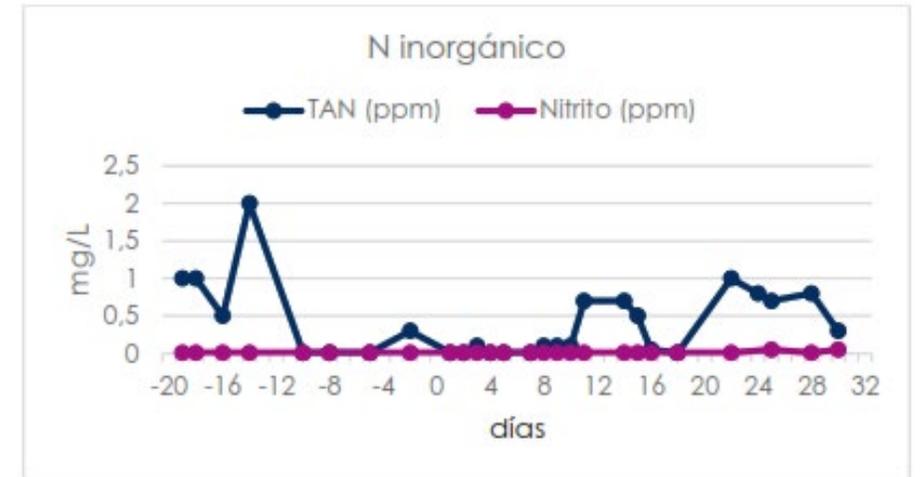


| | Valores óptimos (<i>Mugil cephalus</i>) |
|-----------------------------------|---|
| Sólidos sedimentables (SS) | 25 ml/L |
| Sólidos suspendidos totales (SST) | < 400-500 mg/L |
| Tª | 18-26 °C |
| O ₂ | 5- 12 mg/L |
| pH | 7-8 |
| S | 25 - 40 ppt |
| NH ₄ | < 1,0 mg/L |
| NO ₂ ⁻ | < 3,0 mg/L |
| NO ₃ ⁻ | < 150 mg/L |



Resultados calidad de agua: Todos los parámetros dentro del rango óptimo

| Parámetros | Cultivo de lisas |
|--------------------------------------|------------------|
| Temperatura (°C) | 19,64±2,24 |
| Oxígeno disuelto (mg/L) | 7,32±0,48 |
| Oxígeno disuelto (% de saturación) | 98,80±4,37 |
| pH | 8,06±0,06 |
| Salinidad (g/L) | 42,38±1,45 |
| TAN (mg/L) | 0,32±0,35 |
| Nitrito (mg/L) | 0,02±0,01 |
| Nitrato (mg/L) | 0,01±0,00 |
| Sólidos en suspensión (ml/L) | 11,70±6,75 |
| Sólidos totales en suspensión (mg/L) | 139,50±72,90 |





Resultados calidad de agua: Flóculos



Flóculos: Inicio prueba



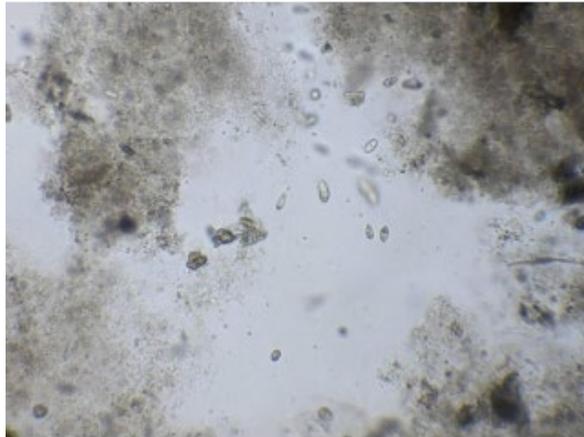
Flóculos: Intermedio



Flóculos: Final prueba



Análisis microbiológico: Muestras de agua



Muestras: 8 días previos a estabulación de los peces –protozoos ciliados



Muestras: 15 tras la estabulación de los peces - microalgas verdes, nematodos y protozoos ciliados





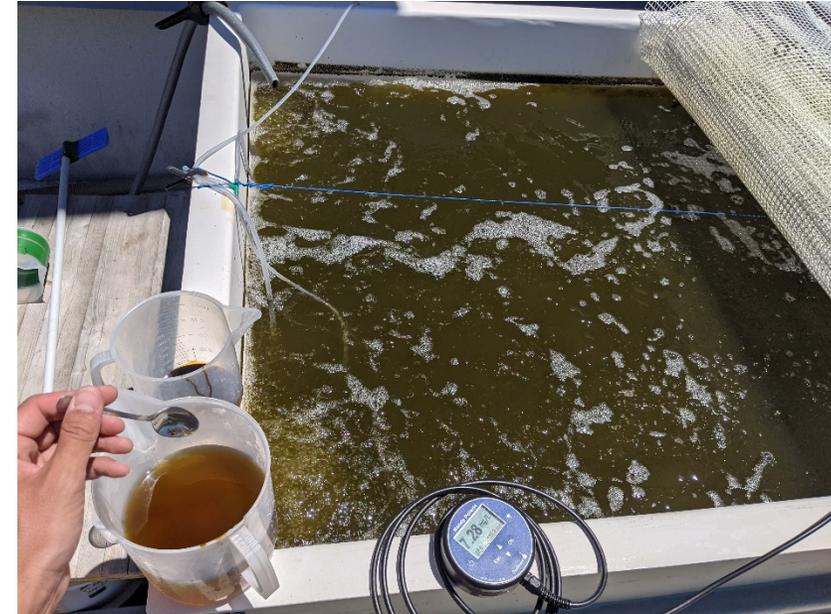
Resultados zootécnicos: Alta mortalidad tras estabulación. Especie muy sensible a manejo

| Parámetros | Cultivo de lisas |
|---|------------------|
| Peso inicial (g/pez) | 109,10±33,68 |
| Peso final (g/pez) | 127,73±36,62 |
| Ganancia de peso (g/pez) | 18,63 |
| Tasa específica de crecimiento (SGR) %/día) | 0,49 |
| Índice de conversión del alimento (FCR) | 1,71 |
| Supervivencia (%) | 32,35 |





LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEMUESTRAN LA VIABILIDAD DEL CULTIVO DE LISAS (*MUGIL CEPHALUS* Y *LIZA AURATA*) EN FASE DE ENGORDE EN SISTEMAS CON BFT DE ESCASA RENOVACIÓN DE AGUA





PROYECTO FISHFLOC



TBF en el cultivo larvario del rodaballo



Actividad 2. Pruebas piloto

TBF en larvario de rodaballo



Problemas

Fuerte bombeo de aire=> afecta a larvas

Temperatura ambiente en Galicia

Actividades previas a la prueba piloto

2.R1. Diseño de un biorreactor

2.R2. Selección de la fuente de Carbono.

2.R3. Supervivencia de rotífero y Artemia bajo un cultivo con TBF

2.R4. Efecto de la fuerte aireación sobre las larvas

ACTIVIDAD TBF en larvario de ro.



