

E.3.1.2. Fichas técnicas de Productos elaborados

E.3.1.3. Informe de análisis sensorial

E.3.1.4. Informe de seguridad alimentaria

Alternativa integral para la explotación de macroalgas en la zona del
Galicia y Portugal

ALGALUP

0558_ALGALUP_6_E

Agosto 2021



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •

Tabla de contenido

1. Introducción	6
1.1. PROYECTO ALGALUP	6
1.2. ESPECIE SELECCIONADA	6
2. Ensayos previos	7
2.1. PROCESOS DE SECADO DE ALGA FRESCA Y REHIDRATACIÓN DE ALGA SECA.	7
2.2. RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL SECADO Y LA REHIDRATACIÓN.	9
2.3. ANALISIS DE MUESTRAS	11
3. Platos preparados	13
3.1. PIMIENTOS RELLENOS	13
3.1.1. <i>ficha técnica</i>	13
3.1.2. <i>Proceso de elaboración</i>	14
3.1.3. <i>Resultados organolépticos</i>	16
3.2. PASTAS	17
3.2.1. <i>ficha técnica</i>	17
3.2.2. <i>Proceso de elaboración</i>	18
3.2.3. <i>Análisis nutricional</i>	20
3.2.4. <i>Análisis organolépticos</i>	21
3.3. EMPANADILLA DE BACALAO CON ALGAS	22
3.3.1. <i>ficha técnica</i>	22
3.3.2. <i>Proceso de elaboración</i>	23
3.3.3. <i>Análisis organolépticos</i>	24
3.4. FERMENTACIÓN DE <i>Codium spp</i> CON <i>Lactobacillus plantarum</i>	26
3.4.1. <i>ficha técnica y proceso de elaboración</i>	27
3.4.2. <i>Análisis sensorial y nutricional</i>	30
3.5. PLATOS PREPARADOS DE V GAMA: MERLUZA EN SALSA VERDE.	34
3.5.1. <i>Pruebas preliminares</i>	34
3.5.2. <i>Pruebas piloto</i>	39



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •

3.5.3.	<i>Ficha de las Selección de tasa de alga y análisis sensorial</i>	42
3.5.4.	<i>Análisis de resistencia de C. perfringens bajo HPP</i>	43
3.5.5.	<i>Estudio de vida útil</i>	44
4.	Snack: botanas saladas	47
4.1.	PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS	47
4.2.	ANALISES NUTRICIONAL	48

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del proceso de secado de alga.....	7
Figura 2. Comparación del aspecto del alga escaldada en agua frente al alga original.....	8
Figura 3. Muestra seca de alga seca, durante su hidratación y tras su escurrido.	9
Figura 4. Proceso de elaboración de pimientos rellenos de migas de abadejo y alga rehidratada. 15	
Figura 5. Control térmico del proceso de esterilización de conservas de pimiento relleno de abadejo y algas durante el mantenimiento de 45 minutos a 115 °C.....	16
Figura 6. Resultados sensoriales obtenidos tras la cata de pimientos rellenos.....	17
Figura 7. Proceso de corte y separación de pasta.....	19
Figura 8. Proceso de secado de la pasta. Arriba: pasta fresca en bandeja enrejada para introducirse en secadero. Abajo: pasta seca tras el proceso de secado.....	20
Figura 9. Resultados sensoriales obtenidos tras la cata de pasta con algas.	22
Figura 10. Preparación del alga en polvo y rehidratada triturada para ser añadida en el sofrito... 24	
Figura 11. Empanadillas antes y después del proceso de horneado.	24
Figura 12. Resultados sensoriales de empanadillas horneadas de bacalao con alga seca rehidratada (5%).	25
Figura 13. Resultados sensoriales en empanadillas horneadas de bacalao incluyendo alga seca (3% y 5%).	25
Figura 14. Area de recogida de algas para ensayos de fermentación (O Xunqueiro, Ría de Vigo).. 28	
Figura 15. Algas recogidas con epiflora (izquierda): Aspecto heterogéneo (derecha) de las algas recogidas en O Xunqueiro (Ría de Vigo).....	29
Figura 16. Aspecto de Codium troceado, lote a), izquierda, y lote b) pasado por cutter (derecha).	29
Figura 17. Imagen al estereomicroscopio de L. plantarum utilizado en este trabajo.....	30
Figura 18. Evolución del pH de los fermentados de Codium con producto pasado por cutter.	31
Figura 19. Aspecto de Codium tras una semana de fermentación (izquierda) y tras 15 días (derecha).	31
Figura 20. Codium fermentado y envasado en ambiente refrigerado.....	32
Figura 21. Apariencia a la apertura del fermentado, izquierda, y aspecto general tras vaciado, derecha.....	34
Figura 22. Apariencia del alga lavada y escaldada, izquierda, y aspecto general tras picado, derecha.....	35
Figura 23. Apariencia de los filetes de merluza usados en este ensayo.	36
Figura 24. Aspecto de los lotes para el estudio de proporcionalidad con Codium.....	37
Figura 25. Plato pesado antes de sellar y tras sellado, para aplicar al MW.....	37
Figura 26. Equipo de sellado de barquetas para MW	38
Figura 27. Perfil sensorial en telaraña de los destinos platos desarrollados.	43
Figura 28. Evolución de los microorganismos aerobios mesófilos durante el almacenamiento en refrigeración.....	45

Figura 29. Evolución de los microorganismos anaerobios durante el almacenamiento en refrigeración.....	46
Figura 30. Evolución de los coliformes (enterobacterias lactosa positiva) durante el almacenamiento en refrigeración.....	46
Figura 31. Evolución del nitrógeno básico volátil durante el almacenamiento en refrigeración. ..	47
Figura 32 A- Procesamiento de botanas saladas con algas A- Alga Codium spp.; B- Osmundea pinnatifida; D y E mistura de harinas.	48

Índice de tablas

Tabla 1. Rendimiento según peso final en alga seca a partir de materia prima fresca tras los 2 procesos evaluados para su secado (n = 3).....	9
Tabla 2. Rendimiento final según tiempo de rehidratación a partir alga seca y escaldada (n=5). ..	10
Tabla 3. Resultados analíticos de las muestras de alga fresca, escalda, escaldada y seca.	11
Tabla 4. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para su elaboración. (2 concentraciones de alga rehidratada: 5% y 10%).	14
Tabla 5. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para su elaboración. (2 concentraciones de alga seca: 5% y 10%).	18
Tabla 6. Resultados analíticos de las muestras de pasta y pasta con alga escaldada y seca (5%).	20
Tabla 7. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para elaboración de las empanadillas. (2 concentraciones de alga seca: 3% y 5% y 1 de alga rehidratada: 5 %).	23
Tabla 8. Tasas de bacterias (ufc/g) investigadas en Codium spp, materia prima y fermentado (15 días).	32
Tabla 9. Descriptores para el producto fermentado de Codium spp.....	33
Tabla 10. Ingredientes de diferentes pruebas de salsas de Codium spp para platos de salsa verde.	42
Tabla 11. Tasa de C. perfringens en plato preparado de merluza en salsa verde de Codium spp. .	44
Tabla 12 Resultados analíticos de las formulaciones de alga.	49



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



1. Introducción

1.1. PROYECTO ALGALUP

Alternativa integral para la explotación de macroalgas en la zona del Galicia y Portugal (ALGALUP) es un proyecto transfronterizo que apoya el Crecimiento inteligente a través de una cooperación transfronteriza para el impulso de la innovación en el sector de las macroalgas. El proyecto ALGALUP pretende desarrollar una alternativa integral para promover la investigación y la innovación en el sector de la explotación de las macroalgas en la zona de Galicia y Portugal fomentando la interconexión entre centros tecnológicos y universidades especializadas del sector con la finalidad de mejorar el conocimiento sobre las especies de interés y la adaptabilidad de los procesos productivos a las condiciones específicas en la zona. Además, el proyecto intentará impulsar nuevas iniciativas para el aprovechamiento óptimo de la biomasa y evaluar la aplicación de derivados y compuestos bioactivos extraídos de las algas en sectores de interés estratégico.

La meta final del proyecto es: 1) aumentar el conocimiento de los usuarios finales, investigadores e inversores sobre las oportunidades que genera el sector de explotación de macroalgas; 2) implementar un sistema de explotación sostenible de los bancos naturales de macroalgas y fomentar la investigación en las diferentes etapas de cultivo de especies de interés; 3) Desarrollar nuevas alternativas de aprovechamiento de los compuestos, extractos y bioactivos contenidos en las macroalgas; 4) Fomentar la transferencia de los resultados obtenidos al tejido industrial de los sectores de interés.

En esta actividad A1.2. Estudio del mercado, problemas y oportunidades, se realizará una recopilación de información que permite comprender la implicación de las empresas y analizar el perfil del emprendimiento y de los emprendedores. Este estudio permitirá contextualizar el estado actual del sector.

1.2. ESPECIE SELECCIONADA

Después de los análisis realizados y la caracterización de las dos especies de macroalgas *Codium spp* y *Osmundea pinnatifida*, los especialistas en elaboración de platos preparados de ANFACO han optado por el uso de *Codium* por las especificidades y características que tiene para poder ser integrado en conservas o en platos preparados. En el UCP se ha intentado trabajar con las dos especies.

2. Ensayos previos

2.1. PROCESOS DE SECADO DE ALGA FRESCA Y REHIDRATACIÓN DE ALGA SECA.

Varias muestras de alga verde *Codium spp.* (2 especies en la ría de Vigo: *Codium tomentosum* y *Codium fragile*) recolectada por personal técnico de ANFACO-CECOPESCA se emplea para desarrollo de platos preparados donde la incorporación de esta especie aporte un valor añadido en el producto desarrollado.

Tras una supervisión inicial donde se evalúe que las muestras frescas reúnen una serie de condiciones ideales para su procesado, se les realiza un lavado mediante varias inmersiones en agua dulce para eliminación de presencia de arenas y se eliminan manualmente los restos de conchas o cuerpos extraños que pudieran estar integrados entre la biomasa durante su recolección y transporte.

Se plantea su conservación en forma seca. Para ello, se establecen dos formatos de alga fresca secada por aire y alga previamente escaldada y posteriormente secada por aire:

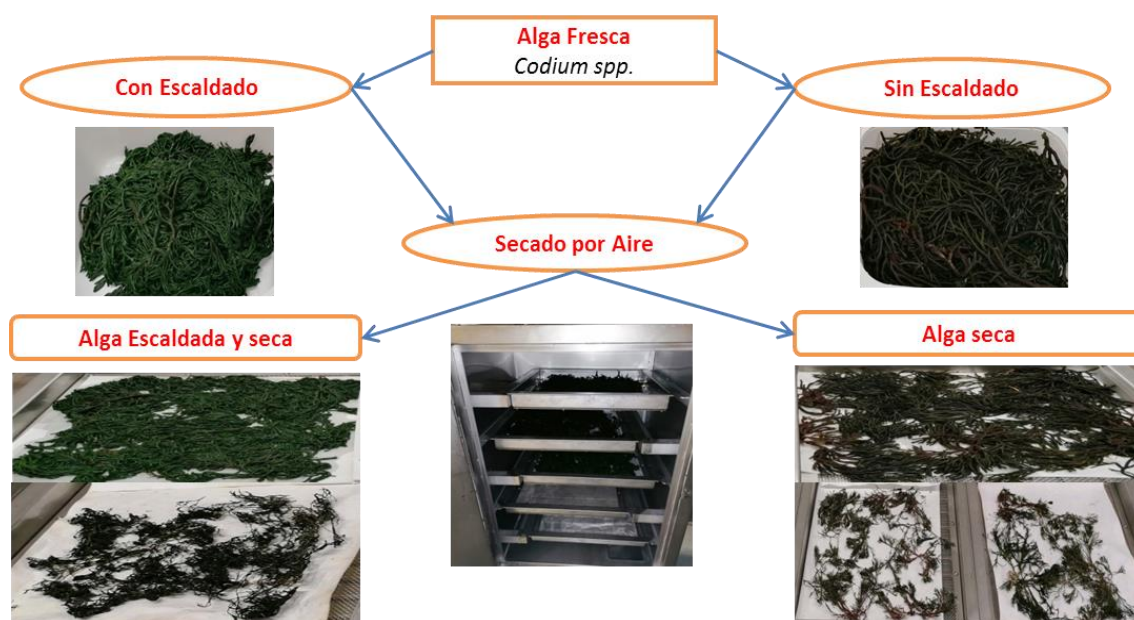


Figura 1. Esquema del proceso de secado de alga.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Mediante el empleo de escaldado en alga fresca previamente a su secado, se busca evaluar si tras este corto tratamiento térmico se producen una serie de condicionantes que favorezca la mejor conservación de las propiedades organolépticas originales del producto.

