

## “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”



**Jornada final**

**04 de noviembre de 2021**

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### Índice:

0. El proyecto FOULACTIVE
1. Caracterización del fouling en viveros flotantes
2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling
3. Desarrollo de tratamientos antifouling alternativos
  - 3.1 Diseño de un nuevo tratamiento
  - 3.2 Estudio de efectividad del nuevo tratamiento
4. Medidas estratégicas para su aplicación en el sector de la acuicultura

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# EL PROYECTO

## Origen

Las empresas productoras acuícolas de España y la asociación que las representa, APROMAR, han llevado a cabo iniciativas de concienciación en la correcta gestión de las instalaciones en cuanto al fouling, existiendo amplio interés en el desarrollo de estudios que permitan conocer los tratamientos disponibles y el desarrollo de nuevos tratamientos o aplicaciones innovadoras para su uso en viveros flotantes.

## Antecedentes

En la actualidad se están investigando algunos productos antifouling alternativos más respetuosas con el medio ambiente y que eviten la incrustación de organismos en estructuras flotantes. En los últimos años se han desarrollado proyectos muy interesantes que luchan de manera eficiente contra este problema como es el caso del proyecto Byefouling apoyado en el marco del Océano del Mañana por la Comisión Europea, LEAF del FP7, etc. De la misma forma, otras investigaciones se han centrado en el control biológico de los organismos incrustantes a través del uso de especies ramoneadoras que se alimentan de estos organismos (Lodeiros & García, 2004)..

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# EL PROYECTO

## Objetivos

*Minimizar el impacto medioambiental asociado a la generación de residuos procedentes del fouling en viveros flotantes a través de la evaluación y desarrollo de nuevos tratamientos sostenibles aplicables en viveros flotantes.*

- Identificar las causas que originan el fouling analizando los diferentes tipos de incrustaciones presentes en los viveros flotantes su periodicidad y las superficies donde se desarrollan.
- Valorar los tratamientos antifouling disponibles y en desarrollo en base a parámetros específicos de aplicación, durabilidad, efecto priorizando las características que permitan mejorar la calidad medioambiental.
- Desarrollar tratamientos innovadores que contrarresten los efectos del fouling de manera mas sostenible.
- Desarrollar una estrategia sectorial en base a los resultados obtenidos en el estudio.

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# EL PROYECTO

### Innovación

**Introducción de un nuevo producto:** ya que se contempla el desarrollo de un nuevo tratamiento para combatir el fouling en las instalaciones acuícolas mediante el desarrollo de materiales basados en incrustaciones de nanopartículas de cobre en matrices poliméricas.

**Introducción de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa:** la colaboración con APROMAR permitirá establecer una estrategia sectorial que incluya pautas a incorporar en las empresas con el fin de minimizar el impacto ocasionado por el manejo del fouling en la actividad diaria, tanto en el procedimiento de limpieza como en la toma de decisiones a la hora de seleccionar los tratamientos a emplear para combatir el fouling.