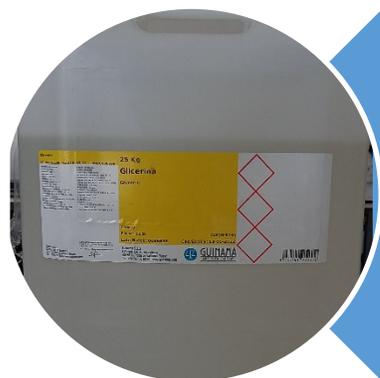
Actividad 2.R1. Diseño de Biorreactores



Fuentes de Carbono



Harina de
maíz



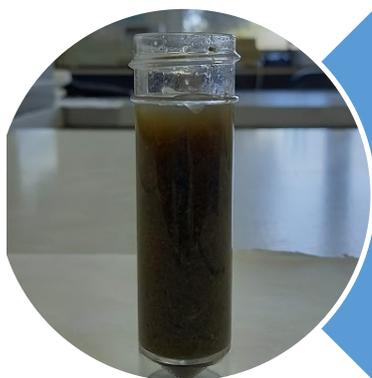
Glicerol



Fuentes de Nitrógeno



Urea 40%



Heces de
rodaballo



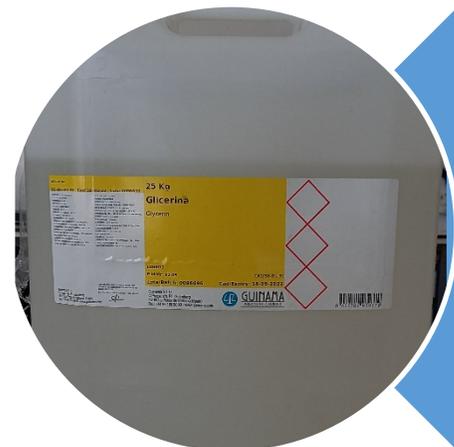


Cluster de la Acuicultura
Centro Tecnológico del Cluster de la Acuicultura

Actividad 2.2. Selección de fuente de carbono

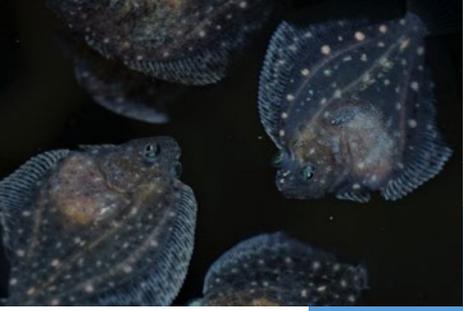


Harina de maíz



Glicerol

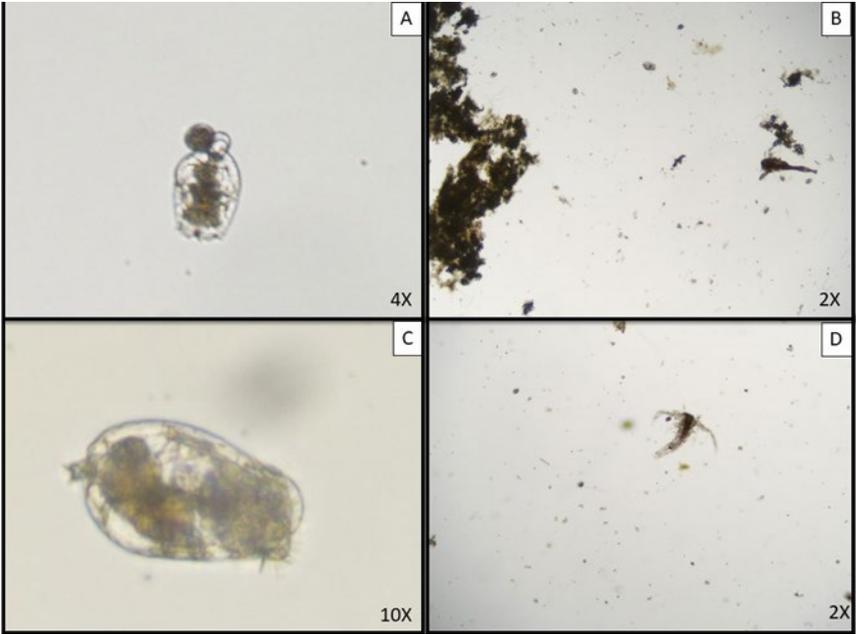


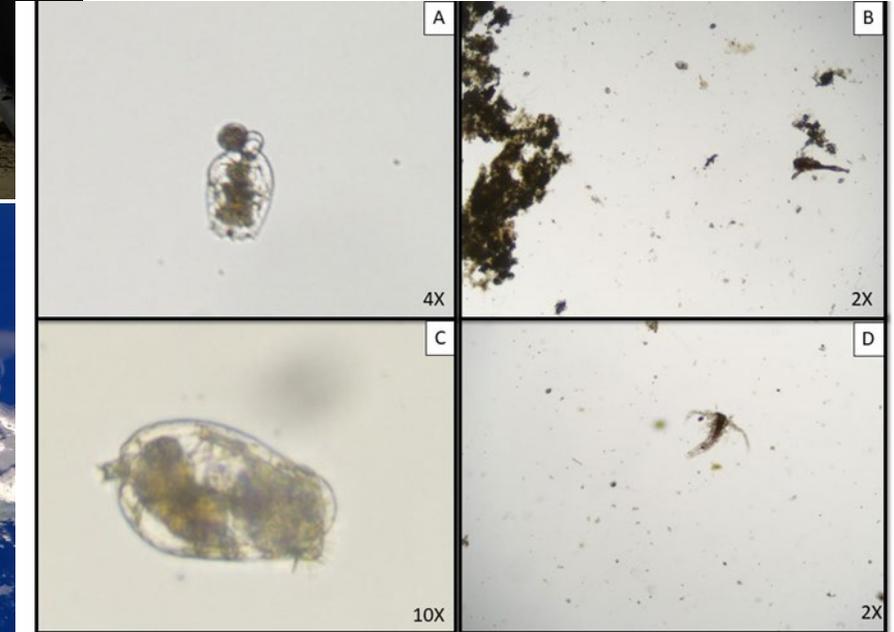


Actividad 2.2. Selección de fuente de carbono

| | Rango en Rodaballo | Maicena (C/N, 20/1) | Glicerol (C/N, 25/1) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------|----------------------|
| Sólidos sedimentables (SS) | 5 - 25 ml/L(*peces no rodaballos) | 10-16 ml/L | 7,5 ml/L |
| Sólidos suspendidos totales (SST) | <400-500 mg/L | 760 mg/L | ++++ |
| T° | 18-20°C | 20,4-21,4°C | 21,5°C |
| O ₂ | 6-15 mg/L | 5,93-6,84 mg/L | 6,8-6,9 mg/L |
| pH | 7-8 | 7,8 | 8,35 |
| NH ₄ | 3,3-5 mg/L | 2,13 mg/L | 0,59 mg/L |
| NO ₃ ⁻ | Larvas <20 Adulto <342 | 3,07 mg/L | 0 mg/L |
| NO ₂ ⁻ | Larvas <0,1 Adulto <1,0 | 0,08 mg/L | 0,49 mg/L |
| PO ₄ ⁻ | -- | 0,23 mg/L | 0,70 mg/L |

