

Gestión y valorización de la biomasa de algas

desechada en la
actividad acuícola



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA



20
AÑOS

PROGRAMA
pleamar



Unión Europea

Fondo Europeo Marítimo y
de Pesca (FEMP)



Este proyecto, liderado por ANFACO-CECOPESCA, que ha contado con la participación de CTAQUA, como socio, tenía como objetivo cuantificar, identificar y caracterizar las algas cuyo afloramiento masivo en zonas de acuicultura exige su retirada del medio. A partir de estos datos, se ha evaluado su gestión actual y los procesos de gestión alternativa que permitan aprovechar mejor todo su potencial, respetando las directrices marcadas por la legislación medioambiental.

Se ha ejecutado en dos zonas muy diferenciadas: las Rías Baixas de Galicia donde las algas afectan al cultivo de moluscos, y los esteros de Andalucía, en los que las algas afectan al cultivo de peces.

El proyecto ha perseguido cuantificar y mitigar, en la medida de lo posible, esta problemática, buscando el mejor compromiso alcanzable entre el cuidado medioambiental y la sostenibilidad económica de las actividades acuícolas que se ven afectadas por ella. Para ello, una parte fundamental ha sido la localización de las zonas en las que este afloramiento exige la retirada de esta biomasa del medio marino y su cuantificación.

Como resultado más visible de la ejecución de este proyecto, se han llevado a cabo acciones demostrativas de alguno de los procesos propuestos para valorizar las algas que son retiradas del medio en el que se desarrollan las actividades acuícolas. Para ello, ANFACO-CECOPESCA ha llevado a cabo la cuantificación y el aprovechamiento, mediante procesos de hidrólisis y de fraccionamiento con membranas, de la fracción proteica de las algas que suelen estar presentes entre la biomasa retirada de los bancos marisqueros de las Rías Baixas. Por su parte, CTAQUA ha desarrollado la producción de compostaje orgánico, elaborado a partir del excedente de macroalgas de instalaciones acuícolas ubicadas en Esteros de Cádiz y Huelva.

El proyecto ha contado con un presupuesto de ejecución de 95.843,44 €, de los cuales el 74,84% ha sido financiado por el Programa pleamar.

Los resultados del proyecto han sido satisfactorios y creemos que servirán de punto de partida para el desarrollo de nuevas actuaciones encaminadas a poder dar mayor valor a la biomasa de algas que actualmente no se está aprovechando, cuya gestión supone, en algunos casos, un importante problema.

En este documento se resumen de forma esquemática los principales resultados alcanzados por ANFACO-CECOPESCA, en la parte del proyecto ejecutada en Galicia.



Objetivo general

Poner en valor la biomasa de algas que, por una excesiva proliferación en zonas litorales, ponen en riesgo la adecuada explotación de los recursos acuícolas en esas zonas.

Objetivos específicos

1. Cuantificar las algas generadas como residuos de explotación acuícola, en las zonas de estudio y conocimiento del destino de las mismas.
2. Conocer las características de las algas retiradas de las explotaciones acuícolas.
3. Plantear, en función del escenario identificado, las posibles alternativas para mejorar la situación actual y realizar un aprovechamiento viable.
4. Llevar a cabo experiencias piloto para verificar que son factibles los procesos de valorización propuestos y valorar su eficacia.
5. Difundir, entre los agentes implicados, la información conseguida, los resultados alcanzados y las posibilidades de mejora respecto a la situación inicial.