**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

## ¿Qué es el biofouling?

- Proceso natural
- Colonización de organismos
- Redes: superficie ideal

## Problemática:

- Peso añadido
- Corrosión de las estructuras
- Colapso de los sistemas

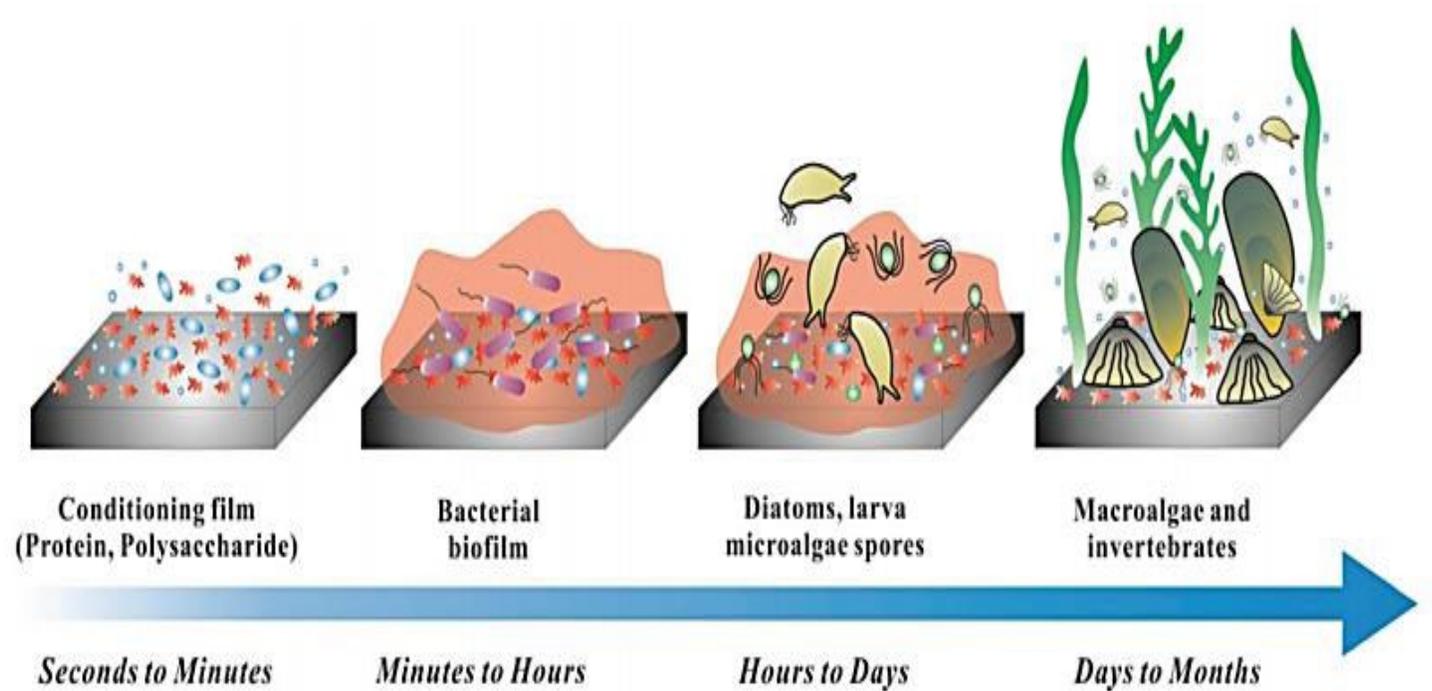


**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

## Fases de la colonización:

- Adsorción de moléculas orgánicas
- Colonización primaria (biofilm)
- Colonización secundaria
- Colonización terciaria
  - Migración
  - Dispersión larvaria

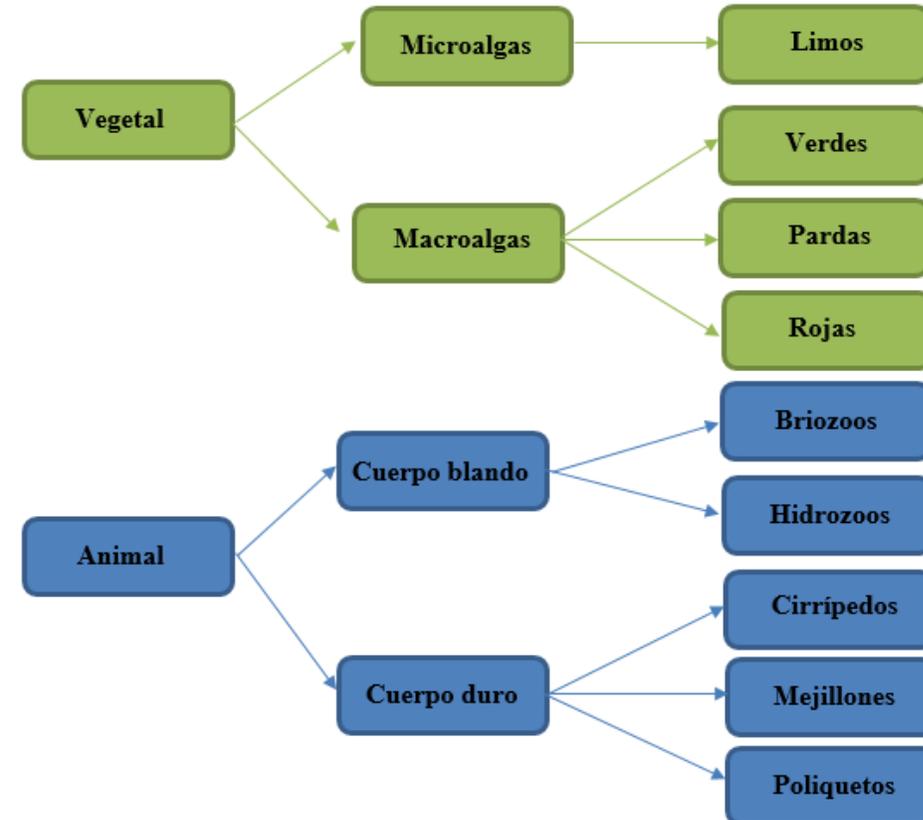


## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

### Tipos de fouling:

- Difícil de clasificar ( $\pm$  4000 spp.)
- Dependen de:
  - Tª, profundidad, sustrato...
  - Localización, época del año...
- Dos categorías
  - Animal
  - Vegetal