Supervivencia en condiciones de TBF





~~3.~~ Supervivencia de rotífero y Artemia

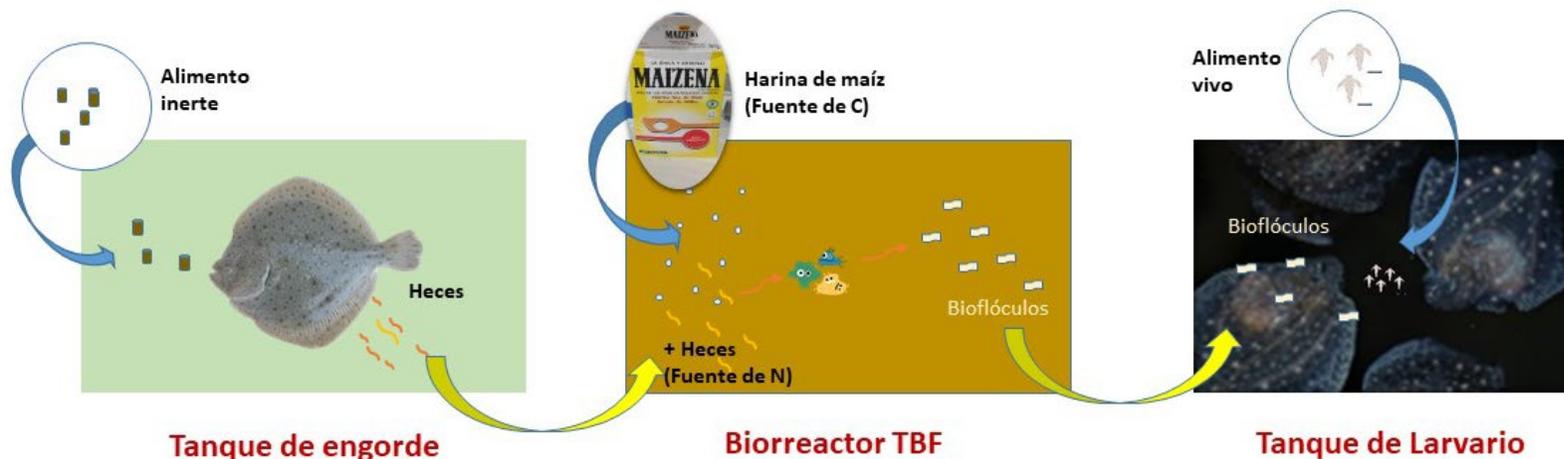
<48h

~~4.~~ Supervivencia de larvas en fuerte aireación

<7 días



Diseño de prueba piloto para cultivo larvario de Rodaballo



Tanque de engorde



Biorreactor TBF



Tanque de Larvario

Actividad 2. PRUEBA PILOTO DE TBF EN CULTIVO LARVARIO EN RODABALLO



Condiciones de cultivo



- **18000 larvas** del CETGA recién eclosionadas
- **Tanques:** troncocónicos de 400L
 - Grupos:**
 - Control: Alimentado normal
 - Biofloc: Alimentado con Biofloc
- **Duración:** 30 días posteclosión.
- **Temperatura:** controlada
- **Fotoperiodo:** 24h luz hasta metamorfosis



Actividad 2. PRUEBA PILOTO DE TBF EN CULTIVO LARVARIO EN RODABALLO



Parámetros analizados

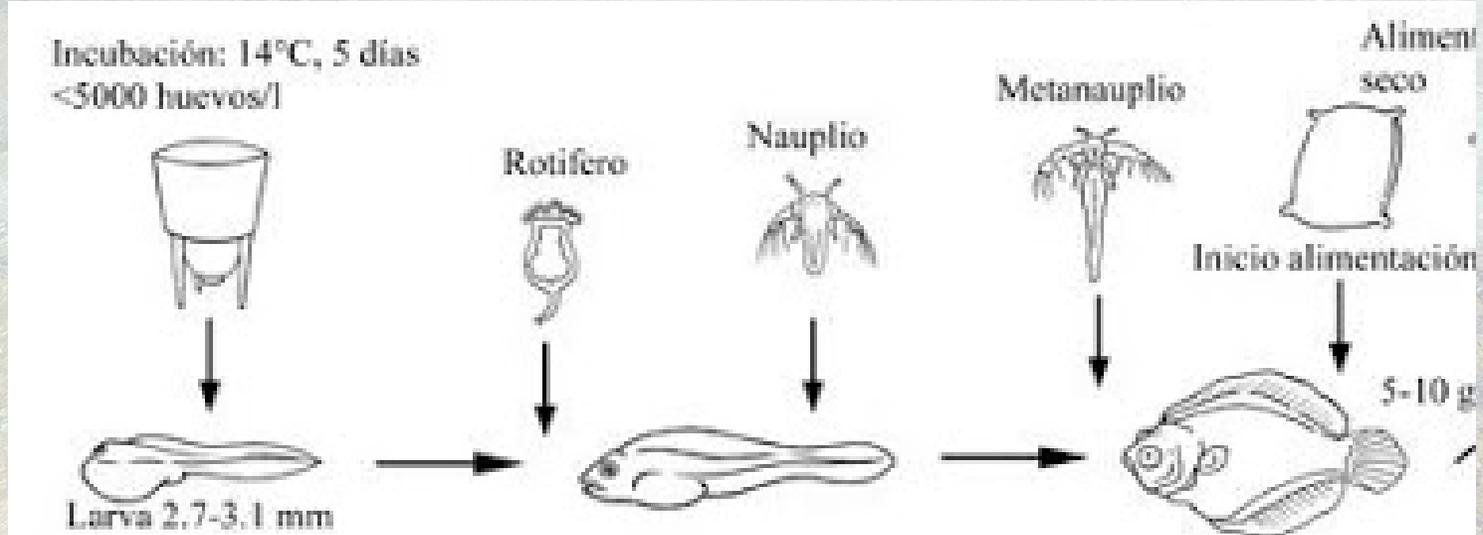
Temperatura
Oxígeno
pH
Salinidad

Sólidos sedimentables (SS)
Sólidos Totales (ST)
Perfil de ácidos grasos

Amonio total
Nitritos
Nitratos

Análisis microbiológico

Actividad 2. PRUEBA PILOTO DE TBF EN CULTIVO LARVARIO EN RODABALLO



ALIMENTACIÓN

| Grupo Dieta Normal | |
|--------------------|------------------------|
| 0-25 dpe | Alimento vivo |
| 26-30 dpe | Alimento vivo y pienso |