1. ESTUDIO Y CUANTIFICACIÓN DE LA PROLIFERACIÓN DE ALGAS EN LAS ZONAS AFECTADAS

Las cofradías en las que se produce retirada de algas son las siguientes:

Mugardos
Noia
Cabo de Cruz
Rianxo
Carril
Vilaxoan
Vilanova de Arousa
Illa de Arousa
Cambados
Lonxa de Campelo
Vilaboa
Redondela

Cantidades

< 100 t/año

Mugardos
Noia
Cabo de Cruz
Rianxo
Vilaxoan
Cambados

100 – 500 t/año

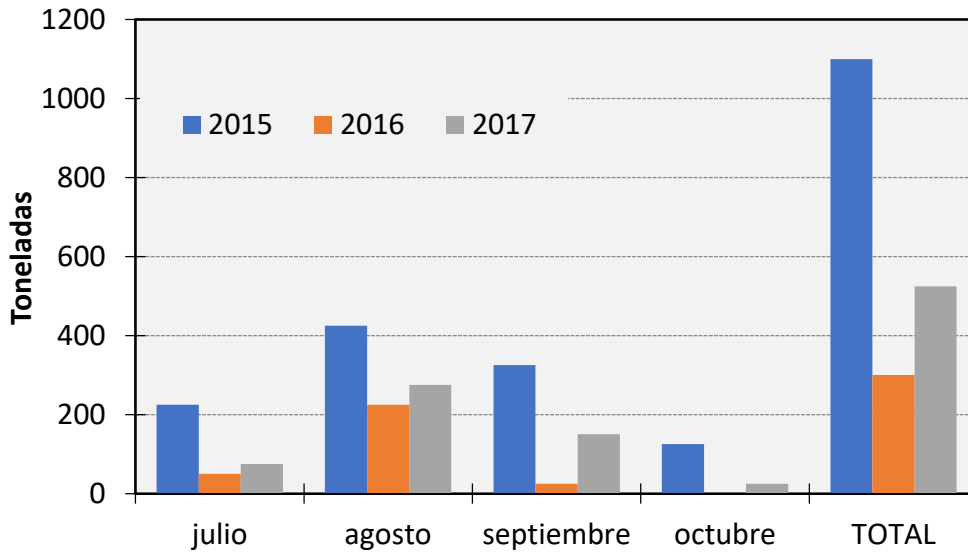
Illa de Arousa
Redondela

> 500 t/año

Vilanova de Arousa
Lonxa de Campelo
Vilaboa

TOTAL ~ 3,300 t/año

Variabilidad en las cantidades retiradas: Lonxa de Capelo



Datos facilitados por **valoriza**medioambiente
Una Compañía de Sacyr Servicios

Gestión de las algas

- Retirada con medios propios, en general, con poca tecnificación, Cuando la retirada se hace desde tierra (mayoría de los casos) (es manual)
- Se suele retirar una cantidad inferior a la necesaria. La retirada implica posponer otros trabajos de explotación, influyendo así en la productividad.
- La gestión se lleva a cabo a nivel local:
 - ✓ Gestión municipal (Compostaje o como RSU)
 - ✓ Depósito en zonas cercanas
 - ✓ Traslado a fincas y uso como abono
 - ✓ Gestión con empresas



2. MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ALGAS

Se han muestreado y caracterizado las algas retiradas en las labores de limpieza, en las siguientes cofradías:

AR1 ILLA DE AROUSA



AR2 REDONDELA



AR3 VILABOA



AR4 NOIA

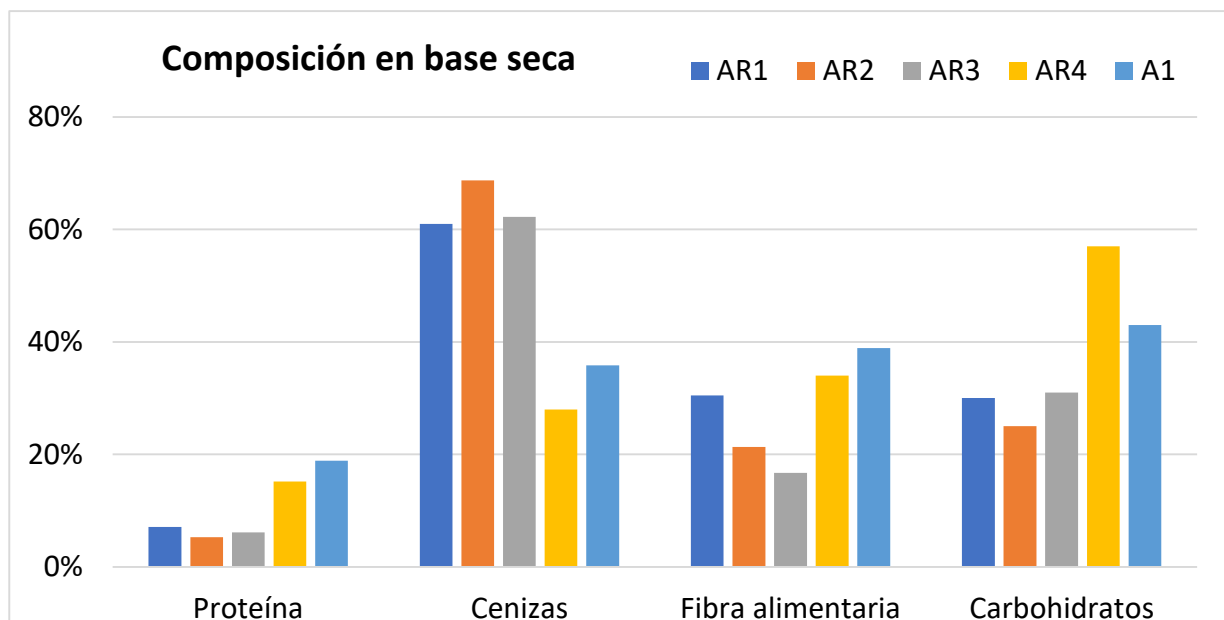


Caracterización físico-química y microbiológica

Alga		AR1	AR2	AR3	AR4	A1
Humedad	%	79%	85%	82%	70%	81%
Proteína	%	1,5%	0,8%	1,1%	4,6%	3,6%
Grasas	%	0,3%	0,1%	0,1%	0,3%	0,4%
Cenizas	%	12,8%	10,3%	11,2%	8,5%	6,8%
Materia orgánica	%	8,2%	4,7%	6,8%	22,0%	12,2%
Fibra alimentaria	%	6,4%	3,2%	3,0%	10,4%	7,4%
NaCl	%		2,5%	2,2%	3,8%	
Carbohidratos	%	6,4%	3,8%	5,6%	17,3%	
Aerobios	ufc/g	$2,5 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$	$9,4 \cdot 10^3$	$5,6 \cdot 10^3$	
E coli	ufc/g	<10	10	21	<10	

A1 es un alga empleada para uso comercial, similar por especie, a las algas AR1 y AR4 (Ulva laminar), empleada como control en esta presentación de resultados, por tratarse de una muestra más limpia.

Extrapolación de resultados a alga en base seca



3. PROPUESTA DE MEDIDAS CORRECTORAS

Deficiencias detectadas

Operacionales

- Escaso empleo tecnológico en las operaciones de retirada de las algas
- Métodos de retirada que producen la contaminación del alga

Logísticas

- Poca colaboración entre cofradías cercanas con problemática común
- Se afronta el problema de forma individual

Empresas gestoras

- Las empresas gestoras dadas de alta para el código LER correspondiente a los residuos de algas (02 01 03) no tienen la obligación de gestionarlas
- Alguna empresa contactada no estaría dispuesta a su gestión por la humedad y salinidad

Administraciones públicas

- En general, no hay una planificación específica para la gestión de este tipo de residuos y, si la hay, es únicamente local, sin superar el ámbito municipal
- Si hay planificación específica, suele ir ligada al uso lúdico de los arenales (limpieza de playas)

Legales

- Incompatibilidades con la legislación de gestión de residuos
- De acuerdo con el RD 506/2013 de productos fertilizantes y el RD 806/2010 de sustratos de cultivo, el uso de residuos vegetales exige un compostaje

Propuestas de mejora

Mayor implicación de las administraciones públicas, no sólo a nivel local sino también provincial y autonómico