Este proceso de escaldado se realiza mediante una completa inmersión del alga fresca en agua a ebullición durante aproximadamente 45 segundos. Tras este tiempo, se retiran y se enfrían bajo un abundante chorro de agua fría para frenar la transmisión de calor donde, para su adecuado escurrido, se elimina el exceso de agua en un escurridor de tamaño adecuado a la cantidad ensayada.

Una vez se realiza el proceso de escaldado sobre el alga, se observa que los colores del alga tratada se tornan hacia un tono más verde brillante e intenso, eliminando los tonos oscuros y ligeramente pardos que presentaba originalmente (figura 2).



Figura 2. Comparación del aspecto del alga escaldada en agua frente al alga original.

El secado de las algas, mediante la aplicación de aire caliente por ventilación forzada a 40°C, se realiza en un armario de secado de carga tipo discontinuo. Las algas se disponen sobre bandejas perforadas (logrando una mayor recirculación del aire a través de las muestras), y evitando así que puedan quedar apelmazadas unas encima de otras. Cada 12 horas, el grado de humedad de las muestras es evaluado de forma visual, comprobando si han alcanzado un nivel de secado adecuado para su almacenamiento.

Una vez secas, para su correcta conservación y almacenamiento, se envasan los dos tipos de alga seca en bolsas al vacío. Previo a la elaboración de los platos, se prevé realizar una rehidratación de parte de las algas secas (figura 3) para evaluar su implementación en las distintas recetas, comparando el uso de alga seca y rehidratada tanto nutricionalmente como organolépticamente.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Alga Escaldada y seca



Inmersión en agua



Alga escurrida y rehidratada



Figura 3. Muestra seca de alga seca, durante su hidratación y tras su escurrido.

2.2. RESULTADOS OBTENIDOS DURANTE EL SECADO Y LA REHIDRATACIÓN.

Para la obtención de los rendimientos durante el secado, previamente se realiza un escurrido del agua sobrante incluida en las algas tras su lavado y se procede al pesaje de las distintas muestras de alga fresca que se van a emplear durante el ensayo de secado.

Durante el escaldado, cabe señalar que se produce una considerable pérdida del volumen de masa inicial de alga, que se calcula en torno a un 30% menor respecto al peso fresco. Tras el proceso de secado, se introducen las algas secas en un desecador hasta alcanzar temperatura ambiente sin aportes de humedad para realizar correctamente su control de pesos. Los rendimientos en ambos procesos (alga seca; alga escaldada y seca) han sido inferiores al 10 %, obteniéndose:

Tabla 1. Rendimiento según peso final en alga seca a partir de materia prima fresca tras los 2 procesos evaluados para su secado (n = 3).

Tipo de muestra	Rendimiento final (%)
Alga escaldada y seca	3.6 ± 0.9
Alga seca	7.4 ± 0.5



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Según los resultados obtenidos, se observa una mayor pérdida de masa inicial en la muestra escaldada y seca (aproximadamente de un 50% más frente a la muestra sin escaldar). No obstante, el alga que fue escaldada presenta un mejor aspecto general (color verde más intenso) y unos aromas más característicos, agradables y persistentes a alga marina. El proceso de escaldado previo al secado reduce la masa seca final en aproximadamente un 61%, frente al alga secada directamente. No obstante, este proceso de escaldado previo al secado favorece que la muestra en estado seco presente un aspecto mucho más interesante desde el punto de vista organoléptico: apariencia más atractiva, color más intenso y brillante, aromas a alga más persistentes y agradables, así como una estructura más firme y resistente al tacto. La muestra que fue secada mediante el uso exclusivo del armario de secado, apenas presentó ligeros aromas a alga, así como unos tonos verdes más apagados y menos atractivos sensorialmente.

Posteriormente, a partir de los 2 formatos de alga seca y conservada en bolsa plástica bajo condiciones de envasado al vacío, se recogen los pesos de las muestras secas y se procede a su rehidratación en agua con sal al 2%, durante 5, 20, 60 y 120 minutos, para evaluar su capacidad de rehidratación a distintos tiempos. La proporción empleada es de 1% (p/v) alga seca/agua.

Una vez transcurrido el tiempo establecido para su rehidratación, se procede en cada caso a su adecuado escurrido y se realiza una nueva pesada de la muestra, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2. Rendimiento final según tiempo de rehidratación a partir alga seca y escaldada (n=5).

Tiempo (min.)	Incremento final (%)
5	111 ± 11
20	393 ± 66
60	479 ± 74
120	555 ± 56

Se observa que tan solo tras 20 minutos de rehidratación y escurrido, el alga seca posee una buena capacidad de rehidratación (393% de incremento respecto a su peso seco), por lo que su capacidad de hinchamiento y retención de agua se presenta como un potencial sustitutivo en su inclusión en recetas como ingrediente natural, pudiendo convertirse en una interesante opción para reducir el empleo de aditivos tales como los fosfatos, ya que



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

podrían sustituir su función sensorial de mejora de la textura y de la jugosidad de alimentos, tanto de carnes como músculo de pescados.

2.3. ANALISIS DE MUESTRAS

Se realiza un control de la materia prima para evaluar el comportamiento del alga *Codium spp.* durante las distintas etapas del proceso de secado (fresca, escaldada y seca). Tanto la muestra fresca como la muestra escaldada son envasadas en una bolsa al vacío y posteriormente congeladas hasta el momento de su análisis. La muestra seca es envasada al vacío y se envía directamente al laboratorio.

Tabla 3. Resultados analíticos de las muestras de alga fresca, escalda, escaldad y seca.

Parámetro analítico	<i>Codium sp.</i>		
	Fresca	escaldada	Deshidratada
Humedad (g/100 g)	94	92	5
Cenizas (g/100 g)	2,7	2,12	21,6
Grasa (g/100 g)	0,18	0,27	2,9
Proteínas (g/100 g)	1	1,8	20,7
H.Carbono (g/100 g)	0,6	0,9	11,5
Valor energético			
<i>kJ/100 g</i>	<160	<160	961
<i>kcal/100 g</i>	<40	<40	232
Valor energético grasa			
<i>kJ/100 g</i>	<37	<37	107
<i>kcal/100 g</i>	<9	<9	26
Fibra alimentaria (g/100 g)	1,51	2,9	38
Azúcares (g/100 g)			
<i>Fructosa</i>	<0,5	<0,5	<0,5
<i>Glucosa</i>	<0,5	<0,5	<0,5
<i>Sacarosa</i>	<0,5	<0,5	<0,5



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

<i>Maltosa</i>	<0,5	<0,5	0,56
<i>Lactosa</i>	<0,5	<0,5	<0,5
Sodio (g/100 g)	0,82	0,45	5,4
Sal (g/100 g)	2,05	1,13	13,5
Ácidos Grasos (g/100 g)			
<i>Saturados</i>	<0,1	<0,1	0,61
<i>Monoinsaturados</i>	0,04	0,05	0,39
<i>Poliinsaturados</i>	0,07	0,1	1,2
<i>EPA+DHA</i>	<0,01	0,01	0,09
<i>w-3</i>	0,05	0,07	0,9
<i>w-6</i>	0,02	0,03	0,27
<i>Trans</i>	0,03	0,04	0,53
Potasio (mg/100 g)	<50	<50	532
Calcio (mg/100 g)	78,4	129,7	929,5
Magnesio (mg/kg)	1071	726	8012

El alga escalda y deshidratada presenta un mínimo grado de humedad (en torno al 5 %). Esta pérdida de humedad produce una concentración de aproximadamente 7-10 veces de su composición elemental respecto a la materia prima tras ser escaldada. Según los resultados obtenidos, el alga en seco presenta un alto contenido de cantidad de fibra alimentaria y proteína, que puede resultar especialmente interesante para su implementación en productos derivados de la carne o el pescado. Además, aunque en general presenta un bajo aporte calórico, su contribución de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga omega 3 constituye prácticamente el 40% del total de ácidos grasos presentes en el alga seca. También se observa un interesante aporte de minerales macronutrientes (sodio y potasio) y micronutrientes (calcio y magnesio). El alto contenido en sodio puede ser útil para sustituir y minimizar el uso de sal común en recetas.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

3. Platos preparados

A partir de esta alga (por temas de facilidad de conservación de la materia prima, así como facilidad de aplicación de la muestra sobre los platos), se prevé elaborar conservas y platos preparados que logren reunir unos estándares adecuados de calidad a este tipo de productos (buena relación entre aceptación organoléptica/nutricional y un periodo de vida útil acorde a la tipología de cada producto).

Según estos principios, en los platos se evaluará el empleo de esta alga como ingrediente que aporte un valor añadido al producto final, estudiando si supone una verdadera mejora tanto organolépticamente como desde el punto de vista nutricional y que logre fomentar su uso gastronómico.

Según las distintas recetas, el alga seca se evalúa en las 2 siguientes posibilidades de aplicación:

- Rehidratada y añadida sobre los ingredientes base de los platos.
- Triturada en seco y espolvoreada sobre el plato o salsas a modo de saborizante.

Para el diseño de las recetas que incluyan materia prima animal, se buscará el empleo de pescado preferiblemente pescado blanco o magro. Se elaboran 4 líneas principales de platos buscando distintos formatos de conservación:

- Producto en conserva.
- Producto seco.
- Producto congelado.
- Platos precocinados refrigerados (RTE) (arroz con merluza, langostinos y algas).

3.1. PIMIENTOS RELLENOS

3.1.1. *ficha técnica*

Dentro de la línea de productos en conserva, se diseña un producto de pimientos rellenos que encaja como producto innovador y saludable, que incluye abadejo (*Pollachius pollachius*) como ingrediente principal. El abadejo es un pescado blanco perteneciente a la familia de los gádidos, que presenta textura blanda y sabor suave, y que apenas presenta aporte de colesterol a la dieta. El sabor suave de este pescado resulta en una característica interesante para evaluar el empleo de alga como potenciador de sabor en la receta.

Las preparaciones emplearán un 5% y un 10% de alga seca y escaldada rehidratada en su receta. Los ingredientes que se emplean para la conserva y características del producto son las siguientes:



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Tabla 4. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para su elaboración. (2 concentraciones de alga rehidratada: 5% y 10%).

Pimientos Rellenos	
Formato presentación	Conserva RR-125 (2/3 u./ conserva)
Almacenamiento	Temperatura ambiente
Ingredientes	Pimiento piquillo entero Migas de abadejo desaladas y escurridas Alga seca rehidratada (<i>Codium spp.</i>) Leche Aceite Tomate frito Harina

3.1.2. Proceso de elaboración

Pasar por la sartén con aceite caliente durante unos segundos por cada uno de los lados los pimientos que se van a rellenar (se logra la consistencia adecuada para facilitar los procesos de relleno posteriores). Se cuecen las migas de abadejo bien escurridas y al mismo tiempo se añaden las algas rehidratadas y el pimiento troceado. Cuando la masa de ingrediente adopte un aspecto de producto cocinado, se añade un par de cucharadas de harina y un poco de salsa de tomate mientras se remueve continuamente. A continuación, mientras se cocina a fuego lento, se añade leche poco a poco hasta que se obtenga una masa de consistencia adecuada (firme y ligeramente espesa). Tras ello, se retira la sartén del fuego y se rellena los pimientos enteros (previamente fritos por cada lado) con la ayuda de una cuchara. Se colocan manualmente los pimientos rellenos en el interior de las conservas (figura 4), se añade aceite de oliva caliente hasta rebose y se sella el envase mediante una cerradora de conservas. Una vez cerradas, se limpian las latas de los posibles restos de aceite y se someten a un proceso térmico de esterilización en autoclave de vapor mediante spray a 115 °C durante 45 minutos de mantenimiento.

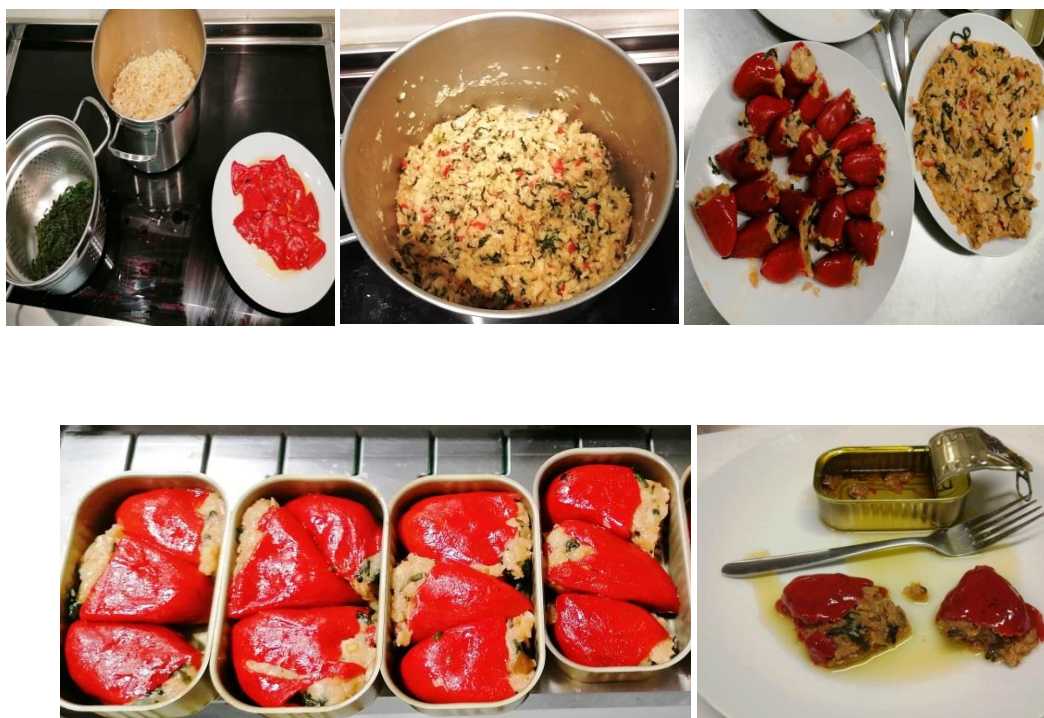


Figura 4. Proceso de elaboración de pimientos rellenos de migas de abadejo y alga rehidratada.