| Grupo Dieta con Bioflóculos | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 0-12 dpe | Alimento vivo |
| 13-20 dpe | Alimento vivo + bioflóculos |
| 21-30 dpe | sólo bioflóculos |



| Dieta normal | | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------------|------------------------------|--------|
| 20-25 larvas/Litro (9000 larvas/400L) | | | | |
| Edad | T-iso | ROTÍFERO (Millones) 400L | Metanauplios (Np/L) x4 tomas | Pienso |
| 2 | 30 | 3 | | |
| 3 | 12 | 4 | | |
| 4 | 12 | 5 | | |
| 5 | 12 | 5 | | |
| 6 | 12 | 6 | | |
| 7 | 12 | 7 | | |
| 8 | 12 | 8 | | |
| 9 | 12 | 8 | | |
| 10 | 12 | 9 | 20 | |
| 11 | 12 | 10 | 20 | |
| 12 | 12 | 11 | 20 | |
| 13 | 12 | 12 | 20 | |
| 14 | 12 | 13 | 20 | |
| 15 | 12 | 14 | 100 | |
| 16 | 12 | 15 | 150 | |
| 17 | 12 | 16 | 150 | |
| 18 | 12 | 17 | 200 | |
| 19 | | 18 | 300 | |
| 20 | | 19 | 300 | |
| 21 | | 20 | 300 | |
| 22 | | | 300 | |
| 23 | | | 300 | |
| 24 | | | 300 | |
| 25 | | | 300 | |
| 26 | | | 300 | |
| 27 | | | 300 | |
| 28 | | | 300 | |
| 29 | | | 300 | |
| 30 | | | 300 | |

| Dieta con Biofloc | | | | |
|---------------------------------------|-------|--------------------------|------------------------------|----------------------|
| 20-25 larvas/Litro (9000 larvas/400L) | | | | |
| Edad | T-iso | ROTÍFERO (Millones) 400L | Metanauplios (Np/L) x4 tomas | Biofloc (L) x4 Tomas |
| 2 | 30 | 3 | | |
| 3 | 12 | 4 | | |
| 4 | 12 | 5 | | |
| 5 | 12 | 5 | | |
| 6 | 12 | 6 | | |
| 7 | 12 | 7 | | |
| 8 | 12 | 8 | | |
| 9 | 12 | 8 | | |
| 10 | 12 | 9 | 10 | |
| 11 | 12 | 10 | 10 | |
| 12 | 12 | 11 | 10 | 3 |
| 13 | 12 | 12 | 10 | 14 |
| 14 | 12 | 13 | 10 | 30 |
| 15 | 12 | 14 | 10 | 30 |
| 16 | 12 | 15 | 10 | 30 |
| 17 | 12 | 16 | 50 | 30 |
| 18 | 12 | 17 | 200 | |
| 19 | | 18 | 300 | |
| 20 | | 19 | 300 | |
| 21 | | 20 | | 30 |
| 22 | | | | 30 |
| 23 | | | | 40 |
| 24 | | | | 40 |
| 25 | | | | 40 |
| 26 | | | | 40 |
| 27 | | | | 40 |
| 28 | | | | 40 |
| 29 | | | | 40 |
| 30 | | | | 40 |





Actividad 2. Prueba piloto

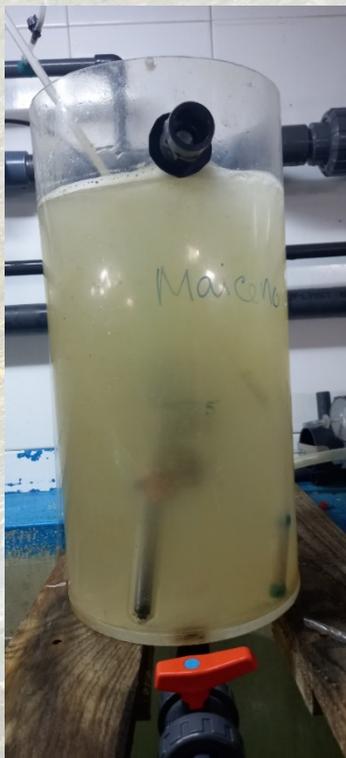
C/N: 20/1-25/1

C: Maicena

N: Heces de Rodaballo

Inóculo

10-15 días tiempo de maduración



| Tipo Tanque | Volumen tanque Biofloc | Volumen inóculo |
|-------------|------------------------|-----------------|
| Cuba | 700L | 10 L |

