

# Microalgas, harina de insectos y subproductos de agua de cocción como alternativa sostenible en la formulación de pienso

Martiña Ferreira<sup>1</sup>, Diego Méndez<sup>1</sup>, Leticia Regueiro<sup>1</sup>, Cristina Ancosmede<sup>1</sup>, Xesús Iglesias<sup>1</sup>, Belén Blanco<sup>2</sup>, Laura Santiuste<sup>2</sup>, Mohamed Soula<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>ANFACO-CECOPECA, Estrada Colexio Universitario, 16, 36310 – Vigo (Pontevedra), España

<sup>2</sup>FUNDACIÓN CARTIF, Parque Tecnológico de Boecillo, 205, 47151, Boecillo (Valladolid), España

\*Correspondencia mohamed@anfaco.es

## INTRODUCCIÓN

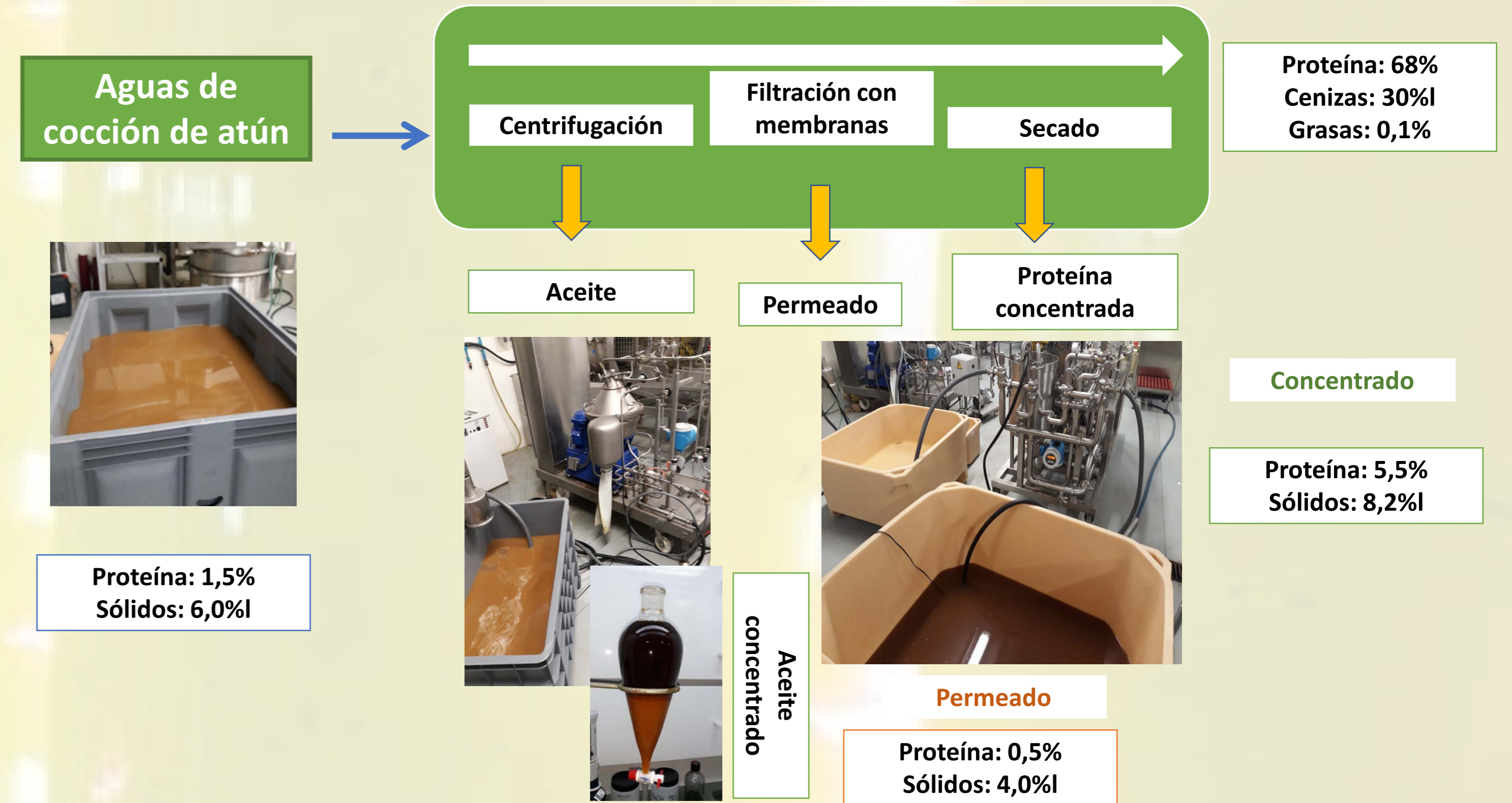
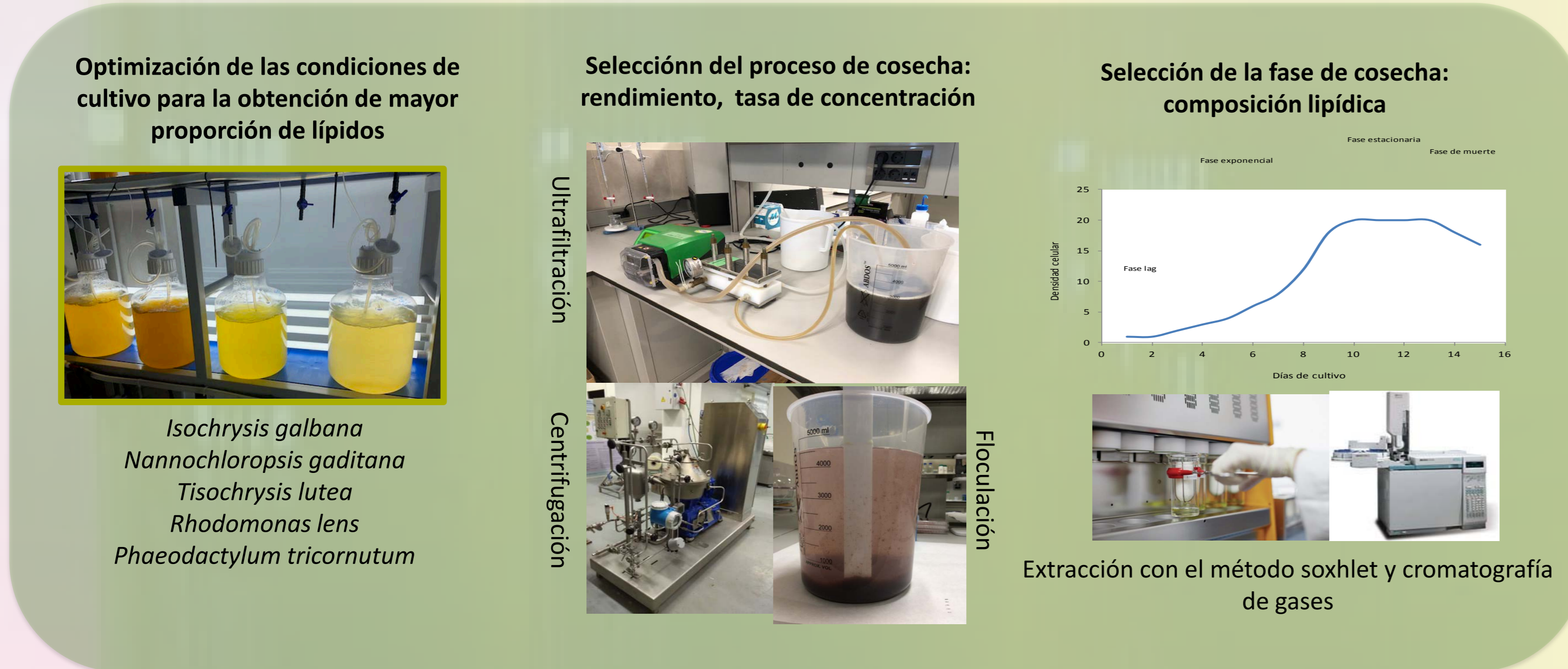
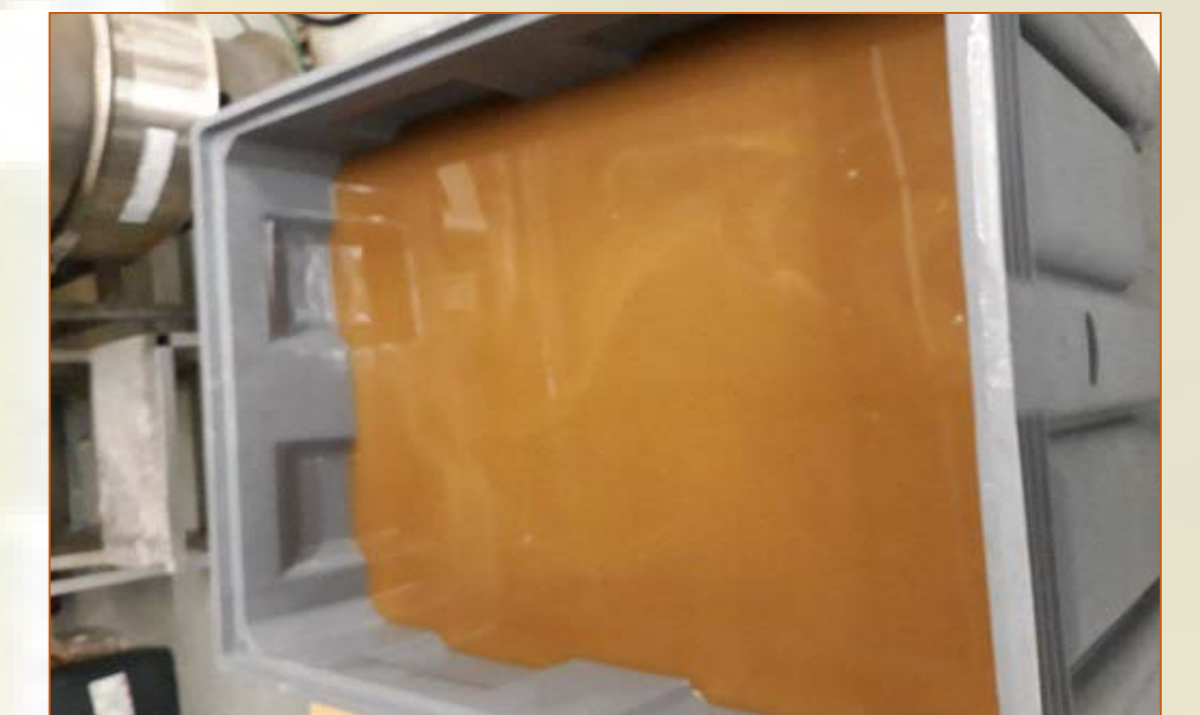
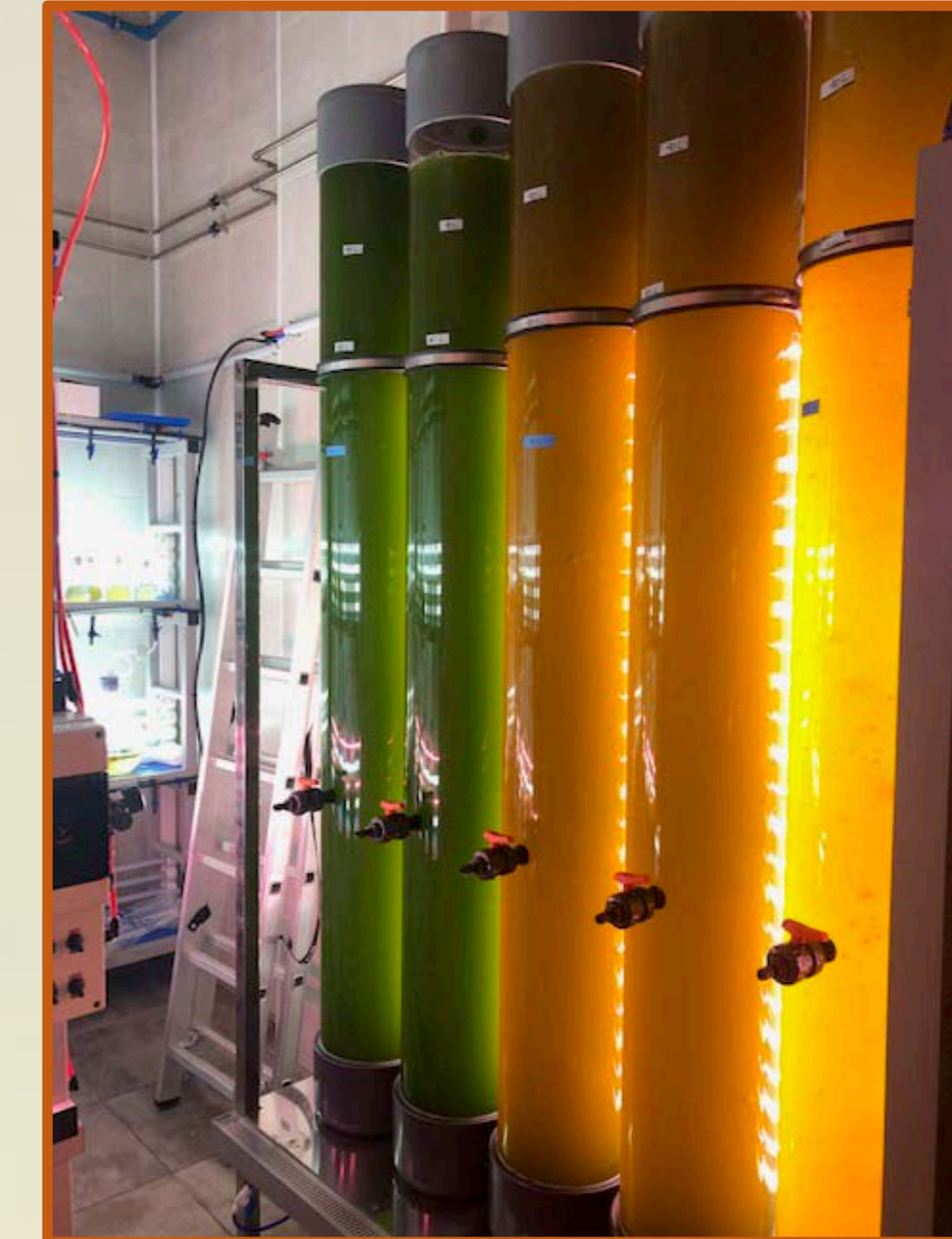
Para el año 2030, se prevé que la acuicultura sea la principal fuente de productos pesqueros en el mundo. Este dato positivo choca con el hecho de que la acuicultura depende en gran medida del aceite y harina de pescado como ingredientes esenciales para la fabricación del pienso, lo que ejerce una presión importante sobre los ecosistemas marinos y terrestre. Recientemente, se están planteando varias alternativas a los ingredientes tradicionales, incluyendo microalgas, harina de insecto como fuente proteica y el creciente uso de subproductos generados por la industria agroalimentaria.