Unir esfuerzos entre cofradías cercanas con problemática común

Mejorar los procesos de recogida, para conseguir:

- ✓ Mayor eficiencia
- ✓ Menor contaminación del alga
- ✓ Mayores posibilidades de aprovechamiento en finalidades que puedan aportar valor

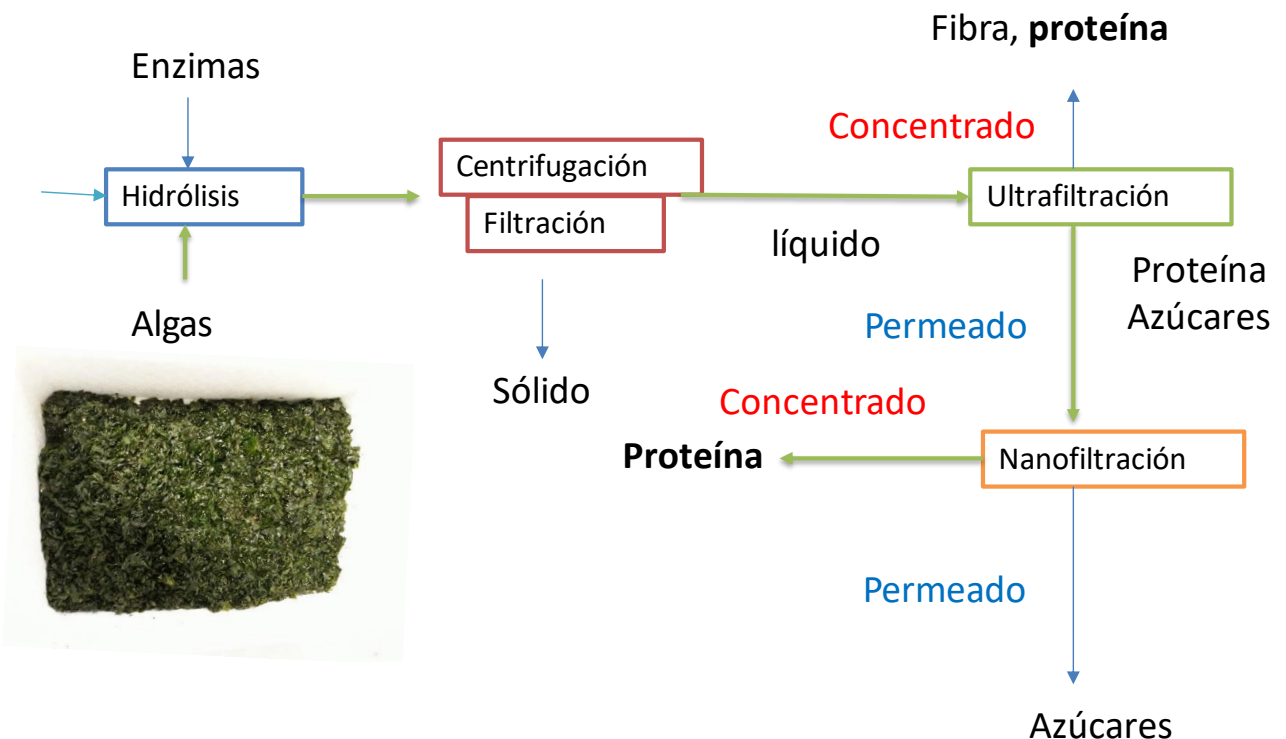
Vincular las opciones de propuestas de solución con modelos de economía circular para poder optar a ayudas para financiar estudios piloto o infraestructuras

Centrarse en el potencial de valor de las algas:

- ✓ Proteína
- ✓ Fibra

4.1. ESTUDIO DE PROCESOS DE OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS

Esquema de operación



Enzimas empleados

	Novozymes	BioCatalyst	Sigma
Proteasas	Protamex® Alcalase 2.4	Flavorpro™ 795MDP	Pepsina
Hidrólisis Carbohidratos	BAN® 480 L Celluclast® 1.5L VinoTaste® Pro	Cellulase 13L Depol™ 692L	