Actividad 2. Prueba piloto



Actividad 2. Prueba piloto

Parámetros fisicoquímicos del Biorreactor

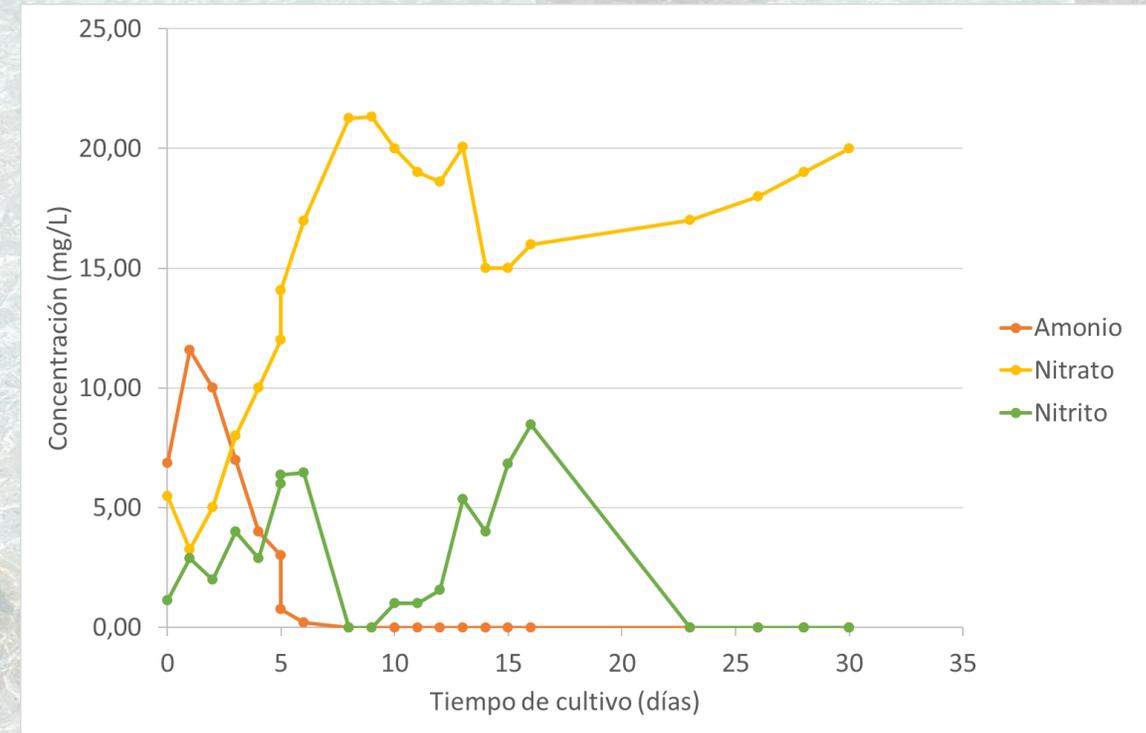
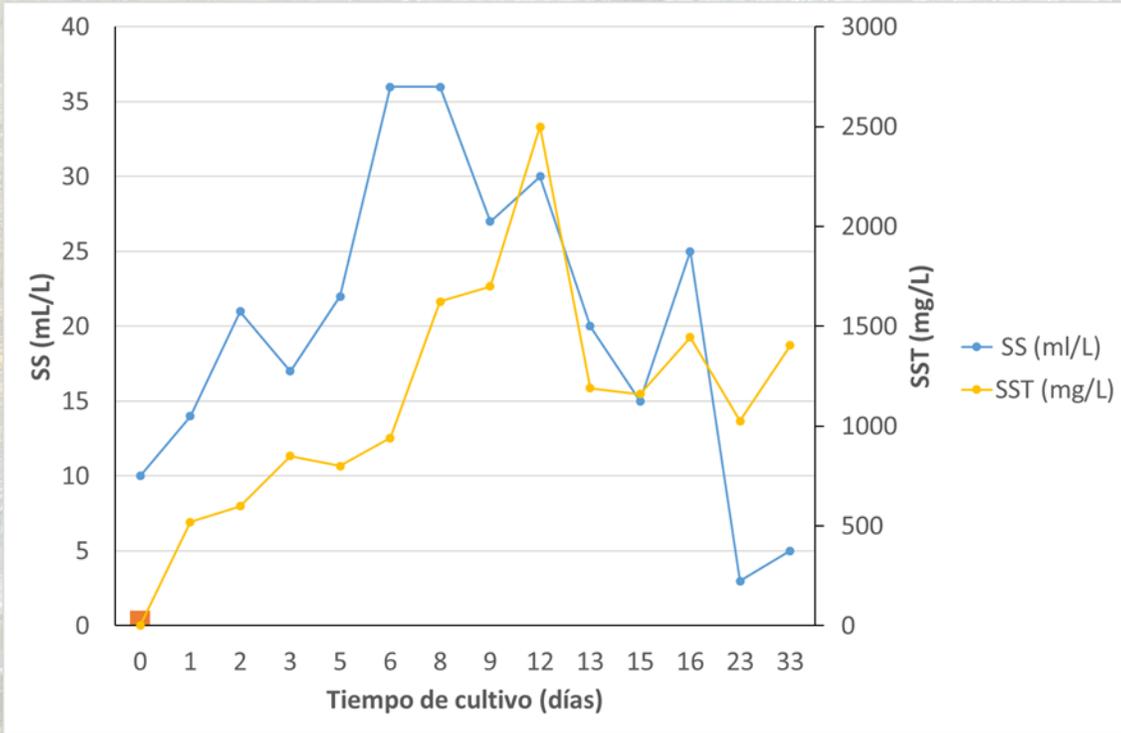
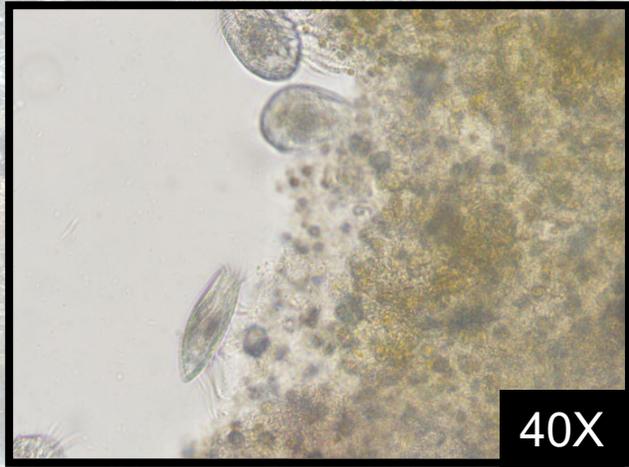
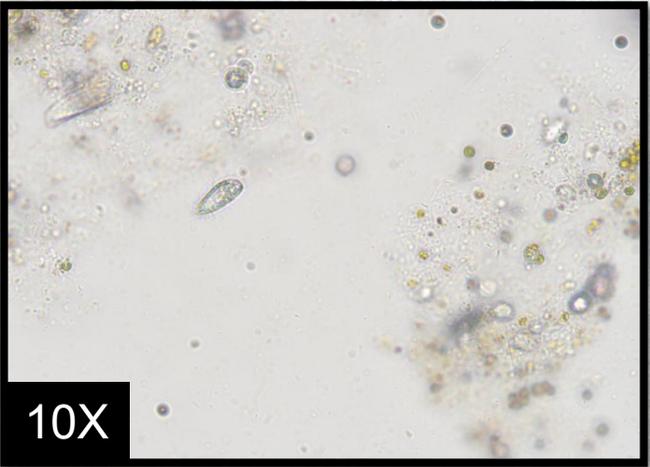
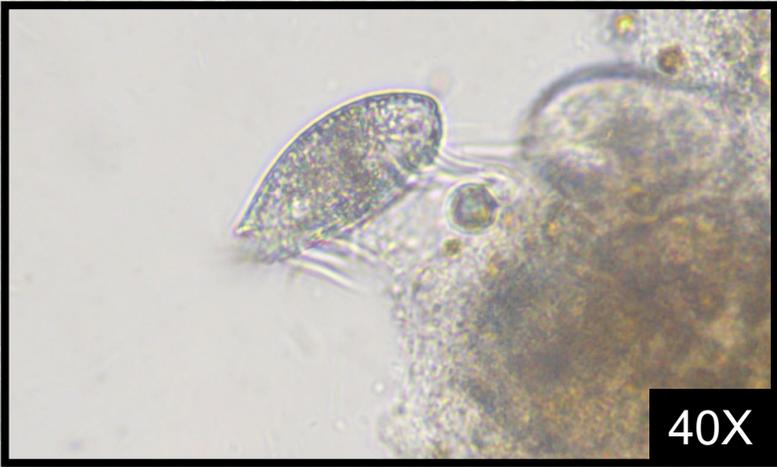
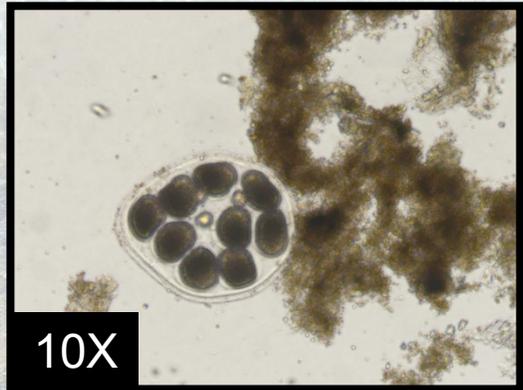
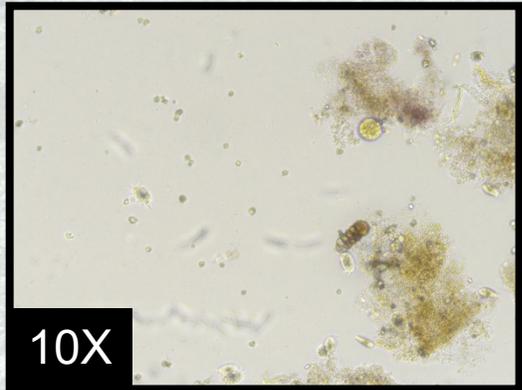
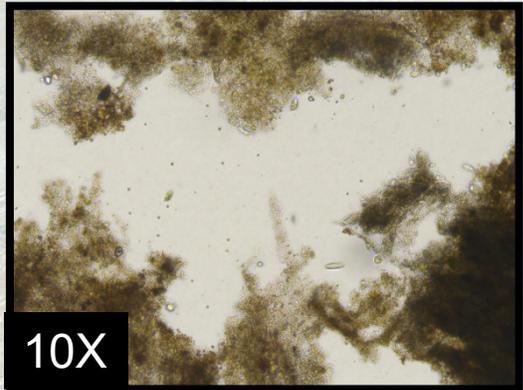
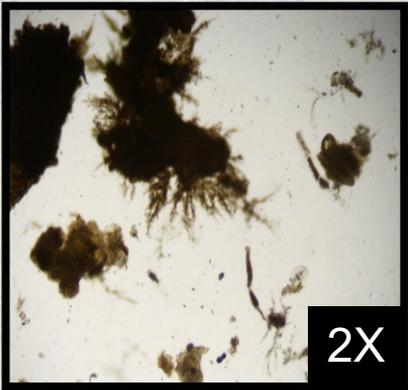