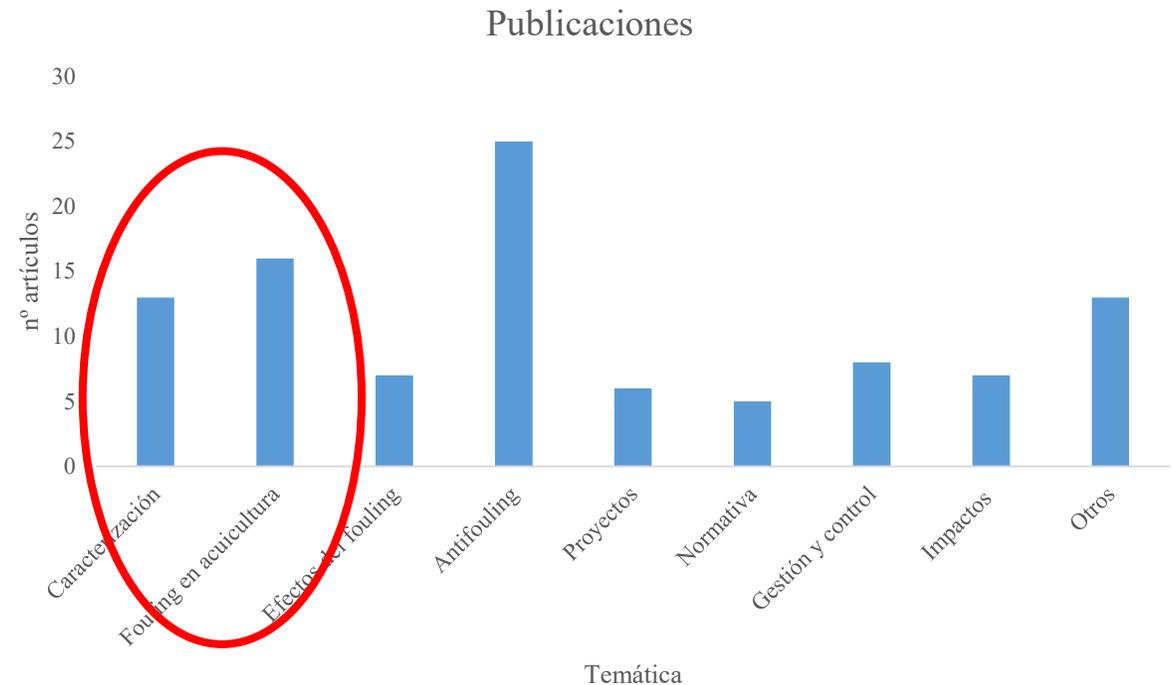


## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

### Situación actual en España:

- Objetivos:
  - Organismos más frecuentes
  - Gestión empresarial
- Metodología:
  - Revisión bibliográfica ( $\pm$  100 arts.)
  - Colaboración APROMAR-REMA
  - Encuestas a empresas



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

### Resultados de las encuestas:

- Organismos presentes:
  - Algas y moluscos
  - Crustáceos y otros
- Gestión del fouling:
  - Empleo de antifouling
  - Netwax NI3
  - Aplicación externalizada



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

### Principal problemática:

- Incremento de peso
  - Entorno rico en nutrientes
  - Crecimiento de organismos → reducción de la apertura
  - Reducción del flujo de agua
  - Incremento de peso y colapso de las redes



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

## Principal problemática:

- Modificación de la hidrodinámica
  - Reducción de la flotabilidad
  - Desgaste y corrosión de estructuras
  - Graves daños en las estructuras
  - Estrés en los animales



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 1. Caracterización del fouling en viveros flotantes.

### Principal problemática:

- Aumento del riesgo de patógenos
  - Biofouling como reservorio de patógenos y enfermedades.
  - Daños en piel y branquias por contacto con nematocistos.
  - *Vibrio anquillarum* presente en las heces de mejillones.

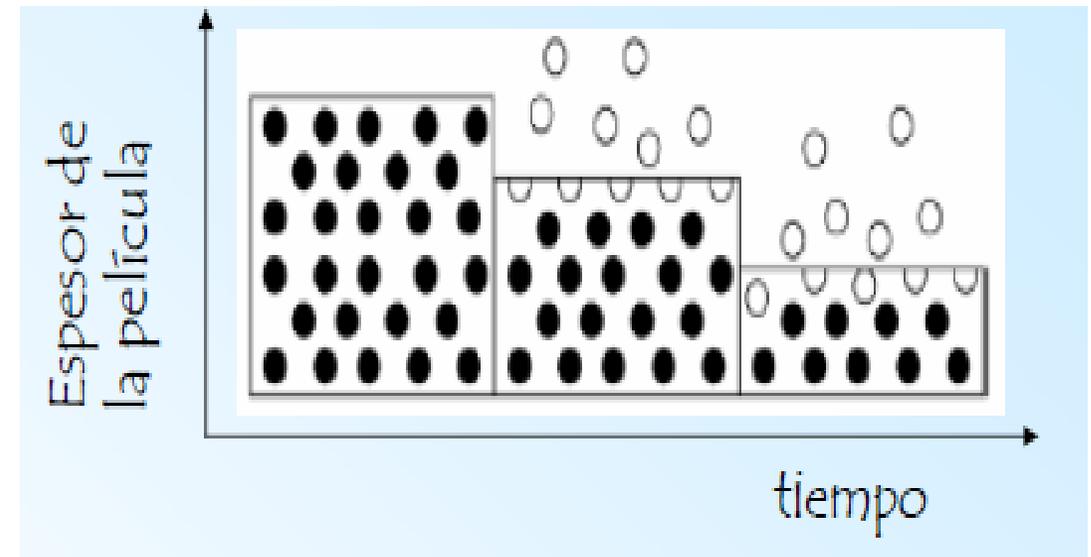


**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### ¿Qué es un antifouling?

- Inhiben la incrustación
- Principio activo: Biocidas
- Generan lixiviado
- Forman microcapa inhibiendo el crecimiento
- Metodología más empleada



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### Tratamientos disponibles:

- **Mørenot** (Netwax [11], Superguard [1])
- **Steen-Hansen** (Aquanet [10])
- **Brynsløkken** (Notorius [5])
- **AquaProcess** (FlexGard [7])
- **Codelpa** (Ecolint [2], Econet [1])