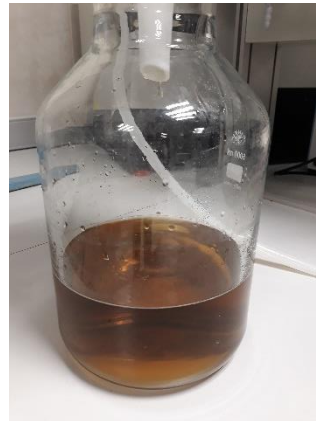
Algas empleadas

Alga	AR1	AR2	AR4
Humedad	79%	85%	70%
Proteína	1,5%	0,8%	4,6%

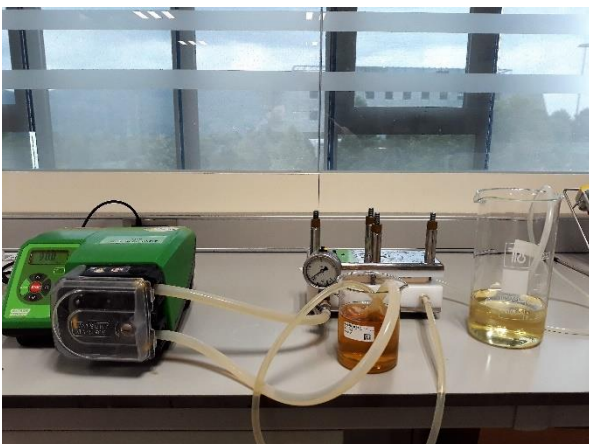
Hidrólisis enzimática



Separación de sólidos



Ultrafiltración, nanofiltración



Secado por atomización



Diseño experimental

	AR1-5	AR1-6	AR1-7	AR1-8	AR1-9	AR1-10	AR1-11A	AR1-11B	AR1-12	AR1-13	AR1-14	AR1-15	AR2-1	AR2-2A	AR2-2B	AR4-1A	AR4-1B	AR4-2A	AR4-2B	AR4-3
Algas	AR1																			
	AR2																			
	AR4																			
Enzimas	Protamex®																			
	Alcalase 2.4																			
	Flavorpro™ 795MDP																			
	Pepsina																			
	BAN® 480 L																			
	Celluclast® 1.5L																			
	VinoTaste® Pro																			
	Cellulase 13L																			
	Depol™ 692L																			
	US																			
Hid. Química																				
UF, NF	30 kD																			
	10 kD																			
	1 kD																			

Recuperación de la proteína inicial y distribución de peso molecular

Peso molecular (kD)	AR1-5	AR1-6	AR-7	AR-8	AR-9	AR-10	AR-11A	AR-11B	AR-12	AR-13	AR-14	AR-15	AR2-1	AR2-2A	AR2-2B	AR4-1 ^a	AR4-1B	AR4.2A	AR4-2B	AR4-3
Hidrolizado	68%	28%	22%	16%	20%	60%	39%	5%	30%	40%	21%	33%	29%	61%	14%	20%	13%	28%	11%	26%
>30	5%								2%	8%	8%	25%		9%				3%	2%	15%
<30									16%	26%				55%				13%	4%	9%
>10													6%							
<10										28%										
>1	48%								2%											
<1	2%								11%	19%	4%	4%	19%							

Proteasa
Hidrólisis CH
Proteasa + Hidrólisis CH
Hidrólisis química

Composición del polvo seco obtenido

Concentración, en %, de Proteína Cenizas Fibra

en relación a la proteína teórica inicial del alga empleada, y distribución fraccionada según los pesos moleculares de corte de la membrana empleada

	AR3-11A	AR1-12	AR1-13	AR1-14	AR1-15	AR2-2A	AR4-1A	AR4-1B	AR4-2A	AR4-2B	AR4-3
30 kD	11 27 31		6 23 49	6 38 33	19 32 21	9 3 26		6 25 57	6 23 62	12 21	6 24 58
10 kD						11 56 3,7			17 44 1,4	15 50 3,8	25 39 3,8 %
1 kD		11 45 2,0		3 61 0,4	21 43 0,8		7 86 1,3				