Para la recogida de datos de temperatura del proceso y comprobar el comportamiento de las conservas durante la esterilización, se incluyen sondas internas en las conservas y una sonda ambiente. Las sondas empleadas son sondas de tipo botón (iButton), buscando minimizar la aparición de cualquier distorsión o variación en las curvas de temperatura no asociadas al proceso real, ya que mediante el empleo de este tipo de sondas no es necesario realizar orificios en las conservas, no limitan el libre movimiento de los fluidos en el interior del envase, así como tampoco la aparición de pérdidas de calor en superficie.

Para colocación de la sonda se escoge el centro geométrico de la conserva (punto frío), porque se trata de la zona donde más se demora la penetración de calor durante el proceso de esterilización, en función de la capacidad calorífica y resistencia térmica de los ingredientes, así como la transmisión de calor de los líquidos de gobierno junto con la inercia térmica que pueda presentar el material del envase empleado. Se registró la variación de temperatura cada 60 segundos durante el tiempo que duró el proceso térmico aplicado.

En la figura 5 se muestra la evolución térmica de la conserva. Además, también se puede observar su correspondiente valor F_0 o valor de letalidad asociado (líneas discontinuas).



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

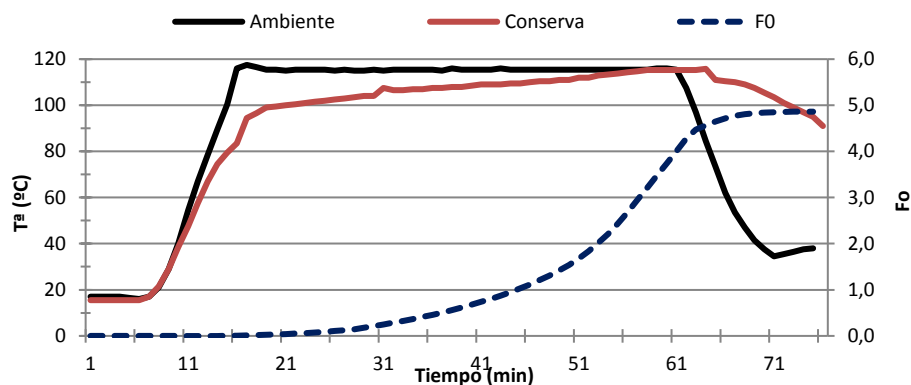


Figura 5. Control térmico del proceso de esterilización de conservas de pimiento relleno de abadejo y algas durante el mantenimiento de 45 minutos a 115 °C.

La línea continua de color rojo, se corresponde al registro de temperatura de la sonda ubicada en el centro de la conserva, donde se puede observar que la transmisión de calor al centro térmico de la conserva es siempre inferior al generado inmediatamente en el ambiente del autoclave (línea negra). Si bien, se concluye que la transferencia de calor se realiza de forma continua y homogénea. Las curvas de temperatura obtenidas son propias de un proceso de esterilización convencional, en el que se observa una primera etapa donde se produce la entrada de vapor-agua en la autoclave, hasta que se alcanza la temperatura consigna de esterilización (115 °C), temperatura que se mantendrá el tiempo acordado para la prueba (45 minutos). Posteriormente, durante la fase de enfriamiento y mediante la inmersión de las conservas en agua a temperatura ambiente, se enfrían las latas hasta alcanzar una temperatura interna de aproximadamente 25 °C.

Tras el ensayo realizado, se logra obtener un F_0 de 4,9, un valor adecuado para este tipo de preparaciones (el valor F_0 de referencia o comercial se sitúa entre 3 y 4 para materias primas con baja carga bacteriana inicial), para lograr inactivar las esporas de microorganismo alterantes o patógenos asociados a la flora habitual de estos ingredientes.

3.1.3. Resultados organolépticos

Realizado el análisis sensorial, en términos generales, se describe un aspecto externo atractivo donde se mantiene la estructura del pimiento una vez abierta la conserva y tras el proceso de esterilización. No obstante, se destaca el intenso olor a aceite (la receta emplea aceite de oliva como líquido de gobierno y aporta un aroma intenso al producto en su conjunto). Se obtienen los siguientes resultados



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •

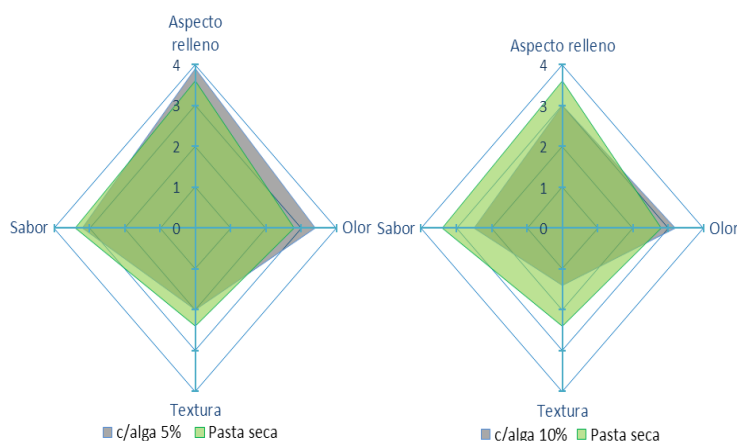


Figura 6. Resultados sensoriales obtenidos tras la cata de pimientos rellenos.

En cuanto al aspecto del relleno, se describe que una presencia de 5% de alga resulta una opción interesante, no obstante, el empleo de un 10% resulta ligeramente excesivo. En relación al aroma, las dos recetas que emplean alga mejoran el resultado, aportando unas ligeras notas a mar, aunque bastante enmascaradas por el aceite de oliva. Respecto a la textura, según se aumenta la proporción de alga, se perciben mayor número de filamentos fibrosos que no resultan agradables durante la cata, ya que cuando se desintegra el resto de los ingredientes durante la masticación, las algas presentan cierta resistencia a la desintegración. Respecto al sabor, se aprecian y distinguen perfectamente los aromas y sabores de pimiento, abadejo y alga, en general siendo descrito como sabor característico a alga y agradable en su proporción al 5%. El sabor del alga empleada al 10% supone un empeoramiento de este parámetro, ya que la masticabilidad elevada que presenta las fibras del alga, resulta en un aporte al gusto demasiado elevado a alga y persistente tras la deglución del resto de ingredientes tras la masticación, no siendo tan agradable como en su preparación al 5%. La gran proporción de aceite en la conserva también aporta una sensación oleosa en el paladar, aunada a la presencia de abundante miga de abadejo en el relleno, que integra gran cantidad de este aceite.

3.2. PASTAS

3.2.1. ficha técnica

Los alimentos secos como la pasta pueden conservarse a temperatura ambiente durante amplios tiempos de caducidad (>6 meses envasados al vacío) frente a las pastas frescas que duran pocos días. Además, las pastas secas no requieren de ambientes refrigerados, ya que pueden guardarse simplemente en un lugar fresco y seco. Este alimento será interesante para incluir el alga seca sin rehidratación y valorar su futura aplicación en otros alimentos secos.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

La harina que se emplea para la pasta es de trigo, ingrediente más importante en la mayor parte de los productos de panificación y repostería, siendo un producto finamente triturado, obtenido del proceso de molienda del grano de trigo maduro y seco. Para las pastas se elaboran 2 recetas que emplean un 5% y un 10% de alga escaldada y seca en su receta. Los ingredientes que se emplean y características del producto son las siguientes:

Tabla 5. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para su elaboración. (2 concentraciones de alga seca: 5% y 10%).

	Pasta seca
Formato presentación	Envase o bolsa plástica con tiras de pasta seca
Almacenamiento	Ambiente
Ingredientes	Harina Sémola de trigo Agua Aceite Sal Alga seca en polvo (<i>Codium spp.</i>)

3.2.2. Proceso de elaboración

Se tamiza la harina para eliminar la presencia de aglutinaciones durante la elaboración. En el medio de la harina se añade el agua que debe estar ligeramente caliente (>60 °C); posteriormente se añade la sémola de trigo, el aceite y la sal. Se amasa enérgicamente y se deja reposar al menos 25 minutos antes de cortar en tiras (figura 6). Las pastas que incluyan el alga en su receta, se le añade en forma de polvo a la harina y se homogeneiza antes de añadir el agua (el alga debe presentar un tamaño de partícula lo suficientemente pequeño para que no produzca alteración en la estructura de la masa al rehidratarse tras la adición del agua caliente). Se amasa con un rodillo, se corta con un cuchillo en tiras y se separa colgándose en una barra, para evitar que se peguen entre ellas.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



ALGALUP

• Green future •



Figura 7. Proceso de corte y separación de pasta.

El Proceso de Secado **de la pasta** es una operación favorable para eliminar la humedad del producto y mejorar su vida útil. Para secar la pasta que ha sido cortada en tiras, se coloca en una rejilla perforada para maximizar la circulación de aire dentro de un secadero (figura 7). El **aire debe poder circular libremente por encima y por debajo de las tiras de masa para lograr un secado uniforme** y rápido. Es importante para el secado, que las tiras se encuentren bien separadas para una **ventilación máxima**. El **tiempo de secado depende en gran medida del grosor de la pasta elaborada**.



Figura 8. Proceso de secado de la pasta. Arriba: pasta fresca en bandeja enrejada para introducirse en secadero. Abajo: pasta seca tras el proceso de secado.

Una vez seca, la pasta no presenta cambios aparentes de color respecto a su aspecto en fresco; y todas las tipologías de pasta mantienen una textura semejante al tacto. No obstante, las pasta que incluyen alga seca en su receta de ingredientes, presentan unos tonos gris-verdosos que destacan frente al color crema-anaranjado de la pasta sin alga.

3.2.3. Análisis nutricional

En ambas preparaciones se presentan interesantes valores de proteínas, fibra y minerales, siendo ligeramente más elevada la presencia de minerales en la receta con algas escaldada y seca al 5%. Los resultados de ambas preparaciones se pueden ver a continuación:

Tabla 6. Resultados analíticos de las muestras de pasta y pasta con alga escaldada y seca (5%).

Parámetro analítico	Pasta trigo	Pasta c/alga (5%)
Humedad (g/100 g)	5,4	5,2
Cenizas (g/100 g)	2,3	3,6
Grasa (g/100 g)	1,94	2,3
Proteínas (g/100 g)	13,6	12,8
H.Carbono (g/100 g)	64	64
Valor energético		
kJ/100 g	1497	1490
kcal/100 g	354	353
Valor energético grasa		
kJ/100 g	72	85
kcal/100 g	17	21



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Fibra alimentaria (g/100 g)	12,3	11,8
Azúcares (g/100 g)		
<i>Fructosa</i>	<0,5	0,34
<i>Glucosa</i>	1,31	1,73
<i>Sacarosa</i>	0,62	0,68
<i>Maltosa</i>	1,72	1,74
<i>Lactosa</i>	<0,5	<0,5
Sodio (g/100 g)	0,47	0,95
Sal (g/100 g)	1,18	2,38
Ácidos Grasos (g/100 g)		
<i>Saturados</i>	0,29	0,35
<i>Monoinsaturados</i>	1,2	1,4
<i>Poliinsaturados</i>	0,38	0,41
<i>EPA+DHA</i>	<0,01	0,01
<i>w-3</i>	0,03	0,06
<i>w-6</i>	0,35	0,35
<i>Trans</i>	<0,01	0,01
Potasio (mg/100 g)	344	348
Calcio (mg/100 g)	47,8	60,1
Magnesio (mg/kg)	1187	1461

En la receta que incluye alga escalda y seca integrada en la harina de trigo, se observa un bajo aporte calórico y un ligero incremento general de ácidos grasos (los poliinsaturados omega 3 incrementan su valor de 0.03 a 0.06 g/100 g). También se observa, que tras incluir un 5 % de alga *Codium spp.* en la receta, se producen unos interesantes aportes en elementos minerales como sodio, calcio y magnesio.