**MØRENOT**  
AQUACULTURE



**Steen-Hansen**



**BRYNSLØKKEN**



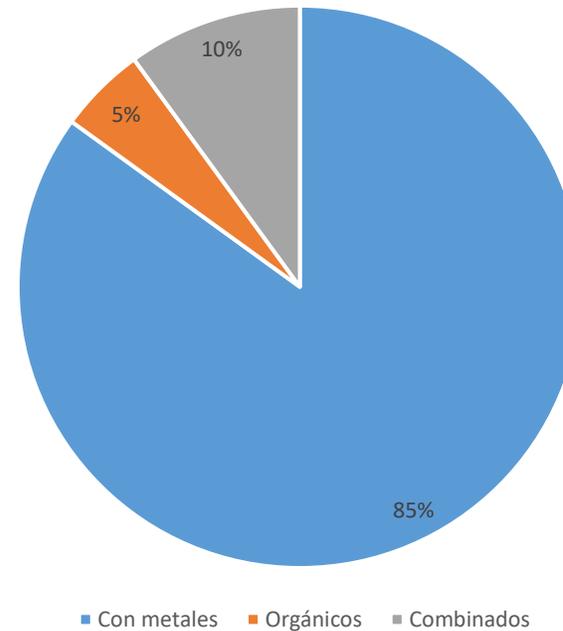
## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

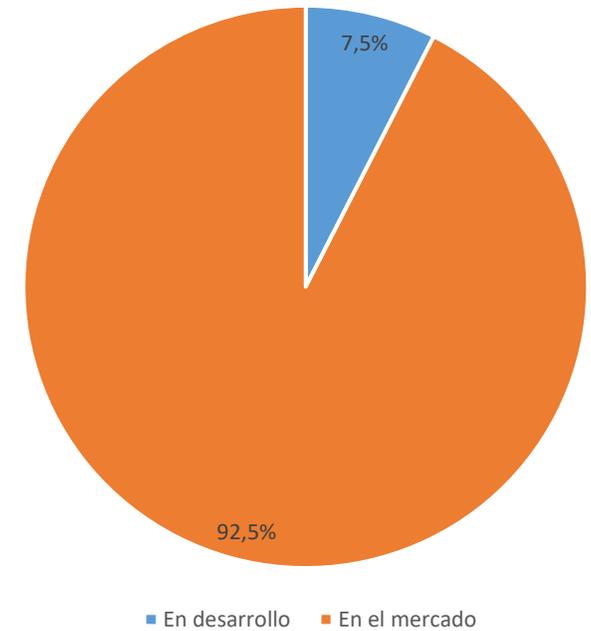
### Tipos de antifouling:

- Tratamiento químicos:
  - Biocidas: metales (Cu, Zn, Br...)
  - 85% de los antifouling
- Tratamientos orgánicos:
  - Biocida: Econeas
  - 5% de los antifouling
- Nuevos tratamientos:
  - 7,5% de los antifouling

Naturaleza de los antifouling



Estado de los antifouling



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### Análisis:

- Metodología: Base de datos
- Enfoque:
  - Biológico
  - Productivo
  - Medioambiental

Codigo	Nombre	Empresa	Estado	Tipo	Biocida	Duracion	Ficha tecnica	Documento	Haga clic para agreg
1	Netwax NI3		1 Disponible	1	Cu	9 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 1	
2	Netwax NI4		1 Disponible	1	Cu	6 - 9 meses	No	Anexo, Pg 7	
3	Netwax Gold		1 Disponible	6	Cu	6 - 9 meses	No	Anexo, Pg 16	
4	Netwax T4		1 Disponible	1	Cu	6 - 9 meses	No	---	
5	Superguard		1 Disponible	1	Cu	6 - 9 meses	No	---	
6	AquaNet HG360		3 Disponible	2	Cu	3 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 22	
7	AquaNet Premium		3 Disponible	5	Cu + Ecomea	3 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 24	
8	AquaNet Protect		3 Disponible	3	Ecomea + Zn	3 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 26	
9	Notorius A		4 Disponible	1	Cu + Oxocarbono	3 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 28	
10	Notorius I		4 Disponible	1	Cu + Oxocarbono	6 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 32	
11	Notorius II		4 Disponible	1	Cu + Oxocarbono	6 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 36	
12	Notorius III		4 Disponible	1	Cu + Oxocarbono	6 - 9 meses	Si	Anexo, Pg 40	
13	Notorius Kobberfri		4 Disponible	3	Zn	3 - 9 meses	No	---	
14	Flexgard Original		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 44	
15	Flexgard Specific		5 Disponible	6	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 46	
16	Flexgard Standard		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 48	
17	Flexgard Super c		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 50	
18	Flexgard Super		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 52	
19	Flexgard Superior c		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 54	
20	Flexgard Superior		5 Disponible	8	Cu	5 - 12 meses	Si	Anexo, Pg 57	
21	Econet HB 6		2 Disponible	5	Cu	5 - 6 meses	Si	Anexo, Pg 59	
22	Ecolint 2000		2 Disponible	7	Biodegradable	8 - 10 meses	Si	Anexo, Pg 62	
23	Ecolint 3000		2 Disponible	3	Biodegradable	8 - 10 meses	Si	Anexo, Pg 65	
24	AquaNet B45		3 No disponible	4	Ecomea + Zn	¿?	No	---	
25	Neptuno 9000		2 No disponible	1	Cu	¿?	No	---	

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### Análisis:

Criterio	Categoría
Enfoque (Eq)	Biológico
	Productivo
	Medioambiental

Criterio	Categoría	Valore	Ponderación
Duración (Dr)	Baja	1	4
	Media	2	
	Alta	3	
Especificidad (Ef)	Baja	1	3
	Media	2	
	Alta	3	
Impacto ambiental (Ia)	Bajo	3	4
	Medio	2	
	Alto	1	
Aplicabilidad (Ap)	Baja	1	2
	Media	2	
	Alta	3	

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### Análisis:

- Resultados:

- Potencialidad del tratamiento (Q)

- $Q_{\min} = [(4*1)+(3*1)+(4*1)+(2*1)] = 13$

- $Q_{\max} = [(4*3) + (3*3)+(4*3)+(2*3)] = 39$

Valor	Potencialidad del tratamiento
13-18	Muy baja
19-24	Baja
25-30	Media
31-36	Alta
37-39	Muy alta



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 2. Identificación y análisis de tratamientos antifouling.