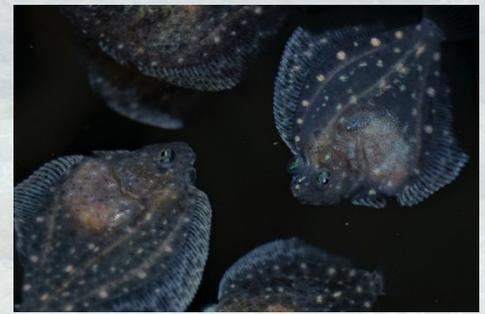
Fig. 1. Evolución de los niveles de SS y SST (IZDA) y de los niveles de Amonio, nitratos y nitritos (DCHA) en el biorreactor con TBF.(C/N, 25/1. Fuente de C: harina de maíz. Fuente de N: heces de rodaballo adulto)

Actividad 2. Prueba piloto

VIDA en los Bioflóculos



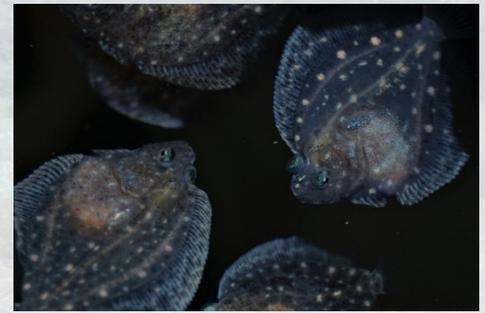
Actividad 2. Prueba piloto



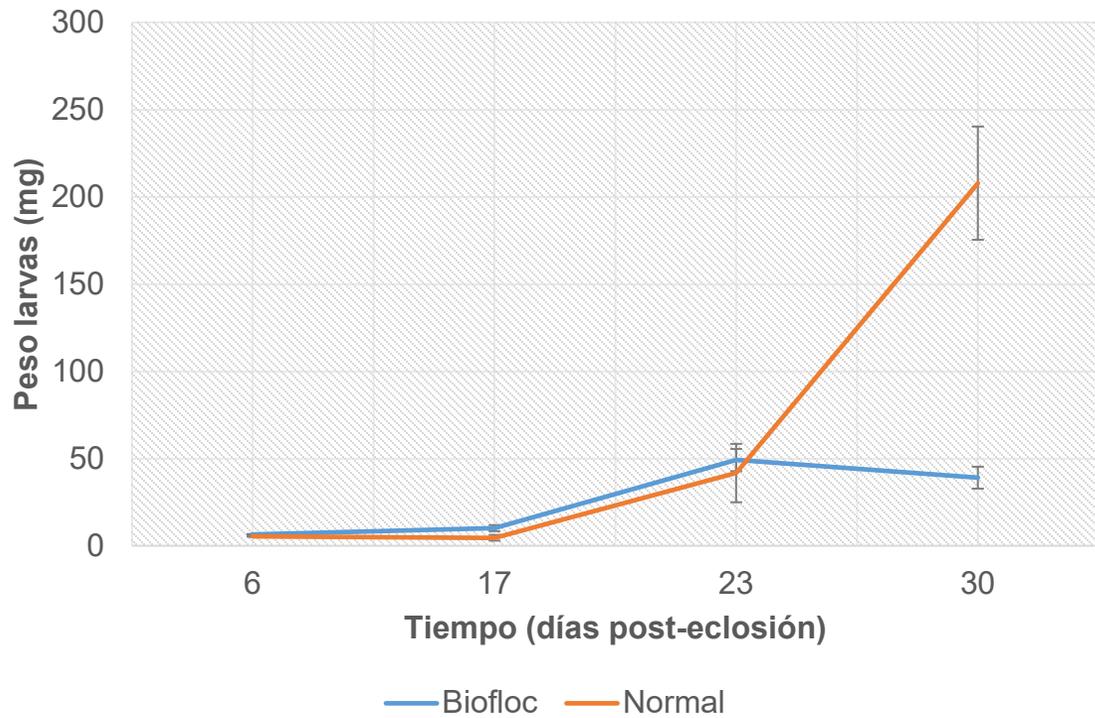
CRECIMIENTO LARVARIO

| Parámetro | Dieta normal | Dieta con Biofloculos |
|------------------------|--------------|-----------------------|
| Temperatura media (°C) | 18,7 | 18,6±0,8 |
| O2 (mg/L) | 9,9±1,3 | 9,4±0,7 |
| Número final de larvas | 40 | 80 |
| Supervivencia | 0,4% | 0,9% |
| Peso a día 30 (g) | 207,9±32,5 | 39,1±6,2 |