3.2.4. Análisis organolépticos

Tras el cocido en agua a temperatura de ebullición, la pasta se comporta adecuadamente y sin presentar roturas de consideración en los formatos de pasta sin alga y con alga al 5%.

No obstante, se perciben roturas en la pasta con alga al 10%. Tras la cata se obtienen los siguientes resultados:

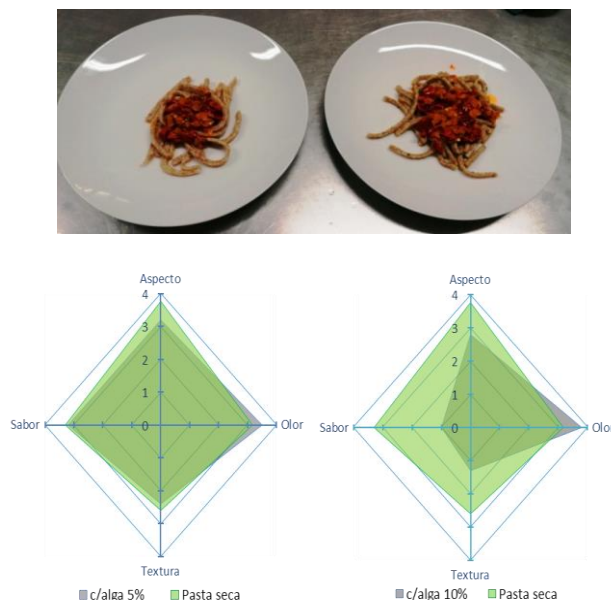


Figura 9. Resultados sensoriales obtenidos tras la cata de pasta con algas.

En general, cabe señalar que la receta que incluye alga seca al 10%, durante el proceso de cocción produce un hinchamiento del alga seca, origen de puntos débiles y roturas de las tiras de pasta en las zonas donde presente acumulación no homogeneizada de esta alga, y que es causa de su elevada capacidad de hinchamiento en presencia de agua. Así mismo, se produce una evidente pérdida de textura característica a esta tipología de productos (pasta) durante la masticación, generando rechazo tanto por su pérdida de textura como por su elevado e intenso sabor a alga, ya que no está integrada en el sabor general del producto.

En relación al aroma, las dos recetas que emplean alga mejoran el resultado, aportando unas ligeras notas a mar que destacan sobre el olor de la pasta. Respecto a la textura de la pasta con alga al 5%, se describe ligera pérdida de textura respecto al control, percibiéndose como ligeramente más blanda. En cuanto al sabor, la receta control como la receta con alga seca al 5% arrojaron resultados similares en función de su aceptabilidad, aunque fueron descritas ligera presencia de notas persistentes a alga tras su masticación.

3.3. EMPANADILLA DE BACALAO CON ALGAS

3.3.1. ficha técnica

Se elabora una receta de empanadillas con algas entre sus ingredientes para valorar su posterior conservación en ambiente congelado y posterior procesado mediante horneado previo a su consumo, ya que nos permitirá almacenar estos alimentos durante amplios períodos de vida útil. El horno es una de las formas más saludables de cocinar toda clase de recetas de alimentos y es una buena manera de optimizar el tiempo en la cocina. Además, en este tipo de tratamiento térmico, los alimentos no requieren añadir grasa u otros ingredientes para lograr cocinar los productos.

Esta receta de empanadillas incluye bacalao (*Gadus morhua*) como ingrediente principal. El bacalao es un pescado blanco, también perteneciente a la familia de los gádidos, que es apreciado por su carne y sabor característico, y que posee un bajo contenido en grasa.

Para las empanadillas de bacalao con alga, se elaboran recetas que emplean un 5% de alga rehidratada, y un 5% y un 10% de alga escaldada y seca. Las características del producto y los ingredientes empleados son:

Tabla 7. Especificaciones de tipología del producto e ingredientes empleados para elaboración de las empanadillas. (2 concentraciones de alga seca: 3% y 5% y 1 de alga rehidratada: 5 %).

Empanadillas	
Formato presentación	Envase plástico cubierto con film sin EAP
Almacenamiento	Congelación
Ingredientes	Harina de trigo en obleas
	Tomate frito
	Cebolla
	Pimiento rojo
	Aceite de oliva
	Bacalao desalado (desmigado)

3.3.2. Proceso de elaboración

Los pimientos y la cebolla bien picados se sofríen en la sartén con aceite caliente durante unos 5 minutos a fuego bajo (figura 10). En la misma sartén se añade el bacalao desmigado bien escurrido para eliminar el agua y se rehogan durante uno 5 minutos más (en las preparaciones que empleen algas se añaden en este momento junto con el bacalao). Se retira la sartén del fuego y se deja escurrir mientras enfría en un colador para retirar el exceso de aceite. Se rellenan manualmente las empanadillas con la ayuda de una cuchara, se cierran las empanadillas y se congelan en abatidor. Posteriormente, una vez congeladas, se pueden envasar en bolsa plástica.



Figura 10. Preparación del alga en polvo y rehidratada triturada para ser añadida en el sofrito.

Para el horneado, previamente se dejan descongelar y se añade unas pinceladas de aceite de oliva en la superficie de las empanadillas. Horneamos a 200 °C (con el horno previamente precalentado) durante 10 minutos hasta que externamente la masa presente apariencia dorada (figura 11).

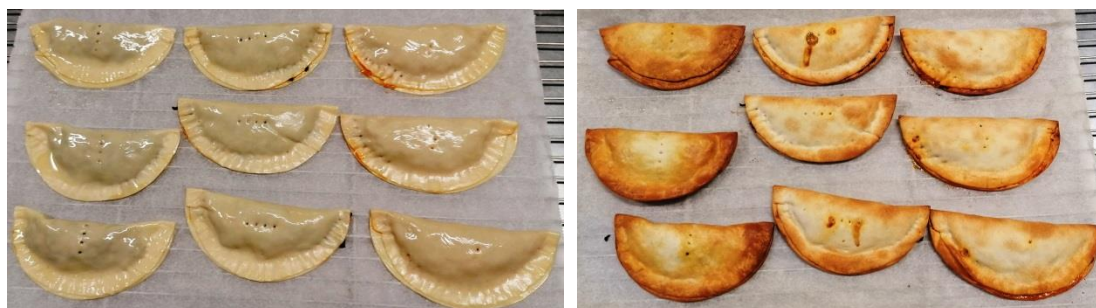


Figura 11. Empanadillas antes y después del proceso de horneado.

3.3.3. Análisis organolépticos



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Las empanadillas una vez descongeladas, externamente en la masa no presentan coloraciones ni roturas no deseadas y se comportan adecuadamente al proceso de horneado. Se obtienen los siguientes resultados:

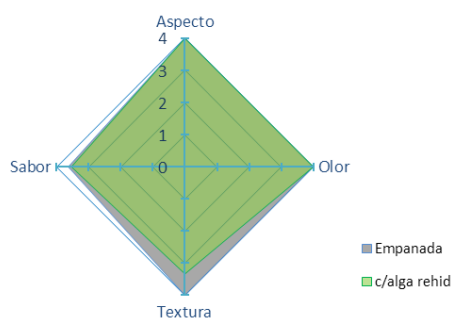


Figura 12. Resultados sensoriales de empanadillas horneadas de bacalao con alga seca rehidratada (5%).

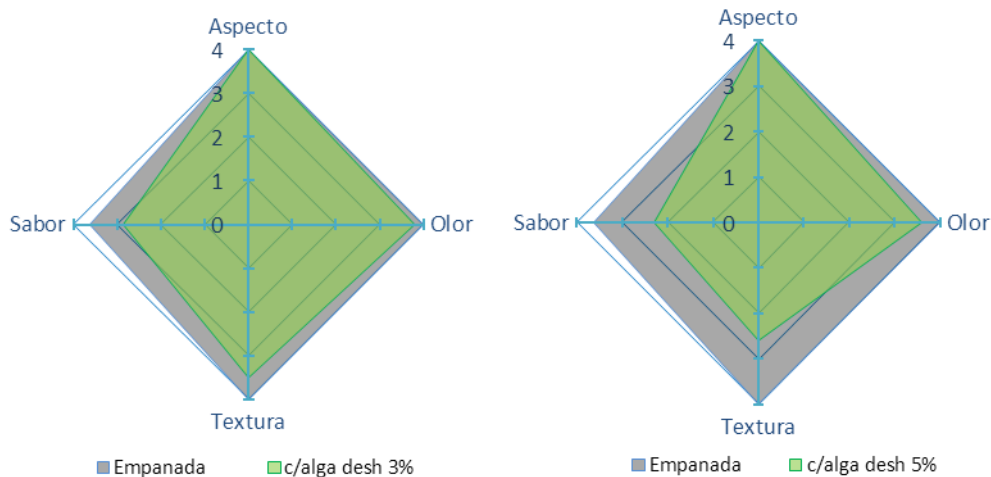


Figura 13. Resultados sensoriales en empanadillas horneadas de bacalao incluyendo alga seca (3% y 5%).

En general, la inclusión de alga rehidratada al 5% obtuvo una buena aceptación por los catadores, obteniéndose resultados similares a la empanadilla que no añadió alga entre sus ingredientes. Para este tipo de alga empleada, solo cabe señalar ciertas características

de la textura del producto que fueron ya descritas durante la cata de los pimientos (ver 2.3.1), donde se describen pequeñas dificultades en la masticación de las fibras vegetales de algas presentes en el relleno, que pueden no resultar agradables durante la masticación. Respecto a las empanadillas donde se incluyeron las algas en polvo seco, la receta con un 3% presenta unos resultados bastante aceptables sensorialmente, no siendo el caso durante la aplicación de esta misma alga en una proporción del 5%, incrementado los defectos encontrados en la receta con baja proporción de alga seca y destacando por presentar un intenso sabor a alga (que no resulta en una buena aceptación) y una textura bastante heterogénea durante la masticación, describiéndose la presencia de agregados ligeramente duros y ligeramente secos.

No obstante, el alga incluida en pequeñas proporciones (siendo en forma rehidratada la que aporta los mejores resultados sensoriales), supone un importante potenciador del sabor, tanto por su aporte de sodio, como por la presencia de aminoácidos como el ácido glutámico, que son relacionados directamente con el sabor conocido como *umami*.

3.4. FERMENTACIÓN DE *Codium* spp CON *Lactobacillus plantarum*

Las especies del alga verde *Codium* se caracterizan por sus polisacáridos sulfatados (como los ulvanos, fucoidan, ...), a los que se le atribuyen diferentes funcionalidades para la salud humana (antitrombótica y anticoagulante, y principalmente antioxidante), entre otros compuestos. En *C. vermilara*, la base exterior fibrilar está compuesta por β -(1-4)-D-manano sulfatado, y una matriz central compuesta de β -L-(1-3) arabinano altamente sulfatado y β -D-(1-3) galactano, con sulfatos en C-4 y C-6 y acetales de ácido pirúvico en C-3 y C-4^{1,2}.

¹ Fernández, P.V. (2012) [Polisacáridos del alga verde *Codium vermilara*: estructura fina, su ensamble en la pared celular. Actividad anticoagulante de un arabinano piranósico sulfatado](#). Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires.

² Siddhanta, A.K., Shanmugam, M., Mody, K.H., Goswami, A.M., and Ramavat, B.K. (1999). Sulphated polysaccharides of *Codium dwarkense* Boergs. from the west coast of India: chemical composition and blood anticoagulant activity. *International Journal of Biological Macromolecules*, 26(2-3):151-154.

Entre sus monosacáridos, se han encontrado en *C. fragile* 2 pentosas: xilosa y arabinosa, 2 desoxihexosas: rhamnosa y fucosa, 3 hexosas: manosa, glucosa y galactosa, 2 ácidos hexurónicos: galacturónico y glucurónico, y la glucosamina³.

La bacteria *L. plantarum* ha mostrado efectividad en la fermentación de los polisacáridos de algas marinas y por tanto un firme candidato en la fermentación de *Codium spp*^{4,5,6}.