### Resultados:

- Tratamientos potenciales:
  - Netwax NI3
  - AquaNet Protect
  - AquaNet Premium
  - Notorius A
  - FlexGard Superior



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### Objetivos:

- General:
  - Antifouling con un menor impacto (CETGA)
- Específicos:
  - Determinar especificidad y durabilidad
  - Establecer medidas estratégicas de aplicación (APROMAR)



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.1 Diseño:

- Resina epoxi
- Nanopartículas de cobre ( $\emptyset = 25 \text{ nm}$ )
- $[\text{Cu}] = 1\%$
- Paños de red (50 x 50 cm)
- Red de 2 cm sin nudos

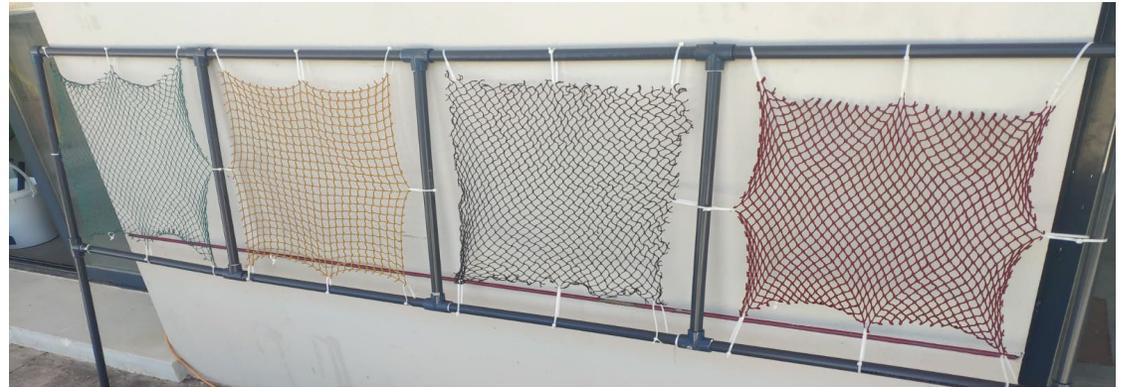


## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

#### 3.2 Estudio de efectividad:

- Metodología comparativa:
  - Netwax NI3; [Cu] = 3%
  - Aquanet Protect; [Zn] + [Econea] = 2%
  - Aquanet Premium; [Cu] = 10%
  - Red control (sin antifouling)
- Estudio por duplicado



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2 Estudio de efectividad:

- Ambientes:
  - Cádiz (estero extensivo)
  - Galicia (cultivo de rodaballo)



**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2 Estudio de efectividad:

- Periodo de estudio:
  - Inicio: 1 de junio de 2021
  - Fin: 1 de octubre de 2021



FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2 Estudio de efectividad:

- Indicadores:
  - Cobertura de especies (ImageJ)
  - Peso adquirido

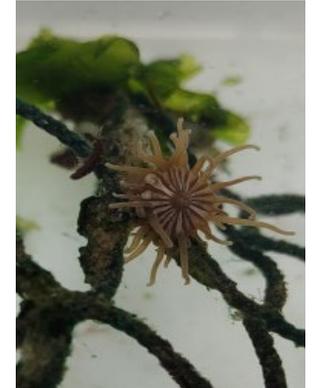
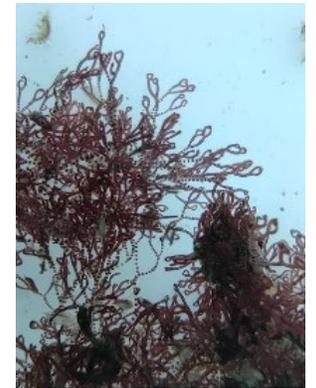


## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

#### 3.2.1 Cobertura de los tratamientos:

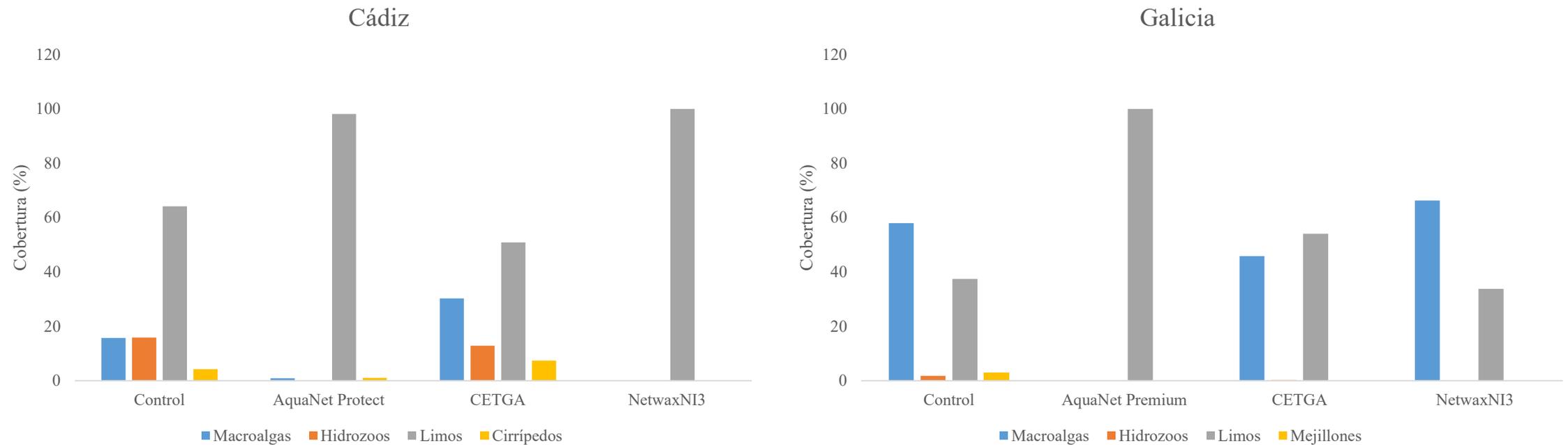
Ambiente	Tratamiento	Macroalgas	Hidrozoos	Limos	Mejillones	Cirrípedos	Anfipodos	Isópodos	Poliquetos
Cádiz	Control	X	X	X		X	X		
	AquaNet Protect			X		X	X		
	CETGA	X	X	X		X	X		
	Netwax NI3			X			X		
Galicia	Control	X	X	X	X		X	X	X
	AquaNet Premium			X				X	
	CETGA	X		X			X		
	Netwax NI3	X		X				X	X



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

#### 3.2.1 Cobertura de los tratamientos:

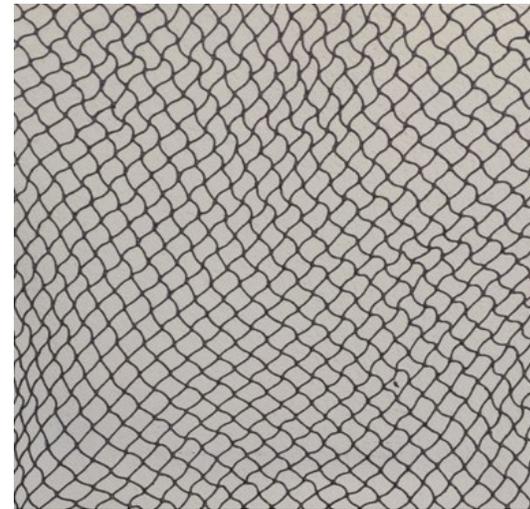
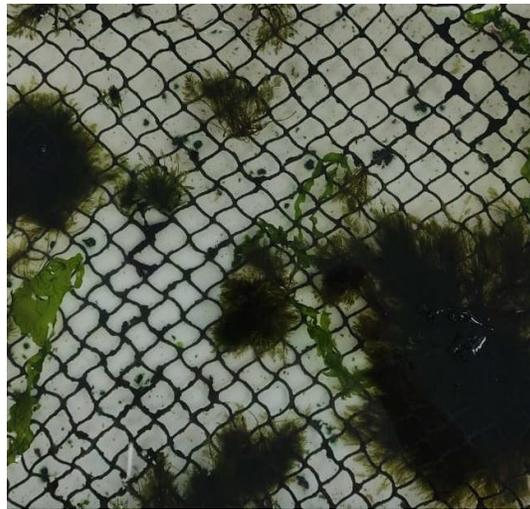
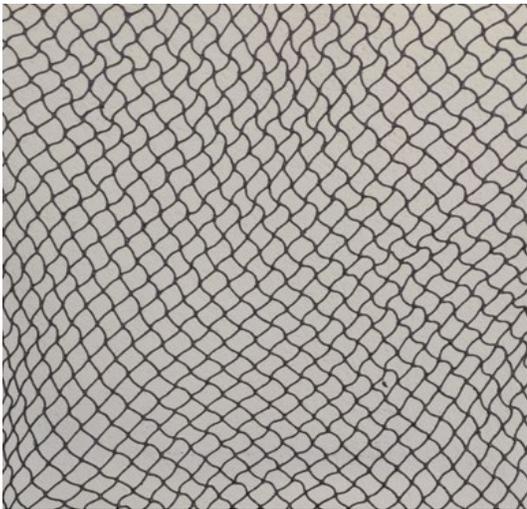


