



ECOfish

ECOFISH 4.0: Avanzando hacia una gestión integral de los residuos y descartes procedentes de pesquerías sostenibles en la ZEPA del Golfo de Cádiz

INFORME

A.4.2. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS DESCARTES PESQUEROS CON DISTINTOS INGREDIENTES Y PROPORCIONES

PROGRAMA PLEAMAR

CONVOCATORIA 2021

INFORME

A.4.2. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS DESCARTES PESQUEROS CON DISTINTOS INGREDIENTES Y PROPORCIONES

PROGRAMA PLEAMAR

CONVOCATORIA 2021

Equipo Redactor:

Ana M. Roldán Gómez

Este proyecto se desarrolla con la colaboración de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través del Programa Pleamar, cofinanciado por el FEMP. Este proyecto es complementario al proyecto “LIFE-IP INTEMARES” además de a los proyectos ECOFISH, ECOFISH 2 y ECOFISH +.

“Las opiniones y documentación aportadas en esta publicación son de exclusiva responsabilidad del autor o autores de los mismos, y no reflejan necesariamente los puntos de vista de las entidades que apoyan económicamente el proyecto”.

ÍNDICE

1. RESUMEN	4
2. INTRODUCCIÓN	5
2.1. El proyecto ECOFISH	5
2.2. ACTIVIDAD A.4.2. DESARROLLO PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS DESCARTES PESQUEROS CON DISTINTOS INGREDIENTES Y PROPORCIONES.....	5
3. MATERIAL Y MÉTODOS	7
3.1. Materias primas, manipulación y conservación	7
3.2. Protocolo de trabajo y control del proceso.....	8
3.3. Determinación de la calidad del producto final	9
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
4.1. Evolución y desarrollo de la fermentación	10
4.1.1. Ensayos con descartes.....	10
4.1.2. Ensayos con cangrejo azul como ingrediente.....	15
4.1.3. Ensayos con erizo y sal baja en sodio como ingredientes	20
4.2. Caracterización del producto final	26
5. CONCLUSIONES	28
6. REFERENCIAS	29
7. Anexo I. Ficha de catas empleada para la evaluación sensorial de los productos elaborados para ECOFISH 4.0	32
8. Anexo II. Seguimiento fotográfico del desarrollo de las fermentaciones para la elaboración de salsas de pescado a partir de descartes, caballa, boquerones, jurel y otros ingredientes	34

1. RESUMEN

A través del proyecto ECOFISH 4.0 se han realizado numerosas actuaciones una de las cuales se ha centrado en desarrollar ideas y generar oportunidades de aprovechamiento de los residuos marinos, fruto de la actividad pesquera, a través de su transformación y valorización fomentando así la economía circular y una pesquería sostenible. En este sentido, se ha trabajado el aprovechamiento de los descartes de diferentes artes de pesca para la elaboración de productos tales como salsas de pescado atendiendo al desarrollo y resultados obtenidos en los proyectos NOVEFISH y ECOFISH +.

La obtención de materia prima para llevar a cabo los ensayos se ha realizado a través de la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda quienes han suministrado tanto pescado de arrastre como de cerco a lo largo del desarrollo del proyecto, así como otras materias primas empleadas como ingredientes. El protocolo seguido en la manipulación y conservación de la materia prima fue el determinado como más adecuado atendiendo a los resultados obtenidos en el proyecto ECOFISH +. Las salsas de pescado se elaboraron mediante fermentación a temperatura controlada (40-50°C) durante un periodo de 30-35 días, según las características de la materia prima y evolución del proceso, realizando una agitación periódica a partir de la primera semana para favorecer la hidrólisis y liberación de proteínas y aminoácidos. Las elaboraciones se realizaron usando como ingredientes: algas frescas de estero y sal baja en sodio e invertebrados como cangrejo azul y erizos. Como parámetros de control de la fermentación se realizaron medidas de a_w , pH, bases volátiles totales (BVT) y trimetilamina (TMA), además de un seguimiento visual y fotográfico de los depósitos de fermentación. Una vez obtenidas las salsas, se realizó una caracterización fisicoquímica, sensorial y determinación del grado N como parámetro de calidad.