L. plantarum tiene una morfología de bastoncitos (0.9-1.2 x 1.0-8.0 µm); se localiza de forma individual o formando pequeñas cadenas. Es una especie heterofermentativa y anaerobio facultativa. Es activa en condiciones mesofílicas (entre 15°C y 45°C), y se alcanza la condición de crecimiento óptima cuando el microorganismo se cultiva en presencia de 4 a 6% de cloruro de sodio y en un pH entre 4 y 9. *L. plantarum* fermenta carbohidratos como amígdala, celobiosa, esculina, gluconato, manitol, melezitosa, melibiosa, rafinosa, ribosa, sorbitol, sacarosa y xilosa en más del 90%, y arabinosa y xilosa entre 11 y 89%. Las sondas de azúcar han demostrado que la fermentación de azúcar era principalmente homoláctica con cierta actividad heteroláctica (producción de acetato). Los ácidos orgánicos como el málico, el acético y el etanol pueden metabolizarse parcialmente, lo que resulta en la producción de dióxido de carbono, ácido láctico y acético. Este organismo está ampliamente extendido tanto en productos alimenticios como en el tracto intestinal humano, y puede ser aislado de diferentes fuentes, incluidos productos lácteos, carne, pescado, frutas, verduras y productos de cereales; esta característica puede explicarse por su genoma relativamente grande, que presenta varias proteínas involucradas en las funciones de regulación y transporte, además, exhibe alto potencial metabólico. Presenta un gran potencial probiótico, se ha estudiado fundamentalmente en las últimas décadas por el gran interés en la industria alimentaria; se relaciona tradicionalmente con una gran variedad de fermentaciones de alimentos y piensos⁷.

3.4.1. ficha técnica y proceso de elaboración

³ Li, P., Yan, Z., Chen, Y., He, P., and Yang, W. (2021). Analysis of monosaccharide composition of water-soluble polysaccharides from *Codium fragile* by ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Separation Science*, 44(7):1452-1460

⁴ Gupta, S., Abu-Ghannam, N., and Scannell, A. G. (2011). Growth and kinetics of *Lactobacillus plantarum* in the fermentation of edible Irish brown seaweeds. *Food and Bioproducts Processing*, 89(4):346-355.

⁵ Seong, H., Bae, J.H., Seo, J.S., Kim, S.A., Kim, T.J., and Han, N.S. (2019). Comparative analysis of prebiotic effects of seaweed polysaccharides laminaran, porphyran, and ulvan using in vitro human fecal fermentation. *Journal of Functional Foods*, 57:408-416.

⁶ Lin, H.T.V., Huang, M.Y., Kao, T.Y., Lu, W.J., Lin, H.J., and Pan, C.L. (2020). Production of lactic acid from seaweed hydrolysates via lactic acid bacteria fermentation. *Fermentation*, 6(1):37

⁷ Armoa, J.M. (2020) Producción de exopolisacáridos a partir de bacterias acidolácticas utilizando tusa de maíz como fuente de carbono. Tesis Doctoral. Universidad nacional de Asunción. Paraguay

Las algas se recogen en marea baja en primavera, aprovechando la marea viva del mes, todas ellas sueltas, arrastradas por las mareas, y mezcladas con otras algas. La zona de toma de muestras es a la altura de la zona rocosa de Playa O Xunqueiro (Figura 14), en torno a 4,5 kg. El empeoramiento del estado del mar en las predicciones de días siguientes limitó el trabajo a estas cantidades. La idea inicial era desarrollar los siguientes lotes:

- Codium* troceado, a cuchillo, 3 kg con inóculo 5% de *L. plantarum* (150 ml)
- Codium picado*, con *cutter*, 3 kg con inóculo 5% (150 ml)
- Codium picado*, con *cutter*, 3 kg con inóculo 10 % (300 ml)



Figura 14. Area de recogida de algas para ensayos de fermentación (O Xunqueiro, Ría de Vigo).

Las algas presentan bastante epiflora en las zonas basales, más viejas, lo cual reduce su presentación, por lo que son más apropiadas para ensayos de fermentación y no para consumo directo. Las algas, ya lavadas previamente en el propio agua marina *in situ*, se almacenan a +2°C para actuar sobre ellas el día siguiente. Su calidad es heterogénea (Figura 15).



Figura 15. Algas recogidas con epiflora (izquierda): Aspecto heterogéneo (derecha) de las algas recogidas en O Xunqueiro (Ría de Vigo).

Finalmente, para pruebas de concepto, se disuelve *L. plantarum* 1 g/l de solución ligera salina (0,9% sal) y 2 g/l. La población mínima garantizada de la base liofilizada de esta bacteria es de 2×10^{10} ufc/ml. Por otro lado, las algas se limpian en una solución de sal al 3,5% y se escurren. Y se preparan 2 lotes (Figura 16):

- a) 1.340 g *Codium* troceado a cuchillo, con un 5% de solución con 2 g *Lactobacillus*/l (67 ml). En este caso, dado que la parte externa del alga es más coriácea, se añade más concentración de *L. plantarum*.
- b) 2.124 g *Codium* triturado por cutter, con 5% de solución con 1 g *Lactobacillus*/l (106 ml).



Figura 16. Aspecto de *Codium* troceado, lote a), izquierda, y lote b) pasado por cutter (derecha).

En estas circunstancias, la población mínima teórica de *L. plantarum* (Figura 17) sobre la masa final es de $1,9 \times 10^5$ ufc/g para Lote a) y $9,5 \times 10^4$ ufc/g para lote b).

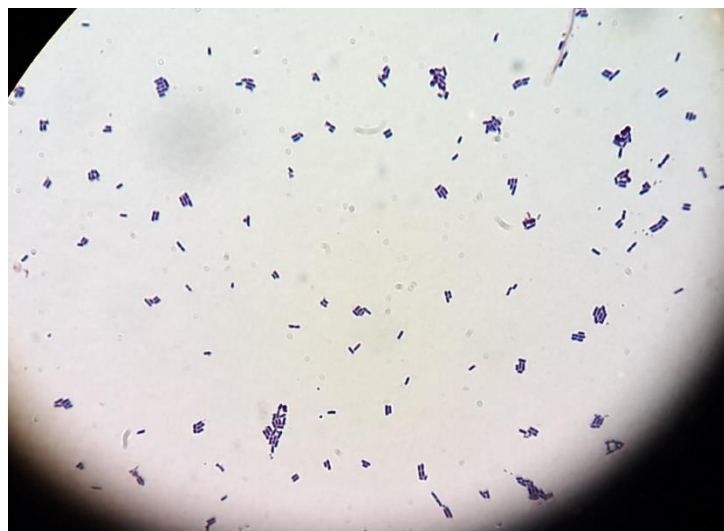


Figura 17. Imagen al estereomicroscopio de *L. plantarum* utilizado en este trabajo.

Los productos se almacenan a temperatura ambiente (+18 a +19,6°C) durante 15 días.

3.4.2. Análisis sensorial y nutricional

En este periodo de tiempo, los trozos del lote a) no se disgregan y el ensayo se descarta; en este caso, aumentar en una escala logarítmica no ha sido adecuado. En cualquier caso, este tipo de bacterias fermentativas, suelen usar almidón o azúcares simples para proceder a su actividad y bajar el pH del medio, que es el fin buscado, como una estrategia para estabilizar el alimento. Esta bajada de pH limitará la actividad de otras bacterias acompañantes del medio marino (como el grupo de Enterobacterias, *Clostridium botulinum*, *Pseudomonas spp*, patógenos como *Escherichia coli*, ...).

En cambio, en el lote b) el disgregamiento tisular favorece la actuación de las bacterias, donde el pH inicial de 7,03 (Figura 18, donde se representan los valores día a día, salvo fines de semana, y en línea punteada, una línea de tendencia por media móvil, simulando el desarrollo global), baja hasta 4,91 al cabo de una semana (las muestras presentan un color

verde oscuro todavía), para alcanzar 4,40 al cabo de los 15 días (color verde oliváceo, Figura 19). La caída es ligera en la primera semana, para irse suavizando hacia el final del periodo de fermentación. Si bien, durante el proceso se aprecia un olor extraño, aún con resquicios o notas marinas secundarias. Hay que tener en cuenta el completo desconocimiento y experiencia de fermentaciones de algas con estas bacterias, por lo que *a priori*, sensaciones odoríferas extrañas, no apetecibles, pueden o podrían ser totalmente normales en este tipo de producto. Lo más interesante es garantizar la actividad de *L. plantarum* y la ausencia de bacterias patógenas. El cambio de color se podría asociar a reacciones de Maillard⁸

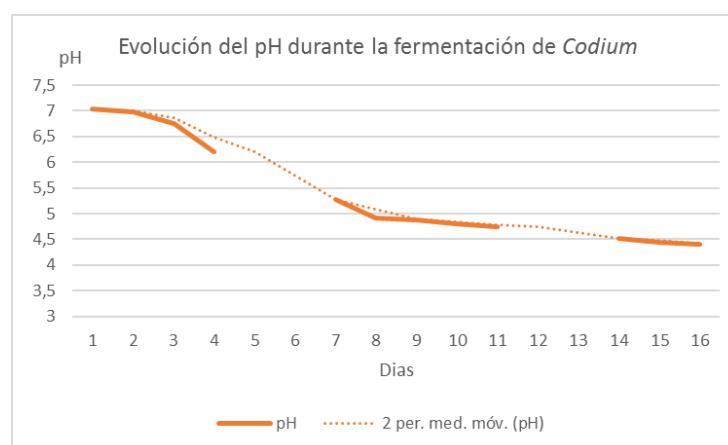


Figura 18. Evolución del pH de los fermentados de *Codium* con producto pasado por cutter.



Figura 19. Aspecto de *Codium* tras una semana de fermentación (izquierda) y tras 15 días (derecha).

Tras este periodo de fermentación, el producto se envasa en tarros de vidrio de 150 y 250 ml (Figura 20) y se almacenan a +2°C. Si bien el análisis sensorial del producto se realiza en

⁸ Soares, C., Paíga, P., Marques, M., Neto, T., Carvalho, A.P., Paiva, A., and Grosso, C. (2021). Multi-Step Subcritical Water Extracts of *Fucus vesiculosus* L. and *Codium tomentosum* Stackhouse: Composition, Health-Benefits and Safety. *Processes*, 9(5):893

el momento de su envasado, la idea es conservar varios envases en condiciones de refrigeración para observar su comportamiento, evolución bacteriana y de pH. En base a este conocimiento, se podría plantear a futuro el aplicar procesos de esterilización para paralizar la actividad de *Lactobacillus* y/o impedir el deterioro una vez que la bacteria starter alcance su máximo de población.



Figura 20. *Codium* fermentado y envasado en ambiente refrigerado.

A nivel microbiológico, en la Tabla 8 se indican los valores medios obtenidos para el producto fermentado a base de *Codium* triturado.

Tabla 8. Tasas de bacterias (ufc/g) investigadas en *Codium* spp, materia prima y fermentado (15 días).

Microorganismo	Materia prima	Fermentado
Recuento en placa de microorganismos anaerobios	$<4 \times 10^1$	$<4 \times 10^1$
Recuento en placa de microorganismos aerobios a 30°C	$2,8 \times 10^2$	$>3,0 \times 10^7$
Recuento en placa de Enterobacteriaceas	<10	<10
Recuento en placa de <i>E. coli</i> β -glucuronidasa	<10	<10
Recuento de bacterias lácticas	$<4 \times 10^1$	$>3,0 \times 10^7$
Recuento de mohos y levaduras	<10	$4,6 \times 10^4$

Estos resultados sugieren ausencia de anaerobios estrictos, y donde los niveles más altos se corresponden con aerobios mesófilos y bacterias lácticas, lo que en este caso coincidiría con la presencia en alta tasa de *L. plantarum* (aerobios y en ocasiones anaerobios facultativos). Bacterias patógenas como *E. coli* están por debajo de los límites de detección, al igual que en el caso de la flora más frecuente en el medio marino, las enterobacterias. Por último, destacar la presencia de Mohos y levaduras, en una tasa en principio preocupante, ya que puede a la larga ayudar a deteriorar el producto, pero insistimos, en principio, pues deberían ser caracterizadas a nivel especie, no fueran ser que estos microorganismos no fuesen alterantes y aprovechasen los productos de *L. plantarum* para continuar en una segunda etapa de fermentación. En estos casos, convendría aportar potasio sorbato o sodio sorbato para impedir el desarrollo de hongos, pero con el inconveniente de no saber si puede afectar a la flora de *L. plantarum*.

El análisis sensorial, al ser un producto novedoso, se evalúa generando una tabla descriptiva (Tabla 9), indicando de 1 a 5 la intensidad de los atributos sensoriales definidos, donde 1 indica una intensidad leve, 3 moderada y 5 muy fuerte, pero sin poder tener un control comercial o similar sobre el que contrastar.

Tabla 9. Descriptores para el producto fermentado de *Codium spp.*

Parámetro sensorial	Descriptores			
	Principales	Intensidad	Secundarios	Intensidad
Olor	Extraño, no agradable.	4	Acido	1
	A alga arribazón	3		
Color	Verde oliva (uniforme)	4		
Sabor	Salado	5	A Alga	2
	Acido	4		
Textura	Trozos gruesos pero blandos	3	Fluido, licuado	2

Tras su periodo de almacenamiento refrigerado, y al cabo de 1 semana, el pH continúa bajando, alcanzando un valor de 4,22, pero las cualidades sensoriales se mantienen, destacando un intenso sabor salado junto con acidez, pero con el sabor a alga atenuado. Por otro lado, el olor es extraño, no siendo agradable para gran parte de catadores, pero

destaca también un olor a alga secundario, recordando a la marea baja, con algas de arribazón. Por lo demás, textura (con trozos patentes, pero desmenuzables) y color son homogéneos (Figura 21).