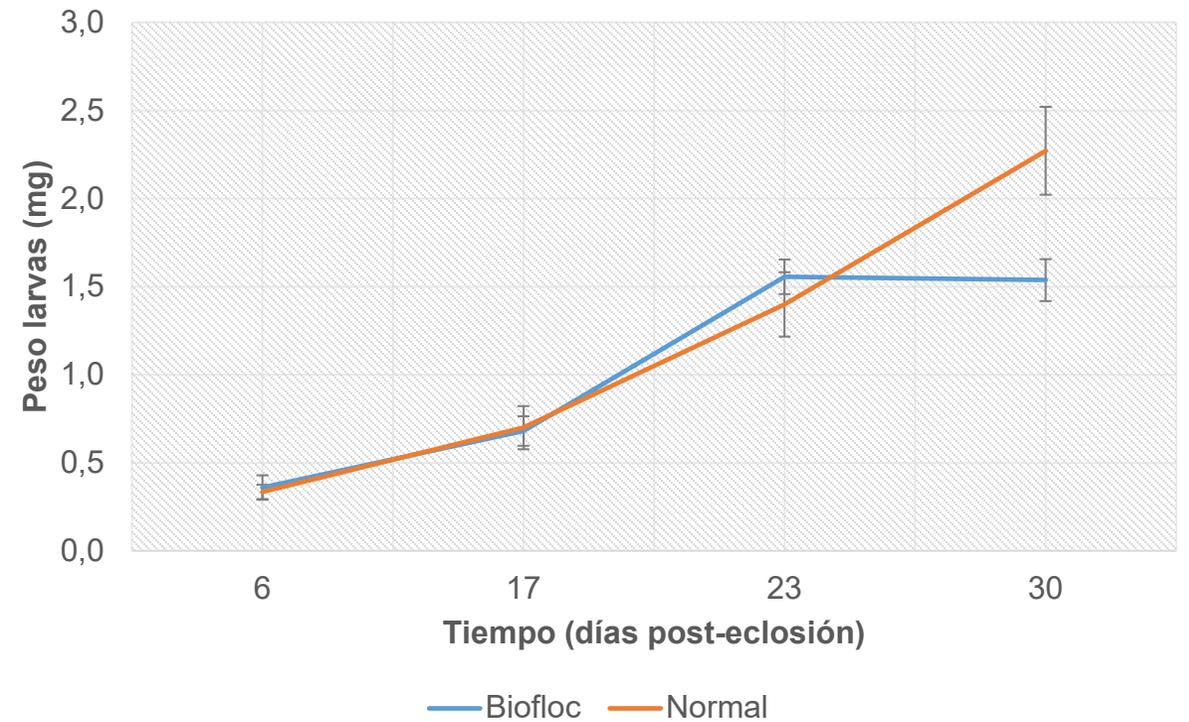
Actividad 2. Prueba piloto



Evolución del peso



Evolución de la talla



Actividad 2. Prueba piloto



Evolución del peso (mg)

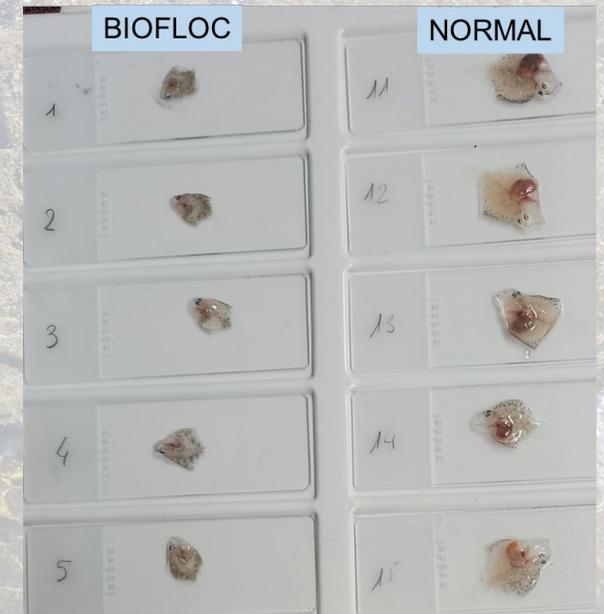
| dpe | Con Bioflóculos | Normal |
|-----|-----------------|------------|
| 6 | 6,6±0,2 | 5,4±0,2 |
| 17* | 10,1±1,7 | 4,6±0,2 |
| 23* | 49,3 ±6,3 | 41,8±16,7 |
| 30* | 39,1±6,2 | 207,9±32,5 |

Evolución de la talla (mm)

| dpe | Con Bioflóculos | Normal |
|-----|-----------------|-----------|
| 6 | 0,4±0,07 | 0,34±0,04 |
| 17 | 0,7±0,08 | 0,7±0,1 |
| 23* | 1,6±0,1 | 1,40±0,2 |
| 30* | 1,5±0,1 | 2,27±0,3 |

Día 23 de cultivo

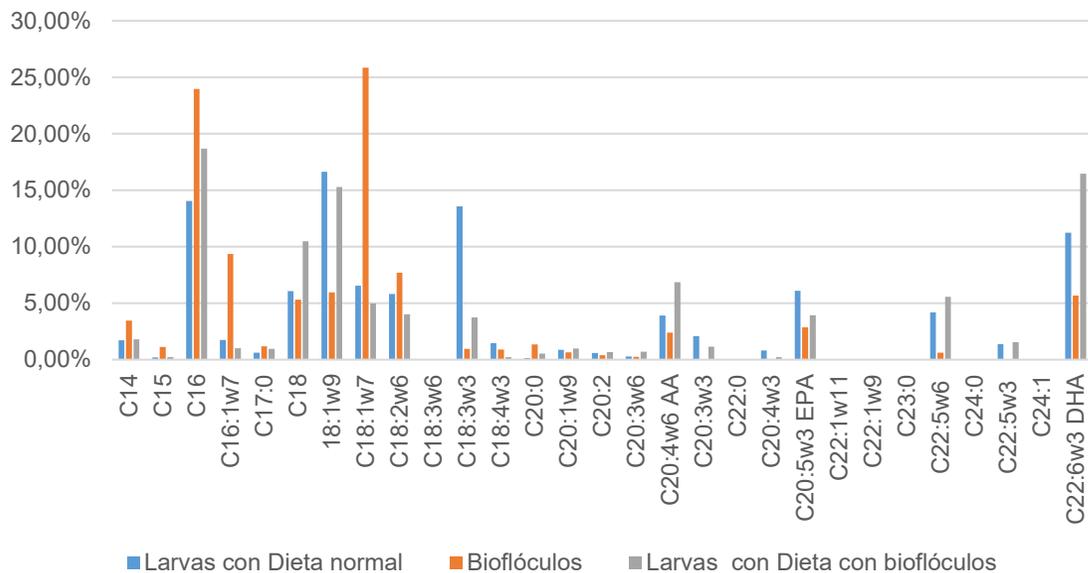
Día 30 de cultivo



Contenido de ácidos grasos en larvas y bioflóculos



Ácidos grasos (%)