**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2.2 Incremento de peso:

#### Nuevo antifouling

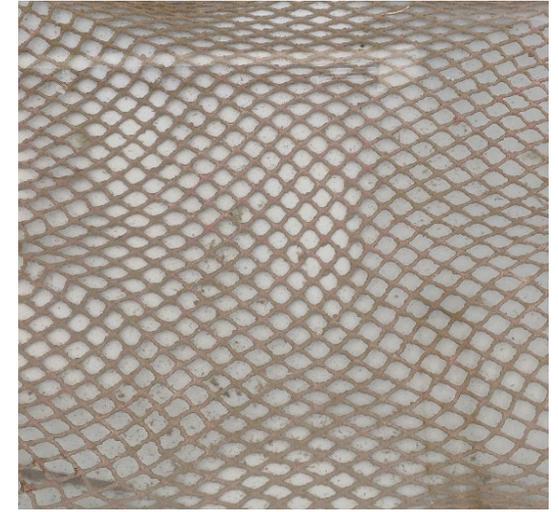
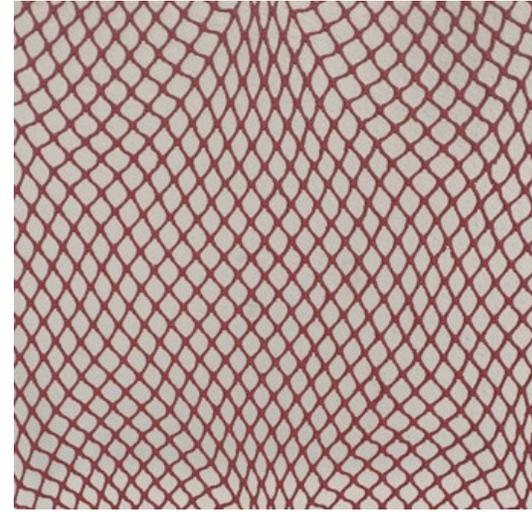
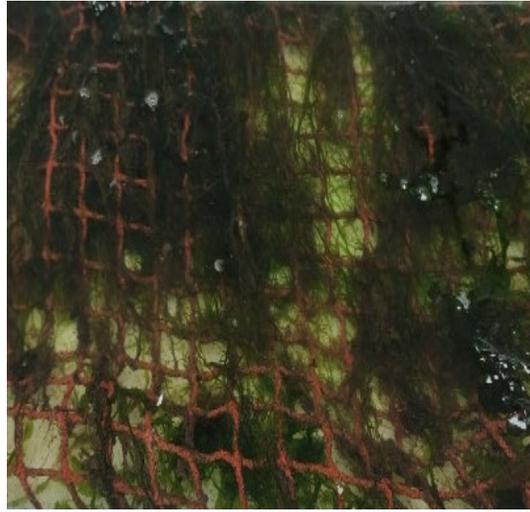
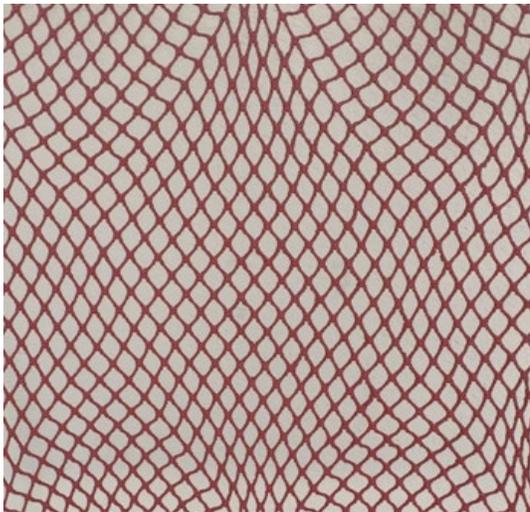