Figura 21. Apariencia a la apertura del fermentado, izquierda, y aspecto general tras vaciado, derecha.

Sería un producto de interés a valorar su futura comercialización en mercados asiáticos, más adaptados a estos productos fermentados y posiblemente a este tipo de cualidades sensoriales.

3.5. PLATOS PREPARADOS DE V GAMA: MERLUZA EN SALSA VERDE.

El desarrollo de los platos preparados ha seguido dos fases. La primera es una fase de ensayo a escala pequeña y la segunda es una preparación de productos a escala piloto. A continuación, presentamos el proceso realizado.

3.5.1. Pruebas preliminares

- **Elaboración de producto**

Unos 583,98 g de alga descongelada se escalfa 1 min en agua hirviendo (95°C), con el fin de fijar el color (Figura 22). El alga adquiere un color verde más claro y vivo que el original. El peso final es de 402,88 g. Se pasa por una *cutter* SAMIC para obtener una masa consistente muy fina. Peso final: 382,79 g. (la parte que no se usa, se envasa a vacío y se congela).



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •



Figura 22. Apariencia del alga lavada y escaldada, izquierda, y aspecto general tras picado, derecha.

Base estándar de la salsa receta: 230, 39 g de cebolla se sofríen en aceite de girasol en la placa de inducción a potencia 8,5, durante 9 min, se añade un diente de ajo picado, y tras 1 min se añaden 150 ml de vino Ribeiro, y se calienta la mezcla durante 4 min para evaporar el alcohol. Al final, el peso es de 298,24 g.

Las patatas (nuevas) se cuecen aparte, 2 variedades: Monalisa (color exterior crema e interior amarillo) y Laura (color externo rojo y carne blanca), pero en la misma olla, cortándolas previamente en rodajas de 3 cm. La cocción ha sido excesiva 25 min (pues se realizó como a nivel doméstico, sin conocer el resultado según la variedad de patata), pero sirve para ver que la mejor textura es la de Monalisa, más íntegra. La Laura se deshace más. Reducir el tiempo a 15 min en siguientes ensayos (y terminar la cocción en el microondas). Aunque en términos de aceptabilidad sensorial en el aspecto de textura de la patata, es un criterio muy subjetivo, según el consumidor. Se buscará con MONALISA una textura ligeramente más dura, para estandarizar el procedimiento.

- **Estudio de proporcionalidad:**

El fabricante de MicVac recomienda un uso de materias primas crudas (pero un consejo asociado a platos de pasta italiana, pero en nuestro caso el pescado es más sensible y al contrario de la pasta, se perderá agua durante el procesado). Además, otros ingredientes vegetales, como las patatas o salsa base han de ser tratados previamente con calor. No se añade nada más con el fin de ver qué cualidades sensoriales le aporta el *Codium*, según diferentes proporciones. La calidad de la merluza es estándar (previamente congelada como colas de piezas a categoría 1, Figura 23). El pescado se descongela toda la noche en cámara a +2°C; las colas se filetean y se corta el pescado de tal forma que cada trozo cortado en sección según longitud del filete ronde los 90-95 g.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •



Figura 23. Apariencia de los filetes de merluza usados en este ensayo.

Para la salsa definitiva se añaden las siguientes proporciones:

	LOTES (g)			
	O	A	B	C
Cebolla rehogada	47,6	55,57	58,26	60,66
Alga picada	18,54	33,46	48,45	10,16
Agua	83,86	60,97	43,29	79,18
Total	150	150	150	150
	LOTES (%)			
	O	A	B	C
Cebolla rehogada	31,73	37,05	38,84	40,44
Alga picada	12,36	22,31	32,30	6,77
Agua	55,91	40,65	28,86	52,79

Como se puede observar, la parte de salsa base se mantiene entre 31 y 40%, y la principal diferencia radica en la tasa de alga, entre el 6 y 32%, siendo de menor a mayor concentración: lotes C, O, A y B, de tal forma que se duplica en cada ocasión. El resto se constituye con agua dulce.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

• Green future •

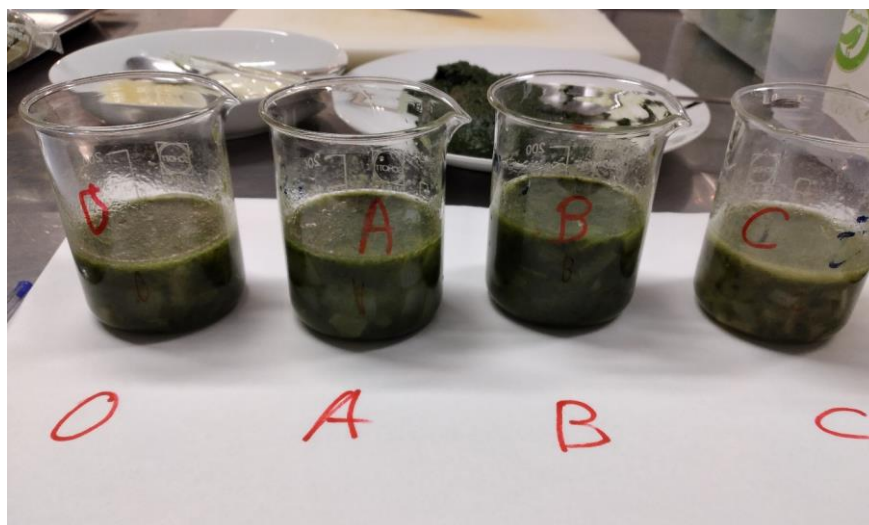


Figura 24. Aspecto de los lotes para el estudio de proporcionalidad con Codium.

No se añaden otro tipo de especias, para valorar el efecto del *Codium* y su intenso sabor marino, así como el asociado a su contenido en sodio (alto, por lo que no se añade sal).

En cada barqueta se añaden 92 g de media de pescado crudo, junto con 150 g aprox de patatas cocidas (se añaden sin partir con lo que el peso final varía, Figura 25). El resto se completa con la salsa (150 ml). Los pesos finales para O, A, B y C son 407,85, 422,38, 368,05 y 361,15 g por barqueta, respectivamente.

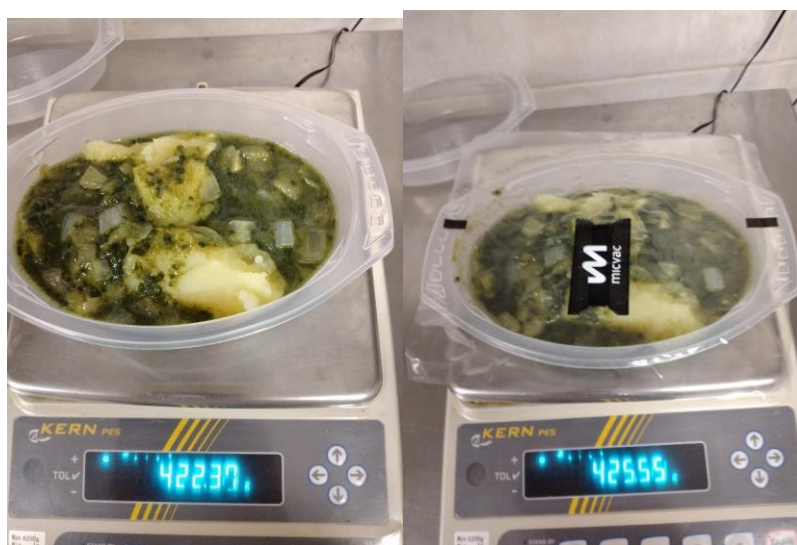


Figura 25. Plato pesado antes de sellar y tras sellado, para aplicar al MW.

Se procede a su sellado a modo prueba regulando la temperatura en 170 °C, y 3 seg de sellado. Y se procede a su calentamiento (“pasteurización”) en microondas *inverter*. El fabricante recomienda girar el 180º el envase y hacer un nuevo sellado para asegurarse de que este sellado es adecuado (Figura 26). La potencia está estipulada en 440 W, y el peso de alimento debería ser 400 g, con un margen de 20 ml de agua/salsa, para que durante el calentamiento y el agua pase a fase de vapor, por la válvula se pierda un 5-6% en peso.



Figura 26. Equipo de sellado de barquetas para MW

Nuestro microondas *inverter* presenta potencias fijas y se hallan entre 350 W y 500 W. Una primera prueba se realiza a 500 W 2 min, y el cierre aguanta, y se procede a un segundo ciclo de 2 min pero el film revienta por un lateral a los 15-20 segundos. Se duda de que se haya abierto la válvula para liberar vapor.

Se decide bajar a 350 W y probar 3 min, que en envases con material a temperatura ambiente va bien, pero si se recalienta con uno trasvasado (para aprovechar la prueba), con el calor remanente el tiempo se acorta y revienta el film. O también pudiese influir un exceso de aire en el envase, al que sumar posteriormente el vapor generado. Esta fase es crítica.

Tras calentar al MW, se procede a su abatimiento a 4°C lo más rápido posible. En cualquier caso, hay un gran espacio de aire y el vacío no es adecuado. Pero para una prueba de cata al día siguiente y observar el efecto del *Codium* en sus cualidades sensoriales.

Por ello se decide repetir este ensayo, pero sin una elaboración precisa (control 0, con 12% de alga). Esto es, se requiere fijar parámetros de llenado, sellado y calentamiento. Se añade la patata cruda en un tamaño similar al anterior y en mayor tasa (200 g), más cantidad de



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

pescado crudo (120 g) y finalmente la salsa (cebolla con algo de aceite, alga y agua, 100 ml aprox), hasta completar 420 g. Sellado a 200°C (con un doble cierre girando envase), sellado de 3 seg y calentamiento a 500 y 750 W. La variable a controlar, el tiempo de calentamiento en MW (1 a 5 min). Y valorar la temperatura inicial (en este caso, 18,7°C). Para un calentamiento en microondas a potencia de 500 W, el tiempo máximo de calentamiento es de 2:30 min y para 750 W, 1:30 min. Superado estos tiempos, el film acaba reventando por un lateral. Inmediatamente, se procede a su abatimiento térmico a +4°C, para pasarlo a cámara de refrigeración a +2°C. Tras ponernos en contacto con la empresa al reventar el film, un detalle importante que no indican en las especificaciones técnicas es adaptar una estructura que no transfiera calor sobre la válvula del film. En este caso, optamos por colocar una almohadilla absorbidora de las empleadas en la industria alimentaria, de 2 mm de grosor. En este caso, y en pruebas sucesivas, la válvula funciona correctamente, liberando vapor y el cierre se mantiene inalterable.

- **Análisis sensorial:**

Las pruebas mejor seleccionadas son O y A, al ser más acuoso y simular una salsa verde tradicional. El O, sabor más marino (por el alga), y vistoso el A, pero salsa ligeramente algo más espesa/densa. El B demasiado espeso, y se rechaza. El lote C se halla más caldoso, aguado, y su sensación marina se ve minimizada por la cebolla y resto de ingredientes. En todos los casos, el color verde se mantiene. Es decir, la proporción de alga se halla entre el 12 y 22% de la salsa.

- **Nuevas pruebas de sellado.**

Se parte de una mezcla de ingredientes de 420 g en total, usando 500, 750 W y Auto (950 W). Las pruebas se llevan a 3 min. La sonda se abre a los 3 min justos a 500 W, a los 2:15 a 750 W y a 2:00 en Auto (950 w). Con 750 W y Auto, suele ocurrir 1 pitido más o ya pita en continuo con riesgo de salida del producto. Se decide seleccionar la potencia de 500 W, para ir sobre seguro, y llevarlo a 4:30 min.

El producto se mete en el microondas a +16°C, y cuando suena un pitido corto (apertura de válvula para salida de vapor), y sale a los 4:00 min la temperatura de la salsa es de +95°C.

3.5.2. Pruebas piloto

Tras los ensayos preliminares para ajustes de parámetros según la tecnología a aplicar, y seleccionada la textura y aspectos sensoriales de la salsa verde, se realizaron 3 baterías de



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

ensayos con el fin de establecer un periodo de vida útil según la tecnología alimentaria avanzada a aplicar:

- Tratamiento del plato en microondas, con nuevos envases con válvula.
- Tratamiento de envasado *skinpack*.
- Tratamiento de envasado *skinpack* y aplicación de altas presiones o HPP (450 MPa, durante 15 min)

Estas muestras fueron almacenadas en cámara frigorífica a +2°C, y parte fueron retiradas quincenalmente para un análisis de vida útil, donde se valorará la evolución bacteriana y generación de nitrógeno básico volátil (BVT), como garantes de la salubridad de estos platos.