Se realizaron un total de 12 elaboraciones a partir de jurel, caballa y boquerones usando únicamente pescado y/o combinándolas con otros ingredientes. Los resultados mostraron que es posible la elaboración de este tipo de productos a partir de descartes cuidadosamente manipulados y almacenados postcaptura. El uso de ingredientes tales como las algas de esteros, cangrejo azul y erizos de mar da lugar a una tipología de salsas muy variada desde el punto de vista nutricional y sensorial con un alto valor comercial, permitiendo dar salida comercial a especies marinas desconocidas como las algas, o infravaloradas, como los invertebrados y algunos tipos de pescado en determinadas épocas del año y zona.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. El proyecto ECOFISH

El proyecto ECOFISH (estrategias ECO-innovadoras para una pesquería sostenible en la ZEPA del Golfo de Cádiz) se inicia en 2019 por un equipo de científicos de la Universidad de Cádiz junto a las Cofradías de Pescadores y su Federación Provincial y con la colaboración de la Fundación Biodiversidad (Ministerio para la Transición Ecológica), a través del Programa Pleamar, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP).

El proyecto nació con el objetivo general de involucrar al sector pesquero del Golfo de Cádiz en el desarrollo de medidas innovadoras para una pesquería ambientalmente sostenible en el Golfo de Cádiz, atendiendo así al estado de conservación y protección del medio marino de esta zona en particular, con lo cual se diferencian objetivos en base a tres líneas principales: mitigar capturas accidentales de aves marinas y otros vertebrados en distintas artes de pesca; evaluar y proponer medidas de gestión de descartes pesqueros en pesquerías del golfo de Cádiz; y desarrollar un programa piloto para la gestión ambiental de basuras marinas.

Con ECOFISH 2 las experiencias se extendieron a más puertos del Golfo de Cádiz y posteriormente ECOFISH +, en 2020, permitió ampliar las medidas ambientales para mejorar el estado de conservación de la ZEPA Golfo de Cádiz y conseguir una pesquería más sostenible, fomentando la economía circular como eje central en su actividad. Así, se trataron de consolidar las actuaciones para la mejora del estado de conservación de las aves marinas y otros depredadores apicales en la Red Natura 2000 del Golfo de Cádiz y se buscaron soluciones para transformar y valorizar el descarte producido en diferentes artes de pesca en un producto útil con fines alimentarios o para acuicultura.

El proyecto ECOFISH 4.0. tiene como objetivo principal fomentar la implantación de un sistema de gestión integral de los residuos, basuras y descartes con el sector pesquero para mejorar el estado de conservación de la ZEPA del Golfo de Cádiz, consolidando aspectos innovadores relacionados con la economía circular (reutilización y valorización de subproductos de la pesca). Para alcanzar dicho objetivo, se plantearon 4 objetivos específicos uno de los cuales consistió en promover el desembarco de los descartes pesqueros y consolidar la gestión sostenible y la valorización de los mismos en la flota de arrastre del Golfo de Cádiz para lo cual se planteó, a través de la actividad A.4.2., el desarrollo de nuevos productos comercializables a partir de las materias primas provenientes de los descartes pesqueros con distintos ingredientes y proporciones.

2.2. ACTIVIDAD A.4.2. DESARROLLO PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS DESCARTES PESQUEROS CON DISTINTOS INGREDIENTES Y PROPORCIONES

El presente informe recoge los resultados de la actividad A.4.2. del marco lógico del proyecto Ecofish 4.0 que consiste en el desarrollo de nuevos productos comercializables a partir de residuos provenientes de los descartes pesqueros con distintos ingredientes y proporciones, dando así continuidad a los trabajos realizados en proyectos previos tales como NOVELFISH y ECOFISH +.