**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2.2 Incremento de peso:

#### Netwax NI3

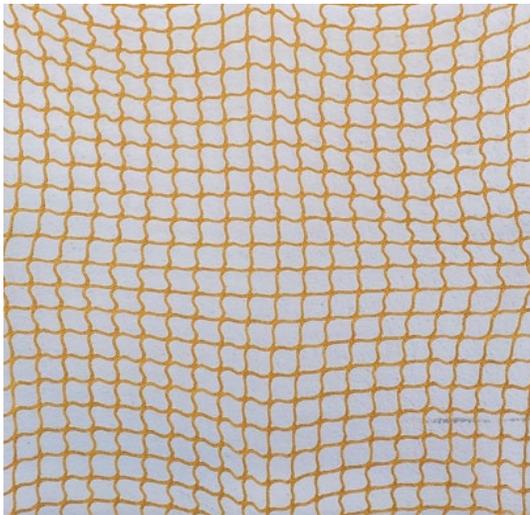


**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### 3.2.2 Incremento de peso:

**AquaNet Premium**



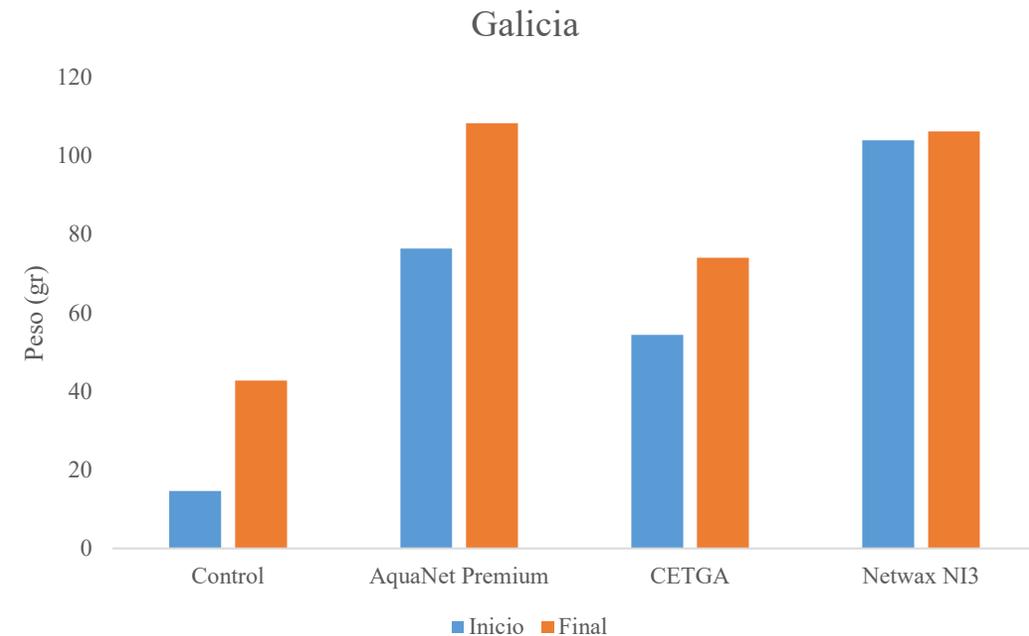
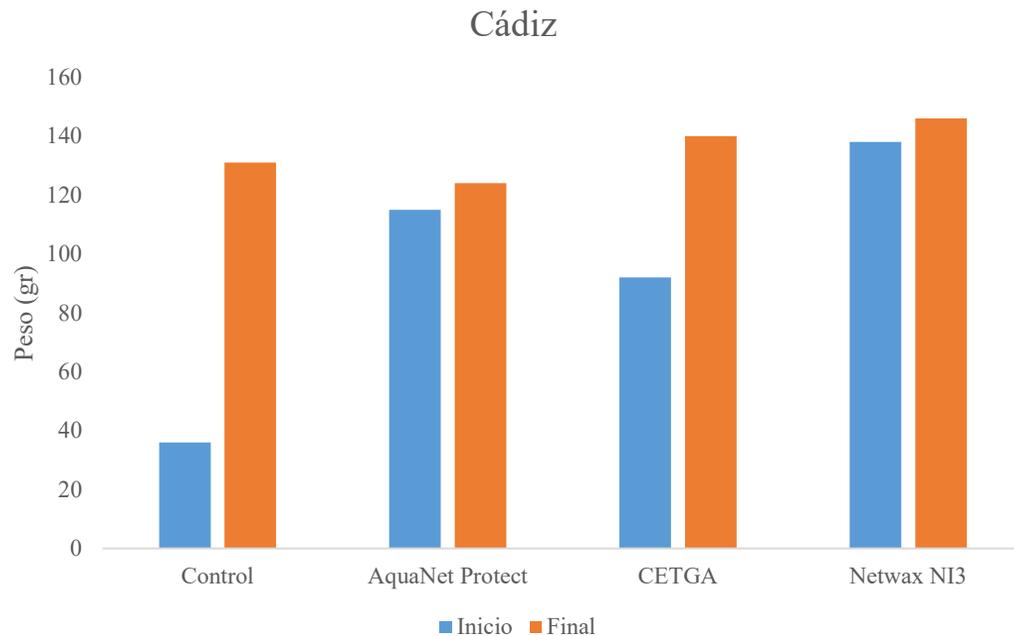
**AquaNet Protect**



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

#### 3.2.2 Incremento de peso:



## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

### 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

#### Conclusiones:

1. La presencia del biofouling depende de factores locales y globales.
2. Las últimas investigaciones y proyectos se centran en desarrollar nuevos antifouling.
3. La mayoría de tratamientos existentes usan metales pesados como biocidas.
4. Tratamientos que combinan biocidas tradicionales con ecológicos (Aquanet) muestran resultados similares.
5. El nuevo tratamiento desarrollado reduce el impacto en el medio ambiente renunciando a su efectividad.
6. De los tratamientos analizados Netwax NI3 es la opción más viable para su uso en viveros flotantes.

**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 3. Desarrollo de un nuevo tratamiento antifouling.

### Recomendaciones:

- Continuar con el uso de antifouling comerciales hasta perfeccionar aquellos en fase de desarrollo.
- Promover el uso de tratamientos de menor impacto ambiental (biocidas orgánicos).
- Prestar apoyo a proyectos que buscan nuevos productos más eficientes y cuidadosos con el entorno marino.

**FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

## 4. Medidas estratégicas para su aplicación.

### Objetivo:

- Definición de medidas sectoriales para evaluar los tratamientos considerados y su aplicación, en base a las características medioambientales de los viveros flotantes españoles.

### Metodología:

- Colaboración con APROMAR
- Actividad en ejecución

## FOULACTIVE: “Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”

# 4. Medidas estratégicas para su aplicación.

## Metodología

Antes de iniciar cualquier estrategia antifouling colectiva e individual en las instalaciones productivas, es prioritario conocer las alternativas para combatir el fouling e, identificar cual es la más apropiada para un escenario específico.

El proyecto FOULACTIVE ha realizado una recopilación de estudios del fouling y un análisis de las opciones disponibles con el fin de que se defina una estrategia para seleccionar aquellos tratamientos más sostenibles, minimizando de este modo el impacto que pudiera ocasionar los tratamientos actualmente empleados en las empresas del sector.

Actualmente se está integrando esta información para decidir las estrategias mas apropiadas a medio y largo plazo al respecto, fomentando la sostenibilidad especialmente vinculada al respeto medioambiental.

**“Desarrollo de tratamiento antifouling que permita reducir el impacto en el medio ambiente de viveros flotantes”**

**Muchas gracias por su atención**



**María del Mar Agraso Martínez ([mm.agraso@ctaqua.es](mailto:mm.agraso@ctaqua.es))**

**Sergio Aranda Gámez ([s.aranda@ctaqua.es](mailto:s.aranda@ctaqua.es))**