Por otro lado, y por la forma de vida de estas algas, sésil y/o cercana al fondo marino, la cercanía al litoral, y como potencial microorganismo natural patógenos al hombre (*Clostridium botulinum* tipo E), se realizan una serie de ensayos sobre los platos tratados con HPP. En este caso, en una zona localizada de miotomos de la merluza cocida se introduce 1 bola de Bioball (Biomerieux) de *Clostridium perfringens*, se sella el conjunto en *skinpack* (en este caso, la salsa ha de congelarse parcialmente a baja temperatura para evitar su esparcimiento durante la etapa de vacío y sellar correctamente) y se procede a su tratamiento HPP. Se han desarrollado los siguientes lotes para este experimento relacionado con su seguridad:

- Control (sin tratamiento HPP).
- Lote 1, 1 ciclo de HPP: 450 Mpa 15 min
- Lote 2, 2 ciclos de HPP: 450 MPa 15 min + 550 MPa 5 min.
- Lote 3, 3 ciclos de HPP: 550 MPa durante 2 + 2 + 2 min.

En general, al cocerse las patatas, el pescado (colas de merluza previamente congeladas y cocidas al vapor hasta alcanzar 65°C en el centro de espina), así como la salsa, la mayor parte de la flora patógena no esporulada natural se debería minimizar. Se han extremado las precauciones a la hora de envasar, minimizando las posibilidades de contaminación exógena (humana). En el caso de que esta última exista, el calentamiento por MW y las HPP deberían reducir o minimizar la tasa bacteriana. Sin embargo, existe la probabilidad de presencia del anaerobio *C. botulinum* tipo E, y donde la baja tasa de sal del plato, la ausencia de oxígeno, las temperaturas bajas de almacenamiento, y su capacidad de formar esporas ante fenómenos ambientales adversos (caso de tratamientos térmicos), la hacen una especie probable de desarrollarse en estas condiciones.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

Una presencia notable de este microorganismo en el almacenamiento puede ser a medio plazo para lo que representa la vida útil de un plato preparado, antes de que se desarrollen otro tipo de bacterias, no siendo captada su presencia por determinados parámetros sensoriales, de ahí el interés en su estudio. Pero para evitar un fallo durante la inoculación en una planta industrial o piloto, y que favorezca la dispersión y permanencia en zonas de difícil acceso en la limpieza y desinfección, se utilizan otras especies menos agresivas como *Clostridium sporogenes* y *Clostridium perfringens*. En nuestro caso usamos *C. perfringens*. Los análisis se realizan por triplicado.

De acuerdo con la bibliografía, los microorganismos esporulados como *Clostridium* son más resistentes ante las HPP, especialmente en su forma esporulada. Hay ensayos a escala laboratorio, donde se combina tratamiento térmico con HPP en alta presión, y en estas condiciones existen posibilidades de reducir la flora inicial de esta bacteria, pero son ensayos realizados a 1 ciclo de proceso. Nuestra hipótesis es aplicar varios ciclos en un mismo lote con el fin de alcanzar el mismo objetivo, aunque redunde negativamente en las cualidades sensoriales del producto, en este caso sería el pescado, el más sensible a los tratamientos HPP. Resultados positivos se han conseguido en este sentido con microorganismos esporulados como *Bacillus*.

Nuevos parámetros de aplicación para MW: Ajustados los parámetros de sellado y calentamiento en microondas, se procede a una tirada de productos con mayor volumen de muestras para un posterior análisis de vida útil. Por un lado, se realiza un desarrollo de producto bajo vacío y MW de acuerdo con la mezcla de salsa O, esto es, en torno a 200-210 g de patata cocida, 120 135 g de pescado y hasta 430 g con salsa. Esta salsa al 12% de alga está más licuada, partiendo que durante el proceso de calentamiento en microondas, tanto el agua del pescado (que se envasa crudo) como el agua de la salsa se generará vapor de agua, cociendo el conjunto de ingredientes y la pérdida de vapor (en torno a 5-6% de agua), provocará un colapso de la válvula al proceder al enfriado rápido del envase en un abatidor de temperatura a +2°C.

En este caso, y como se destacó en los análisis preliminares, el alga *Codium* se lava en agua salada (3,5%) y escalfa en un baño de agua a 95°C durante 1 min, para fijar el color verde.

Las patatas, variedad Monalisa, se cortan en rodajas de 2 cm y se cuecen en agua durante 15 min, momento en que se retiran y dejar enfriar a temperatura ambiente. La salsa se elabora según la receta O, sin ninguna otra modificación. Para el calentamiento en microondas, los envases se tratan a 500 W durante 4:30 min, 30 seg más para garantizar un calentamiento homogéneo tras el pitido de la válvula. Se verifica la temperatura inicio de 16,7°C y con una temperatura final de 97°C.

El producto se abate rápidamente a +2°C durante 90 min, y se almacena a +2°C por un periodo de 3 meses.

Nuevos parámetros de aplicación para HPP: En este caso, el pescado (colas de piezas correspondiente a 2 kg) se somete a cocción al vapor (hasta el momento en el que alcanza 65°C en el centro de espina, cuyo registro se realiza con un termómetro con sonda PT100). Inmediatamente se abate a temperaturas de refrigeración, de tal forma que sea posible manipular el pescado, y evitar su desmoronamiento estructural (esto es, cuando alcanza los 30°C en el centro de espina). Para la elaboración de las patatas se siguió el procedimiento descrito para el MW; en el caso de la salsa, y para favorecer el proceso de skinpack, se aplica en su elaboración los mismos parámetros de procesado y las mismas cantidades de aceite, cebolla, ajo, vino y alga. En este caso, el agua añadida es la mitad que en el caso de procesado por MW, para tener una consistencia más densa; esto es, con un 20% de alga (lote D, algo inferior al lote A del ensayo preliminar). Esta salsa se congela parcialmente a -8°C para favorecer su manipulación y se procede a su envasado en barquetas de PP, junto con el resto de ingredientes en las mismas proporciones que con MW. Se sella en conjunto con film microondable, procediendo a los tratamientos HPP descritos anteriormente, salvo un lote control.

3.5.3. Ficha de las Selección de tasa de alga y análisis sensorial .

En los ensayos preliminares se establecieron las siguientes proporciones de los ingredientes de las salsas:

Tabla 10. Ingredientes de diferentes pruebas de salsas de Codium spp para platos de salsa verde.

Ingredientes de salsa	Lotes (%)				
	O	A	B	C	D
Cebolla rehogada	31,73	37,05	38,84	40,44	52,3
Pasta de Codium	12,36	22,31	32,3	6,77	19,1
Agua	22,91	40,65	28,86	52,79	28,6

Para un volumen de salsa final igual, la salsa seleccionada fue la 0, especialmente en base a su sabor, con toques marinos, y densidad (verificando la fluidez en agitación en un vaso de precipitados y la velocidad de la salsa al verter sobre un cristal plano con una inclinación de 30°). En esta cata se incluye la salsa D (con un 19% de *Codium*), como un intermedio entre lote 0 y A, que será llevado en los ensayos con HPP. Los resultados de los parámetros evaluados se exponen en el siguiente gráfico de araña, para un panel de 15 jueces.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÓN EUROPEA
UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

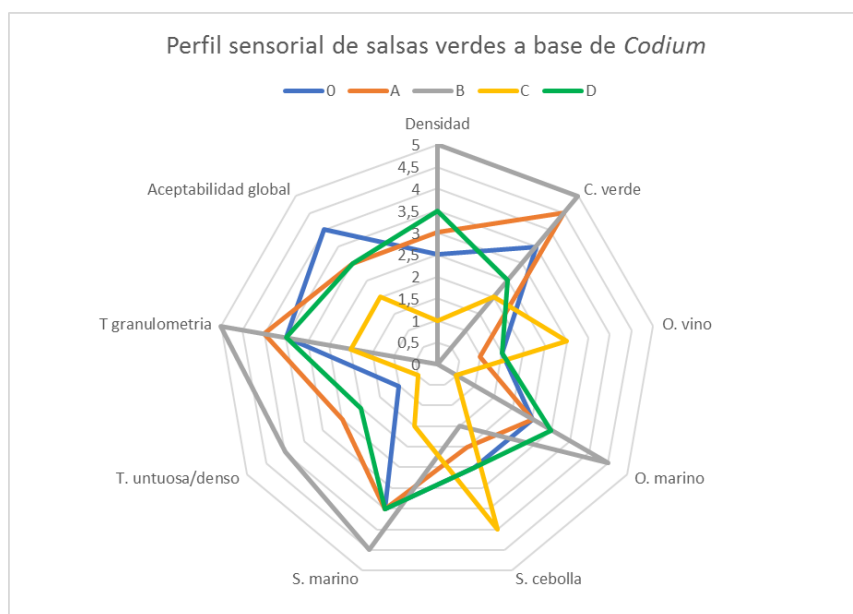


Figura 27. Perfil sensorial en telaraña de los destinos platos desarrollados.

Visualmente, se puede observar que el lote C, el de menor tasa de *Codium* (6%), presenta olores y sabores más característicos a otros ingredientes de la salsa como el vino y cebolla, camuflando al del *Codium*. Sin embargo, a partir de 12%, sus manifestaciones sensoriales son más patentes. La valoración de los lotes A y D son muy similares, a excepción del color verde y de su textura densa, mientras que el lote 0 (con 12% de *Codium*) es el mejor valorado en global, seguido muy de cerca por el lote D (el color verde más intenso se ha indicado como contraproducente). El lote B ha sido rechazado por presentar unos valores excesivamente altos en el equilibrio del conjunto de ingrediente, camuflando totalmente la cebolla y esencia del vino reducido, así como por su textura, demasiado densa.

Para el conjunto de catadores que evaluaron las salsas, la mayoría prefiere el lote 0 (40%), frente a un 33, 20 y 7% para lotes D, A y C, respectivamente.

3.5.4. Análisis de resistencia de *C. perfringens* bajo HPP

En la Tabla 4, se exponen los resultados de 2 réplicas para los diferentes tratamientos de HPP realizados. Los BioBall de *C. perfringens* tienen un valor medio de entre $8,0 \times 10^3$ y $1,2 \times 10^4$ ufc/bola. Para el análisis de las muestras, se tomaron 10 g en la zona localizada de distribución del BioBall.

Tabla 11. Tasa de *C. perfringens* en plato preparado de merluza en salsa verde de *Codium* spp.

Muestra	Ensayos			
Réplica	Control	Lote 1	Lote 2	Lote 3
1	$4,6 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	$1,5 \times 10^2$	$7,0 \times 10^1$
2	$4,1 \times 10^2$	$3,5 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$

Teniendo en cuenta el valor medio de la muestra control (sin tratamiento HPP), y de acuerdo con los resultados presentados, los tratamientos de HPP de 450 y 550 Mpa no son suficientes para destruir las esporas de *C. perfringens*. Sólo una de las muestras del tratamiento de 3 ciclos (lote 3) presenta una reducción de escala logarítmica, pero muy pobre para el tipo de bacteria de interés sanitario que estamos tratando. Tratamientos de presión muy altos, o con tiempos prolongados, repercuten en la textura de algunos de los ingredientes, en este caso el pescado, ya que una de las principales acciones de las HPP es desnaturalizar las proteínas, haciendo que el producto sea más seco, y menor cualificación obtiene en la evaluación sensorial. De hecho, esta tecnología argumenta esta desnaturalización para justificar el fenómeno denominado “pasteurización fría”, que afecta a las proteínas de las membranas de las bacterias, impidiendo su relación con el medio ambiente que lo rodea. Pero queda patente que no responde por igual ante todas las bacterias, y más en el caso de bacterias esporuladas.

Si bien, en general se observa una reducción pobre de esta bacteria con los tratamientos HPP, este procedimiento no es garantía de eliminación de determinadas bacterias potencialmente patógenas que puedan ser frecuentes en el medio. Por tanto, siempre será recomendable un tratamiento térmico previo al envasado de muestras, al igual que el alga *Codium*, que en esta ocasión ha sido el único ingrediente que se ha incorporado fresco en la salsa (sólo se aplica un escaldado, que puede ser insuficiente), con el fin de simular el potencial riesgo de peligro cara a *C. botulinum*.

3.5.5. Estudio de vida útil

Se elaboró un número suficiente de unidades de la receta seleccionada y se repartieron en tres grupos: un grupo control, otro se sometió a un tratamiento con microondas y un tercer grupo se sometió a un tratamiento de altas presiones. Las distintas unidades, convenientemente identificadas, se almacenaron en condiciones de refrigeración y se analizaron a distintos tiempos de almacenamiento. Los parámetros analizados fueron: Aerobios mesófilos, anaerobios, Coliformes, *E. coli* β -glucuronidasa positiva, y estafilococos coagulasa positivo. Además, se analizó nitrógeno básico volátil.