NOVELFISH, cuyo objetivo principal se centró en dar salida y valor comercial a especies objeto de descarte y de baja talla a través de su transformación en productos de alto valor añadido (salsas de pescado, emulsiones tipo patés y saborizantes), mostró la viabilidad económica y comercial de este tipo de elaboraciones a través de procesos sencillos y con la generación de residuo cero. Con el proyecto ECOFISH+, y en colaboración con la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda, se llevaron a cabo el mismo tipo de elaboraciones (salsas, patés y

condimentos), pero con los descartes o especies de bajo valor añadido procedentes directamente de la pesca de arrastre y/o cerco de las zonas de captura y se evaluó la influencia del arte de pesca, el grado de frescura, su manipulación y condiciones de almacenamiento en las características de la materia prima, el desarrollo de la fermentación y las características de los productos de los interés.

Una vez establecidas las condiciones óptimas de captura, manipulación y almacenamiento para que los descartes o especies no deseadas conserven un buen estado de frescura para ser transformados mediante procesos fermentativos, el presente proyecto (ECOFISH 4.0), ha permitido ampliar los conocimientos en el desarrollo de este tipo de productos a partir de las especies más descartadas en el Golfo de Cádiz (descartes, jurel, caballa y boquerón) empleando diferentes ingredientes y proporciones de éstos (algas frescas, sal baja en sodio e invertebrados).

Al tratarse de un proyecto de menor duración que los anteriores, el desarrollo de productos se ha centrado en las salsas de pescado, dado el interés creciente en este tipo de productos y su consumo en los últimos años.

La salsa de pescado es un líquido extraído de la fermentación de pescado, en presencia de ciertas proporciones de sal, y fermentado por proteólisis enzimática endógena y algunos microorganismos halotolerantes y halófilos (Jian et al., 2007; Curtis, 2009; Quoc y Hoang, 2021). Se usa comúnmente como ingrediente de cocina en el sudeste y este de Asia (Yimdee y Wang, 2016) y ahora se está aceptando cada vez más en la cocina de todo el mundo (Koo et al., 2016) como potenciador del sabor y sustituto de la sal. en muchos alimentos (Ritthiruangdej y Suwonsichon, 2006). Actualmente se conocen más de 300 tipos diferentes de salsas y pastas fermentadas a base de pescado, mariscos y moluscos (Moutrisen et al., 2010) como nam-pla (Tailandia), nuoc mam tom cha (Vietnam), yu-lu (China), teuk trei (Camboya), nam-pa (Laos), patis (Filipinas), bakasang (Indonesia), ngan-pya-ye (Myanmar), budu (Malasia), ishiri o shottsuru (Japón) y Gharos (Turquía) (Russo et al., 2019). Por otra parte, aunque las salsas de pescado de diversos orígenes son los productos fermentados más populares, existe también una amplia gama de moluscos fermentados (p. ej., calamares fermentados) y mariscos (p. ej., pasta de gambas y salsa de ostras original) en el sudeste asiático (Lapsongphon et al., 2015). En los últimos años se están utilizando especies de peces infrautilizadas para elaborar salsas de pescado como medio de preservar y producir productos de valor agregado (Klomklao et al., 2006).

Durante la fermentación se produce la hidrólisis de proteínas por parte de las proteasas endógenas que se encuentran en el músculo o tracto intestinal del pescado (catepsinas, pepsina, tripsina, quimotripsina) o por enzimas exógenas procedentes de microorganismos halotolerantes que también juegan un papel importante en el proceso (Faisal et al., 2015; Wichaphon and Thongthai, 2012; Toyokawa et al., 2010). Los productos resultantes de dicha hidrólisis principalmente péptidos y aminoácidos, tienen un efecto considerable sobre las características sensoriales de la salsa de pescado aportándole sabor umami (Faisal et al., 2015).