El proyecto "Sustitución de harina y aceite de pescado por productos sostenibles y subproductos alternativos" ALTERNFEED surge de esta importante necesidad de valorar alternativas sostenibles al uso de ingredientes tradicionales en la fabricación de alimento de peces. El proyecto pretende evaluar la combinación de tres ingredientes: (1) harina de insectos como fuente proteica de calidad, (2) biomasa de microalgas y (3) fracción proteica y lipídica recuperada de agua de cocción de los procesos de fabricación de conservas de atún.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto ALTERNFEED en su primera fase se centró en la optimización y producción de los ingredientes alternativos. La producción de microalgas y la recuperación de ingredientes de las aguas de cocción se realizaron en ANFACO-CECOPECA, mientras que, la producción de la harina de insectos se subcontrató a una entidad externa.

Se han seleccionado 5 especies de microalgas *Nannochloropsis gaditana*, *Tisochrysis lutea* (CCAP 927/14), *Rhodomonas lens* (ECC030), *Isochrysis galbana* (CCAP927/1) y *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin (CCAP 1055/1) y se han ajustado las condiciones del cultivo a escala piloto para la valoración de la metodología de extracción y la fase óptima de cosecha de las microalgas con el objetivo de obtener un producto con mayor proporción de lípidos de calidad. En cuanto al agua de cocción, se procedió a optimizar los procesos de centrifugación, filtración y secado según el esquema detallado.