Los resultados obtenidos tras 3, 17, 31 y 60 días post elaboración se muestran en las siguientes gráficas. Para poder representar los datos en escala logarítmica, se asigna un valor arbitrario de 0.69 (5 ufc/g) a aquellos parámetros en que el resultado obtenido fue <10 ufc/g (límite de la técnica; 0 colonias en las placas sembradas en la dilución 1/10)

Como se puede observar, se produce un rápido crecimiento de los organismos aerobios mesófilos en el plato desarrollado, observándose valores superiores al valor de referencia de 10^6 ufc/g tras 17 días de almacenamiento. El tratamiento con microondas aplicado no consiguió un efecto significativo sobre la flora aerobia del plato elaborado, superándose también al valor de referencia de 10^6 ufc/g tras 17 días de almacenamiento. El tratamiento con altas presiones se muestra eficaz en este tipo de productos, consiguiendo una importante reducción en el crecimiento de organismos mesófilos durante el almacenamiento. De hecho, los valores obtenidos tras 31 días de almacenamiento se encuentran en el rango de 10^3 ufc/g, un valor más que aceptable para este tipo de productos. Los análisis de producto realizados tras 60 días de almacenamiento muestran resultados inaceptables en las tres categorías de producto.

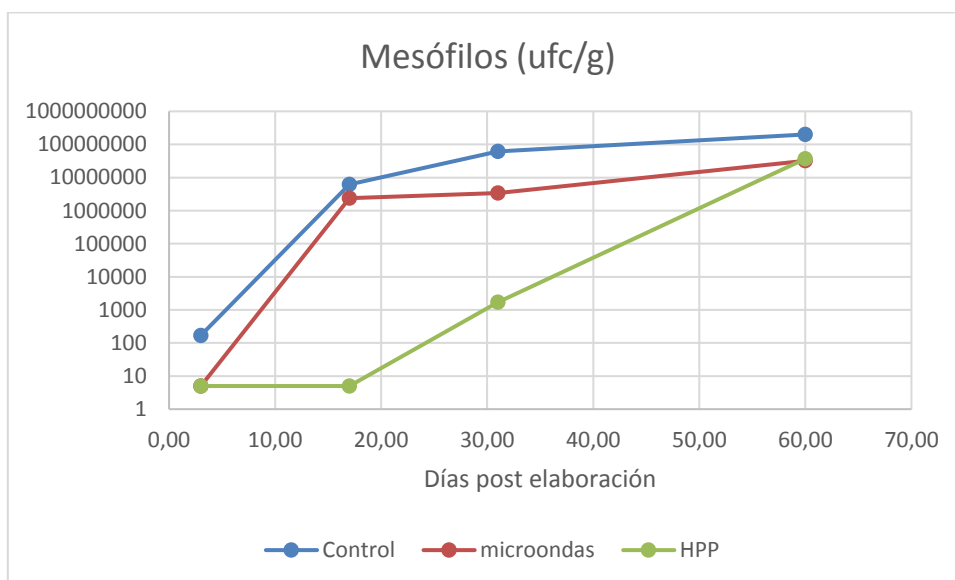


Figura 28. Evolución de los microorganismos aerobios mesófilos durante el almacenamiento en refrigeración.



Interreg
España - Portugal

Fondo Europeo de Desarrollo Regional
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional



UNIÃO EUROPEIA



ALGALUP

· Green future ·

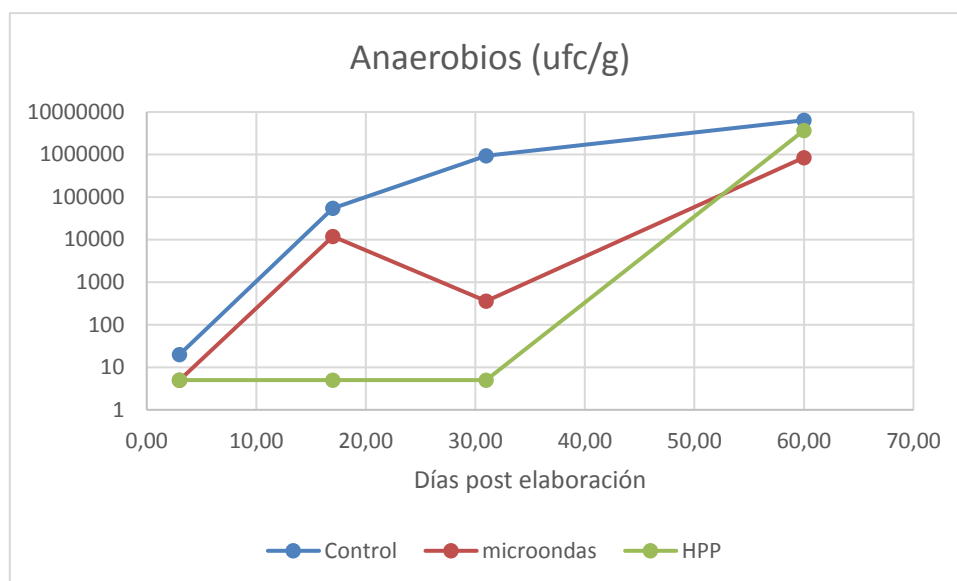


Figura 29. Evolución de los microorganismos anaerobios durante el almacenamiento en refrigeración.

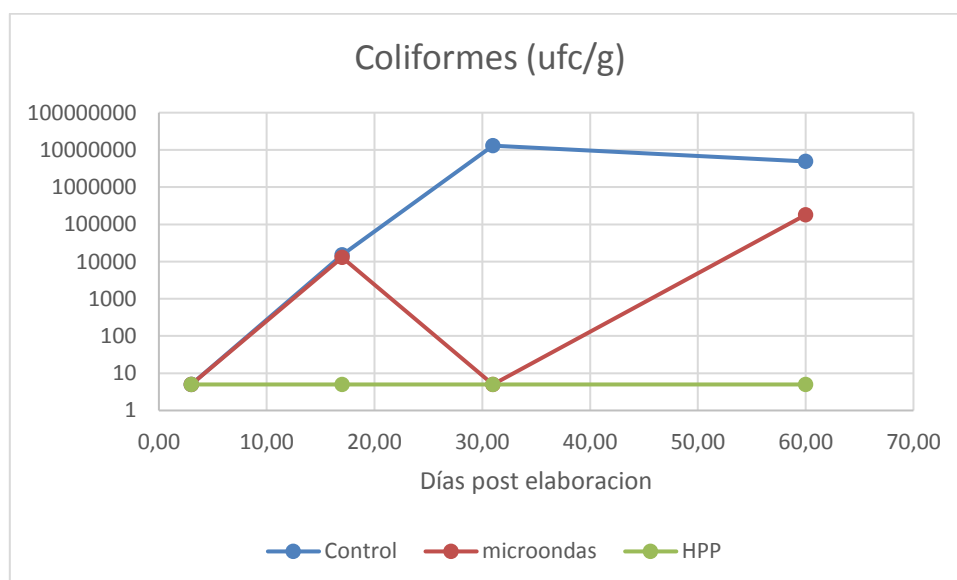


Figura 30. Evolución de los coliformes (*enterobacterias lactosa positiva*) durante el almacenamiento en refrigeración.

De manera análoga, el crecimiento de anaerobios y coliformes en el control fue muy importante, superándose el valor de referencia de coliformes (1000 ufc/g) a los 15 días. En el caso de anaerobios no existen valores de referencia para este tipo de productos. En ambos parámetros, y en el caso del tratamiento con microondas, se observa una

importante reducción en los recuentos a día 31 de anaerobios y coliformes (que llegan a no detectado, < 10 ufc/g). Por último, en el caso del tratamiento con altas presiones, no se observa crecimiento de anaerobios o coliformes, lo que coincide en señalar a éste como el tratamiento más eficaz para el producto desarrollado. En el caso de *E. coli* β -glucuronidasa positiva, y estafilococos coagulasa positivo no se detectaron en ninguna de las muestras analizadas, por lo que estos datos no se representan.

Por último, se representa la evolución del nitrógeno básico volátil en el producto, que se mantuvo estable en las unidades tratadas con altas presiones, mientras que aumentó en el producto control y en el tratado con microondas, de manera análoga al comportamiento observado en la flora aerobia y anaerobia.

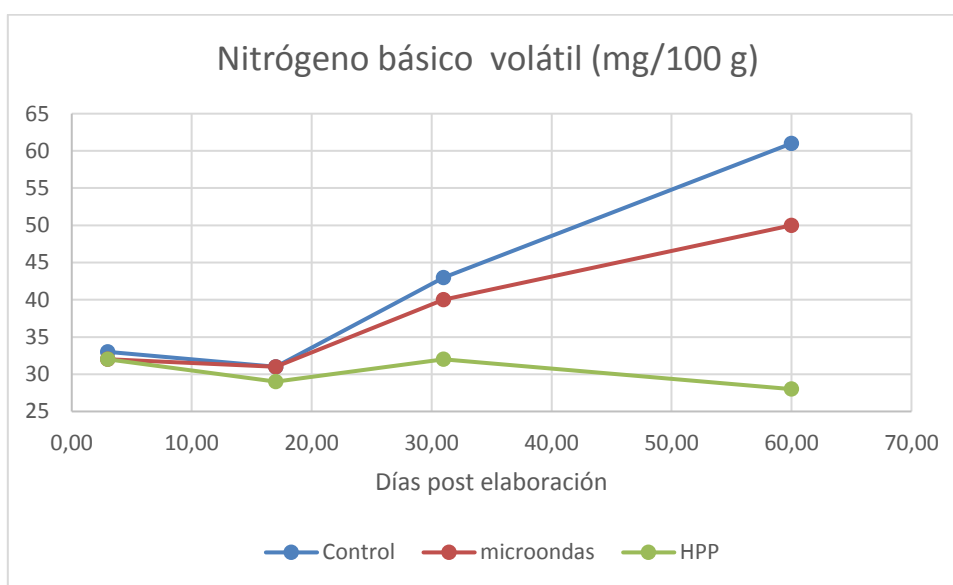


Figura 31. Evolución del nitrógeno básico volátil durante el almacenamiento en refrigeración.

4. Snack: botanas saladas

4.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Después de triturar las muestras de algas, *Codium spp.* y *Osmundea pinnatifida* en un procesador de alimentos (bimby TM5), estas harinas se usaron para formulaciones de bocadillos salados (Figura 32). Las formulaciones consistieron en una mezcla de semilla, germen y harina de algas secas. Después de mezclar en una extrusora, se hicieron masas saladas. Las muestras se secaron a 60°C durante 48h. Se evaluó el perfil nutricional.



Figura 32 A- Procesamiento de botanas saladas con algas A- Alga *Codium* spp.; B- *Osmundea pinnatifida*; D y E mistura de harinas.

4.2. ANALISES NUTRICIONAL

Ambas preparaciones tienen un alto contenido en fibra y son fuente de proteínas de acuerdo con las declaraciones nutricionales. Siendo ligeramente a fibra más elevada en la formulación con *Codium* spp. Y las proteínas más elevadas na *Osmundea pinnatifida*. Ambas presentan valores interesantes de minerales. También se observa un bajo aporte calórico y un ligero incremento general de ácidos grasos. Los resultados de ambas formulaciones se pueden ver a continuación:

Tabla 12 Resultados analíticos de las formulaciones de alga.

Ensayos e Métodos	<i>Codium spp.</i>	<i>Osmundea pinnatifida</i>
Valor energético	1294 kJ/100 g ---	1344 kJ/100 g ---
Reg. (UE) Nº 1169/2011	309 kcal/100g	320 kcal/100g
Materia Gorda Total (lípidos)	3,8 g/100 g ---	3,7 g/100 g ---
Método de Soxhlet		
Ácidos Gordos Saturados	0,7 g/100 g ---	0,7 g/100 g ---
Cromatografía Gaseosa (FID)		
Hidratos de carbono totales	67,3 g/100 g ---	68,4 g/100 g ---
Cálculo		
Azúcares totales	4,8 g ac. inv./100 g	4,6 g ac. inv./100 g ---
Técnica Munson e Walker		
Fibra Alimentar Total	27,1 g/100g	26,2 g/100g
AOAC 991.43 e AOAC 985.29		
Proteína	14,9 g/100g ---	16,5 g/100g ---
Método Kjeldahl - Fator de conversó	6,25	
Sodio	1,71 g/100 g ---	1,11 g/100 g ---
EAA Chama	4,28 g NaCl/100g	2,78 g NaCl/100g
Humidad	4,2 g/100 g	3,7 g/100 g ---
Secado 130 °C		
Cenizas	9,78 g/100 g	7,74 g/100 g
Incineración em Mufla a 550°C		

Estos snacks tienen un gran potencial con declaraciones nutricionales, contribuyendo a la sostenibilidad y teniendo en cuenta la economía circular, ya que se utilizan subproductos como el germen y el salvado.