El procedimiento básico consiste en la mezcla de pescado y sal en distintas proporciones y dejarlo en reposo en recipientes o tanques de fermentación durante varios meses, tras los cuales se separa el sobrenadante y, en algunas ocasiones, se condimenta con diversos aderezos como especias o vegetales (Nakako et al., 2017).

Las condiciones del proceso de fermentación (materias primas empleadas, proporción de ingredientes, temperatura y tiempo de fermentación, adición o no de startes, etc) varían en función de la tipología de salsa y las características finales del producto a obtener abriendo lo que abre un abanico de posibilidades al desarrollo de este tipo de productos. En el proyecto NOVELFISH se pensó que llevar a cabo este tipo de elaboraciones a partir de capturas no deseadas proporcionarían una gran variedad de productos e implicaría una vía de aprovechamiento de dichas capturas abriendo una nueva línea de mercado de productos de alto valor añadido. El desarrollo de productos a través de capturas no deseadas supuso para ECOFISH + una nueva línea de actuación en busca de soluciones para transformar y valorizar el descarte producido en diferentes artes de pesca en un producto útil con fines alimentarios. Sin embargo, quedó patente la necesidad de controlar y asegurar una buena higiene y manipulación del pescado post-captura y la necesidad de congelar la materia prima para garantizar un buen grado de frescura de la materia prima y, por tanto, un buen desarrollo de la fermentación y características del producto final. Teniendo en cuenta estos factores, se pueden desarrollar otro tipo de salsas similares a las asiáticas, empleando especies de bajo valor

comercial combinándolas con otros ingredientes respondiendo a las necesidades del sector y demanda de los consumidores.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Materias primas, manipulación y conservación

La obtención de la materia prima se realizó a través de la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda cuyos buques pesqueros permitieron la adquisición de materia prima en diferentes capturas llevadas a cabo entre los meses de marzo a junio de 2022. Todas las capturas se manipularon adecuadamente, realizando una selección y clasificación de las procedentes de arrastre, además de un lavado y buena manipulación antes de su conservación bajo condiciones de congelación hasta su empleo. Se emplearon especies de pescado de cerco y arrastre además de otras especies de invertebrados algunas de las cuales, como el cangrejo azul, son consideradas como invasoras y suponen un problema actualmente para los pescadores en el Golfo de Cádiz y más concretamente en la desembocadura del Guadalquivir. En la Tabla 1 se recogen especies e ingredientes empleados en los diferentes ensayos.

Tabla 1. Especies de pescado e ingredientes empleados en los diferentes ensayos

ESPECIES	INGREDIENTES
Descartes	Sal
Caballa	Sal baja en sodio
Jurel	Algas frescas de estero: Ogonori rojo y Lechuga de mar
Boquerones	Cangrejo azul Erizo de mar

Todas las especies fueron cuidadosamente manipuladas tras la captura y almacenadas rápidamente en condiciones de congelación hasta su procesado. Igualmente, los invertebrados y algas marinas se mantuvieron congeladas hasta su uso para mantener un buen grado de frescura (Figura 2).



Figura 2. Materias primas e ingredientes empleados en las diferentes elaboraciones

Entre las especies procedentes de descartes predominaron en mayor medida los boquerones en tamaños muy variados, seguidos de pez cinta, lenguado y gran variedad de crustáceos como cangrejos, galeras y gambas (Figura 3).



Figura 3. Diversidad de especies procedentes de los descartes

3.2. Protocolo de trabajo y control del proceso

Para llevar a cabo la elaboración de salsas de pescado se emplearon depósitos de vidrio de 5 L de capacidad con camisas de refrigeración para el control de temperatura (40-50°C). Dichos depósitos se rellenaron con capas de pescado:sal en proporción 3:1, realizando cada ensayo por duplicado (Figura 4). Cuando se emplearon otros ingredientes, se mantuvo la misma proporción de sal con respecto a la de pescado/ingredientes.