## RESULTADOS

Los resultados mostraron que la centrifugación es la metodología más idónea para la recuperación de la mayor cantidad de microalgas en todas las especies valorado con unos valores >95%. Resaltando que en algunos casos como el de la *T. lutea* la floculación ha sido imposible y la ultrafiltración causaba daños importantes en la integridad de las células (Tabla 1).

Tabla 1. Rendimiento de las 5 microalgas bajo las tres metodologías de cosecha

Rendimiento	<i>N. gaditana</i>	<i>I. galbana</i>	<i>R. lens</i>	<i>P. tricornutum</i>	<i>T. lutea</i>
Floculación	94%	86%	73%	76%	0%
Ultrafiltración	86%	87%	CR*	94%	98%
Centrifugación	96%	95%	CR*	Sd**	96%

CR\*: Células rotas, sd\*\*: sin datos

En cuanto al contenido de lípidos, en *N. gaditana* e *I. galbana* se observó un incremento en el paso de la fase exponencial de crecimiento (1) a la fase estacionaria (2). En las demás especies la proporción lipídica se mantuvo o disminuyó (Figura 1).

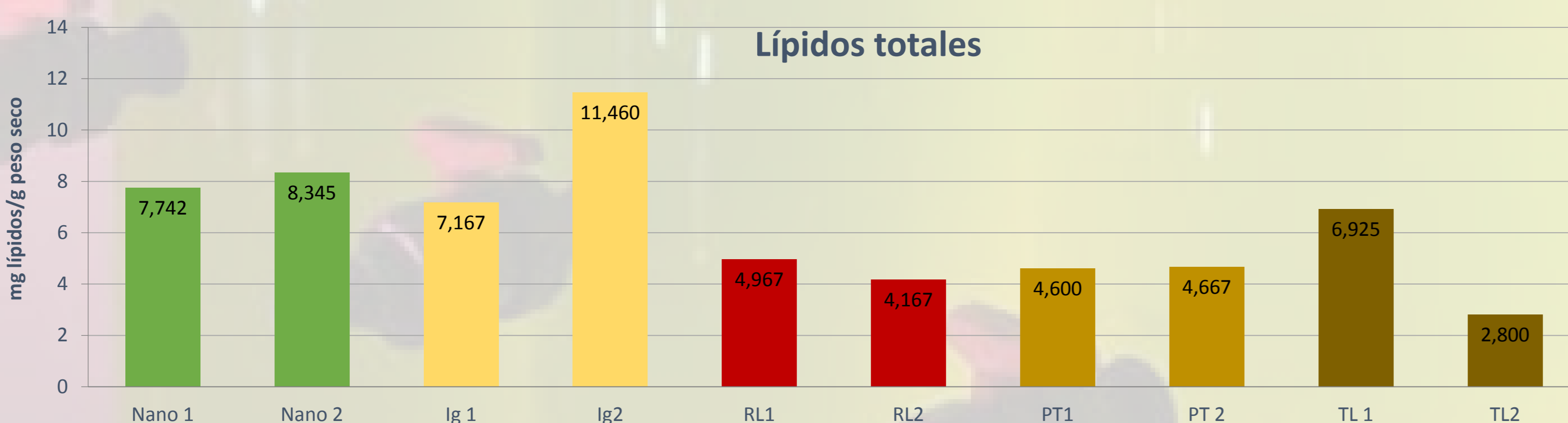


Figura 1. Contenido de lípidos totales de las cinco especies de microalgas en fase exponencial (1) y estacionaria (2).

El perfil de ácidos grasos mostró una variación entre la fase 1 y 2 dependiendo de la especie. Los cambios más importantes se observaron entre los contenidos de ácidos grasos mono y poliinsaturados. Los datos están resumidos en la Tabla 2.