4.2. OBTENCIÓN DE HIDROLIZADOS PROTEICOS A ESCALA PILOTO

Se recogieron 150-200 kg de algas en la Cofradía de Noia, similares al AR4



Ensayo PPI

1. Hidrólisis

54 kg de alga

Enzimas

Protamex® 1%

Flavorpro™ 795MDP1%

Depol™ 692L 2%



2. Descarga del hidrolizador y separación de sólidos



3. Centrifugación de la fase líquida



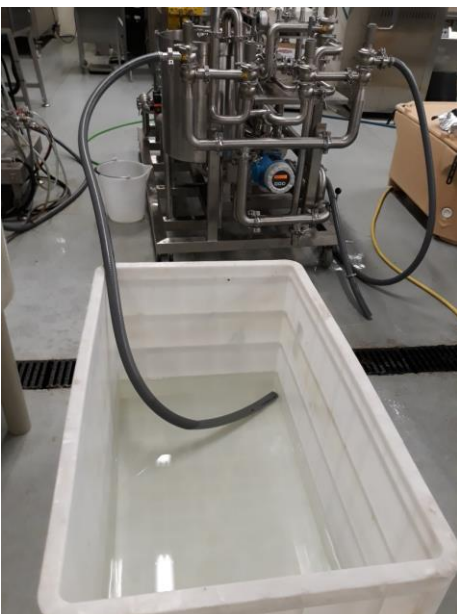
4. Ultrafiltración 5 kD



Concentrado

Permeado

5. Nanofiltración 1 kD



6. Secado



Ensayo PP2

Como el alga presentaba una gran cantidad de concha de molusco, se empleó alga limpiada a mano y triturada

1. Hidrólisis

24 kg de alga

Enzimas

Protamex® 1%

Flavorpro™ 795MDP 1%

Depol™ 692L 2%

2. Descarga del hidrolizador y separación de sólidos

3. Centrifugación



4. Ultrafiltración 5 kD



5. Nanofiltración 0,2 kD



Inicial

Permeado

Inicial

Permeado

6. Secado



Composición de las fracciones de concentrado, en polvo seco

Proteína Cenizas Fibra



	Proteína	Cenizas	Fibra	Proteína	Cenizas	Fibra
5 kD	17%	39%	30%	10%	28%	37%
1 kD	19%	40%		18%	39%	12%
0,2 kD	≈ 15%*			≈ 7%*		
	PP1			PP2		

* Valores estimados extrapolados de las concentraciones analizadas en los permeados en fase líquida.

Conclusiones de los procesos de hidrólisis

- El rendimiento de los procesos de hidrólisis a escala piloto se ha visto perjudicado por el efecto de las impurezas de las algas (conchas, arenas) sobre los elementos mecánicos de agitación del sistema.
- Las enzimas proteasas juegan un papel importante para alcanzar buenos rendimientos.
- La recuperación de fibra soluble (especialmente ficocoloides) puede presentar un gran potencial de aprovechamiento, ya que, son más fáciles de aislar que las proteínas y están presentes en altas concentraciones.
- Es necesario optimizar los procesos de nanofiltración para limitar las pérdidas de proteína en los permeados.

Este proyecto se ha realizado con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica, a través del Programa pleamar, cofinanciado por el FEMP.



Desde ANFACO-CECOPESCA queremos agradecer la colaboración que, en la mayoría de los casos en que se ha demandado, ha existido por parte de las cofradías gallegas y de las empresas explotadoras de los esteros de Andalucía, colaboración sin la cual, habría resultado imposible cumplir con los objetivos de este proyecto.

Diego Méndez Paz

División de Valorización de Subproductos y Economía Circular

ANFACO-CECOPESCA

dmendez@anfaco.es