Figura 4. Depósitos de fermentación a t_0 del proceso

Se realizaron un total de 12 elaboraciones (sin contar con elaboraciones especiales “de rodaje” empleando sólo cangrejo azul o pulpo cabezón) empleando las especies solas con sal o combinadas con otros ingredientes tal y como se recogen en la tabla 2.

Tabla 2. Combinaciones de las diferentes especies e ingredientes en la elaboración de salsas

	Control	Sal	Sal baja en sodio	Ogonori rojo	Lechuga de mar	Cangrejo azul	Erizo de mar
Descartes	X	X		X	X		
Caballa	X	X	X			X	
Jurel	X	X	X			X	X
Boquerones		X					X

Las mezclas se dejaron en estático durante una semana, tiempo tras el cual, una vez comenzada la hidrólisis de proteínas del pescado, se comenzó con removidos periódicos para favorecer el proceso cuya duración total osciló entre 30-55 días, según el caso, para ver la evolución de las salsas en tiempos más prolongados de fermentación (Figura 5). Una vez obtenidas las salsas, los sólidos se dejaron decantar y se filtraron por una malla para separar el residuo sólido del líquido de interés. Posteriormente el líquido fue filtrado por filtro de papel y, antes del embotellado, por filtros de 0,22 μm para su esterilización.

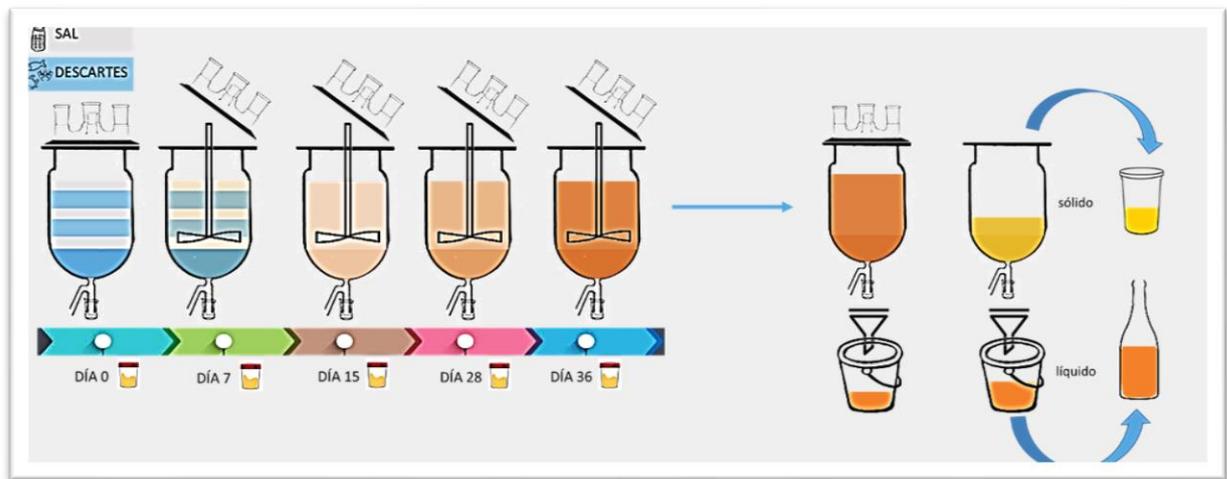


Figura 5. Esquema del diagrama de flujo de elaboración de salsas de pescado

Durante el proceso se realizó un seguimiento de la fermentación a través de muestreos periódicos en los que se realizaron análisis de pH, a_w , trimetilamina (TMA) y bases volátiles totales (BVT), estos últimos como parámetros de referencia para estudiar la evolución de las salsas y sus posibles desviaciones. Ambos parámetros se determinaron por microdifusión utilizando la cámara de Conway y siguiendo la metodología de Conway y Byrne (1936).