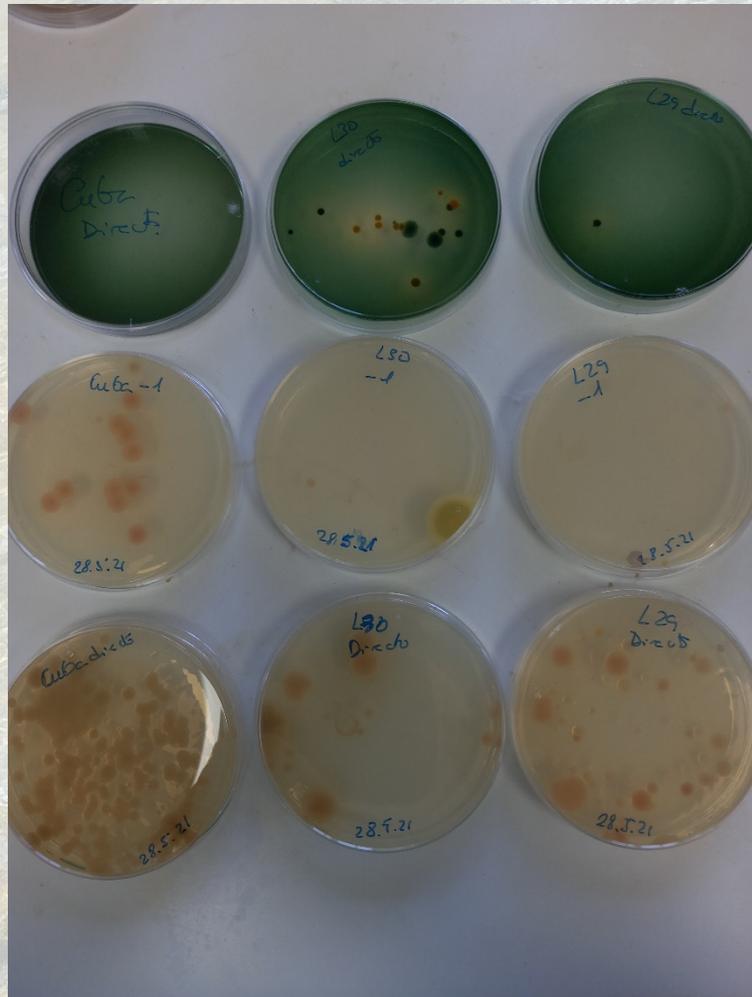


| EN PESO HÚMEDO | Larvas dieta normal | Bioflóculos | Larvas dieta con Biofloc |
|----------------------------|---------------------|-------------|--------------------------|
| mg lípidos/g muestra | 35,21±1,62 | 2,14±0,28 | 3,72 |
| mg ácidos grasos/g muestra | 17,59±0,80 | 0,28±0,03 | 1,35 |

| EN PESO SECO | Larvas dieta normal | Bioflóculos | Larvas dieta con Biofloc |
|----------------------------|---------------------|-------------|--------------------------|
| mg lípidos/g muestra | 178,53±8,2 | 15,74±2,04 | 26,21 |
| mg ácidos grasos/g muestra | 89,22±4,04 | 2,10±0,25 | 9,49 |

Perfil de ácidos grasos de los bioflóculos y las larvas a día 30 del experimento.

Análisis microbiológico



BF1: *Pseudoalteromonas sp.*
BF3: *V. alginolyticus*

| | Biofloc (UFC/mL) | Tanque dieta normal (UFC/mL) | Tanque dieta con Biofloc (UFC/mL) |
|-------|------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| TSA-1 | $1,5 \cdot 10^3$ | $1,5 \cdot 10^2$ | $5,3 \cdot 10^2$ |
| TCBS | 0 | 18 | 1 (sac-) |



Conclusiones Biofloc en Cultivo larvario de Rodaballo



- ❑ **Las larvas de rodaballo no sobrevivieron en las condiciones de aireación** requeridas para un sistema con TBF. Por ello, sólo pudo aplicarse la TBF para proporcionar bioflóculos como suplemento de la alimentación. Las larvas de rodaballo de más de 23 días **no crecieron alimentadas exclusivamente con Bioflóculos.**
- ❑ **La administración de bioflóculos mejoraron la supervivencia larvaria.** Además, parecen actuar como probióticos favoreciendo la ganancia de peso y aumentando la velocidad de la evolución de la metamorfosis en las etapas previas a convertirse en larvas bentónicas.
- ❑ Aunque la TBF evaluada ha resultado **muy eficiente en la transformación de los residuos orgánicos** del engorde de rodaballo en bioflóculos, el coste energético para el control de la temperatura en el biorreactor y el aporte de aireación, junto con la necesidad de personal altamente cualificado, hace prácticamente **inviable su aplicación en la industria del cultivo larvario de rodaballo en el norte de España.**



PROYECTO FISHFLOC



ACTIVIDAD 3. Análisis de la Transferencia al Sector Acuícola de la aplicación de las Nuevas Técnicas de Cultivo

Informe de Resultados de Encuestas a Empresas Productoras





PROYECTO FISHFLOC: Encuesta



REPRESENTATIVIDAD DE LAS EMPRESAS

EMPRESAS ENCUESTADAS: 8.

ESPECIES INCLUIDAS Y GRADO DE REPRESENTATIVIDAD SECTOR

- Dorada (*Sparus aurata*): > 75 %
- Lubina (*Dicentrarchus labrax*): > 75 %
- Corvina (*Argyrosomus regius*): > 75 %
- Rodaballo (*Psetta máxima*): > 75 %
- Lenguado (*Solea senegalensis*): > 75 %
- Trucha (*Onchorhynchus mykiss*): > 25 %
- Esturión (*Acipenser sp.*): > 25 %
- Tenca (*Tinca tinca*): > 75%



Encuesta: CONCLUSIONES



- » Existe un elevado interés por parte del sector por la implantación de tecnologías de cultivo que favorezcan la sostenibilidad de sus producciones. El método aplicable para cada tipo de producción sería:
- Para las empresas con granjas de viveros:
Biofloc en la fase de preengorde.
Multitróficos para la fase de engorde.
 - Para las granjas de rodaballo:
Biofloc en preengorde.
Multitróficos en Hatchery, preengorde y engorde.
 - En granjas de cultivo de trucha y esturión:
Aquapónicos en engorde.
 - En el cultivo de tenca:
Biofloc en hatchery, preengorde y engorde.
Aquapónicos en hatchery, preengorde y engorde.



Encuesta: CONCLUSIONES



Tecnología BIOFLOC

- » La tecnología biofloc ofrece posibilidades de aplicación fundamentalmente en la fase de preengorde de todas las empresas encuestadas.
- » Su aplicación, requiere todavía un mayor esfuerzo en investigación y desarrollo además de información técnica, que facilite su uso en las granjas de cultivo.





Encuesta: CONCLUSIONES



CULTIVO DE LISAS

- » Las empresas no consideran de momento a la lisa como especie potencial para su cultivo en sus modelos productivos actuales por su difícil adaptación a sus modelos productivos y por el escaso interés de mercado. Aunque valoran positivamente sus características como especie acuícola.





GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fundación Biodiversidad



Unión Europea

Fondo Europeo Marítimo y
de Pesca (FEMP)

MUCHAS GRACIAS!



Cluster de la Acuicultura
Centro Tecnológico del Cluster de la Acuicultura

Dra. María Vázquez Ruiz de Ocenda