Tabla 2. Perfil de ácidos grasos (% del total) en las fases exponencial (1) y estacionaria (2) en las cinco especies de microalga.

	Ng1	Ng2	Ig 1	Ig2	RI1	RI2	Pt1	Pt 2	TI 1	TI2
Grasa (mg/g)	7,742	8,345	7,167	11,460	4,967	4,167	4,600	4,667	6,925	2,800
Saturados	24,91	29,52	29,36	34,81	20,35	18,25	24,83	29,85	20,76	22,82
Monoinsaturados	35,46	29,41	45,31	31,12	49,02	43,53	33,98	49,58	36,63	59,40
Poliinsaturados	34,35	35,83	17,99	27,92	21,09	27,58	21,89	9,87	35,32	9,52
EPA + DHA	18,84	24,05	4,62	5,15	4,79	2,45	1,26	2,21	0,80	2,29
Omega - 3	25,55	31,13	7,60	14,65	5,48	2,82	1,61	3,08	1,21	2,86
Omega - 6	7,91	4,04	10,19	13,08	15,26	23,82	20,16	6,48	33,85	6,55
Trans	0,27	0,12	0,94	0,05	3,29	3,05	3,29	3,96	2,21	3,46
EPA	18,42	23,90	0,84	0,67	2,63	1,39	1,19	1,21	0,23	0,67
DHA	0,42	0,15	3,78	4,48	2,16	1,06	0,67	1,00	0,56	1,62
AA	0,32	0,00	0,11	2,00	0,35	0,34	0,97	0,44	0,22	0,33

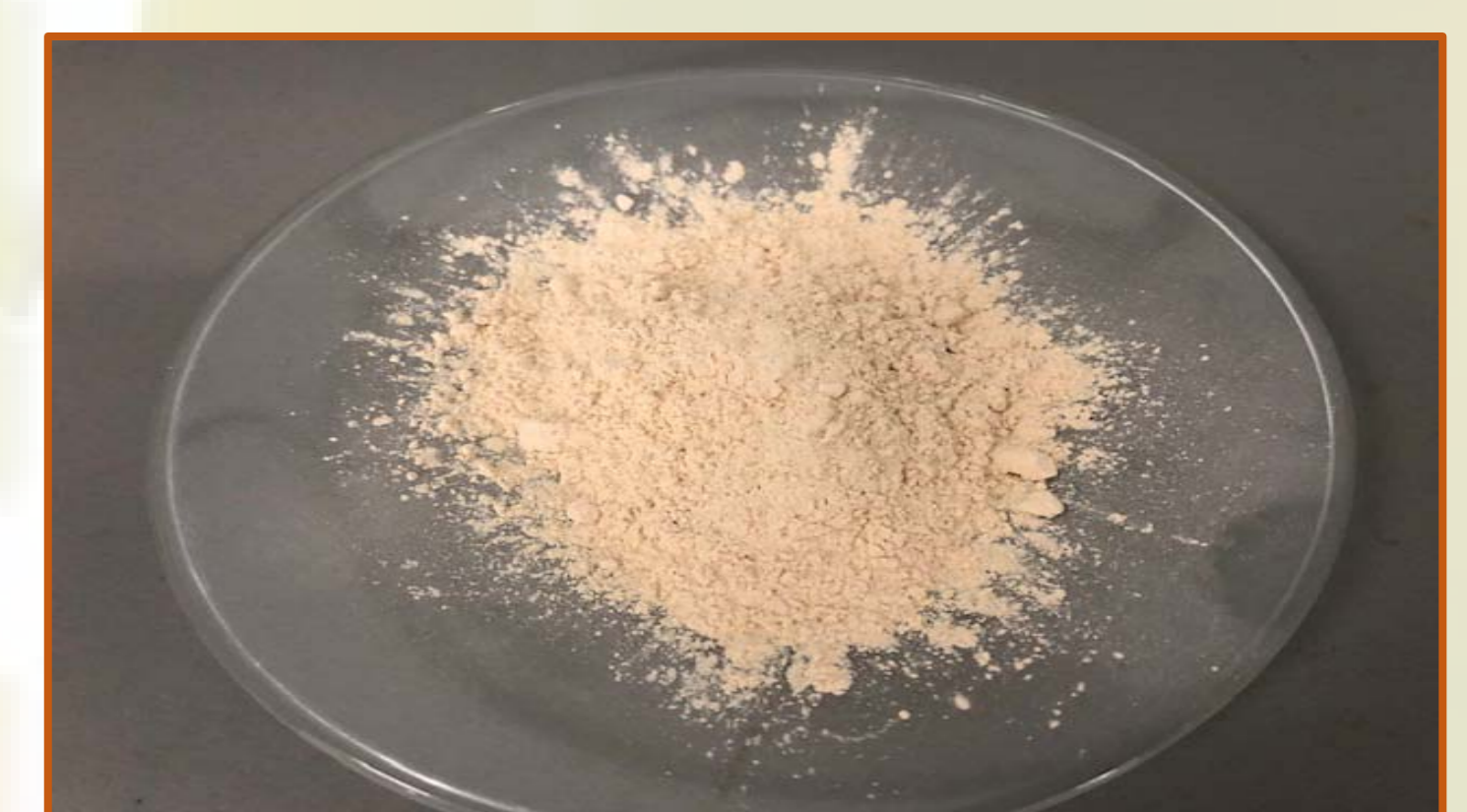
## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto "Sustitución de harina y aceite de pescado por productos sostenibles y subproductos alternativos" ALTERNFEED que ha sido cofinanciado por la Fundación Biodiversidad y los fondos FEMP a través del Programa pleamar, del Ministerio para la Transición Ecológica.

Mediante el uso de membranas de nanofiltración, se concentró la proteína del agua de cocción de atún desde el 1,5% inicial, hasta un 5,5%, recuperándose en el concentrado prácticamente el 80% de la proteína inicial presente en el agua de cocción. Este concentrado se secó para obtener un producto en polvo con un contenido proteico del 70-75% correspondiendo el porcentaje restante a materia mineral. Este contenido proteico es similar al que se puede encontrar en una harina de pescado comercial.

Tabla 3. Calidad del aceite obtenido y perfil de ácidos grasos.

Características del aceite			
Acidez (Expresado en ácido oleico)	1,2%		
Índice de peróxidos (meq O <sub>2</sub> /kg)	23,8		
Composición de ácidos grasos (%)			
C14:0 (Mirístico)	3,57	C20:2	0,33
C14:1 (Mirísticoico)	0,11	C20:3n-6	0,29
C15:0	0,95	C20:3n-3	2,08
C16:0 (Palmitico)	17,95	C20:4n-6	0,23
C16:1T	0,54	C23:0	0,58
C16:1(n-7+n-9)	4,16	C20:5n-3 (EPA)	6,97
C17:0 (Margarico)	0,95	C20:0 (Araquidico)	0,13
C17:1 (Margaroleico)	0,91	C24:0 (Lignocénico)	0,71
C18:0 (Estearico)	4,81	C22:4n-6 (DTA)	1,33
C18:1T (Oleico-trans)	0,15	C22:5n-3 (DPA)	1,32
C18:1n-9 (Oleico)	14,48	C22:6n-3 (DHA)	25,15
C18:1n-7 (Vaccénico)	2,51	Saturados	30,36
C18:2n-6 (Linoléico)	0,44	Monoinsaturados	24,32
C20:0 (Araquidico)	0,36	Poliinsaturados	39,78
C18:3n-3 (Linoléico-ALA)	0,60	EPA + DHA	32,12
C20:1	1,44	Omega - 3	36,31
C18:4n-3 (Morocico)	0,19	Omega - 6	3,47
C21:0	1,06	Trans	1,13



## CONCLUSIONES

Los resultados de optimización obtenidos en esta fase de trabajo nos han permitido tomar las decisiones técnicas, tanto en el caso de las microalgas, como en los ingredientes recuperados del agua de cocción, para poner en marcha un proceso productivo que permitió la obtención de ingredientes que se ajustan a los requerimientos nutricionales de los juveniles de trucha y de corvina. Actualmente, se están formulando y fabricando los piensos que se usaran en el proceso de validación.