3.3. Determinación de la calidad del producto final

Para determinar la calidad final del producto se realizó una determinación del porcentaje de nitrógeno de cada producto resultante de las elaboraciones y un análisis organoléptico mediante panel de cata. Para la evaluación sensorial se realizaron varias sesiones de cata de productos atendiendo a la misma metodología desarrollada para el proyecto NOVELFISH y posteriormente utilizada en ECOFISH+. Para las salsas, se contemplaron los descriptores aromáticos: pescado fresco, cárnico, ahumado, queso, caramelo, crustáceo, pescado seco/salado y molusco; y como sabores se consideraron el salado, umami, crustáceo, pescado, pescado salado y metálico. Además, en la propia

ficha de cata se incluyó una escala hedónica con la que determinar las preferencias de los catadores (Anexo I, Figura 1).



Figura 6. Sesión de cata de los productos elaborados para ECOFISH 4.0

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evolución y desarrollo de la fermentación

4.1.1. Ensayos con descartes

En los ensayos con descartes se emplearon algas frescas de estero como ingredientes. Dado que las algas presentan bajo peso, pero sus características sensoriales son muy intensas, la proporción usada de cada una de las especies osciló entre el 1,5 y 4,5% (Figura 7).

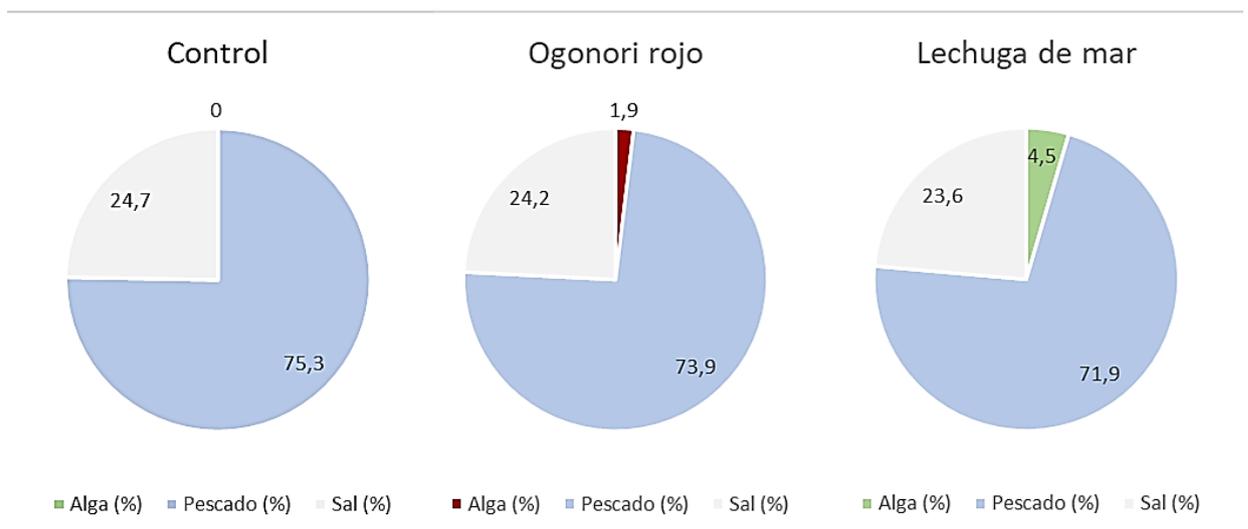


Figura 7. Proporción de pescado, sal y algas empleada en cada elaboración con descartes

Con respecto al desarrollo de la fermentación, en la Figura 8 se muestra, a modo de resumen, el seguimiento fotográfico de las fermentaciones realizadas con los descartes tanto para el control como para los ensayos con algas y que se recogen de forma más extendida en el anexo II (Figuras 1a-4a).

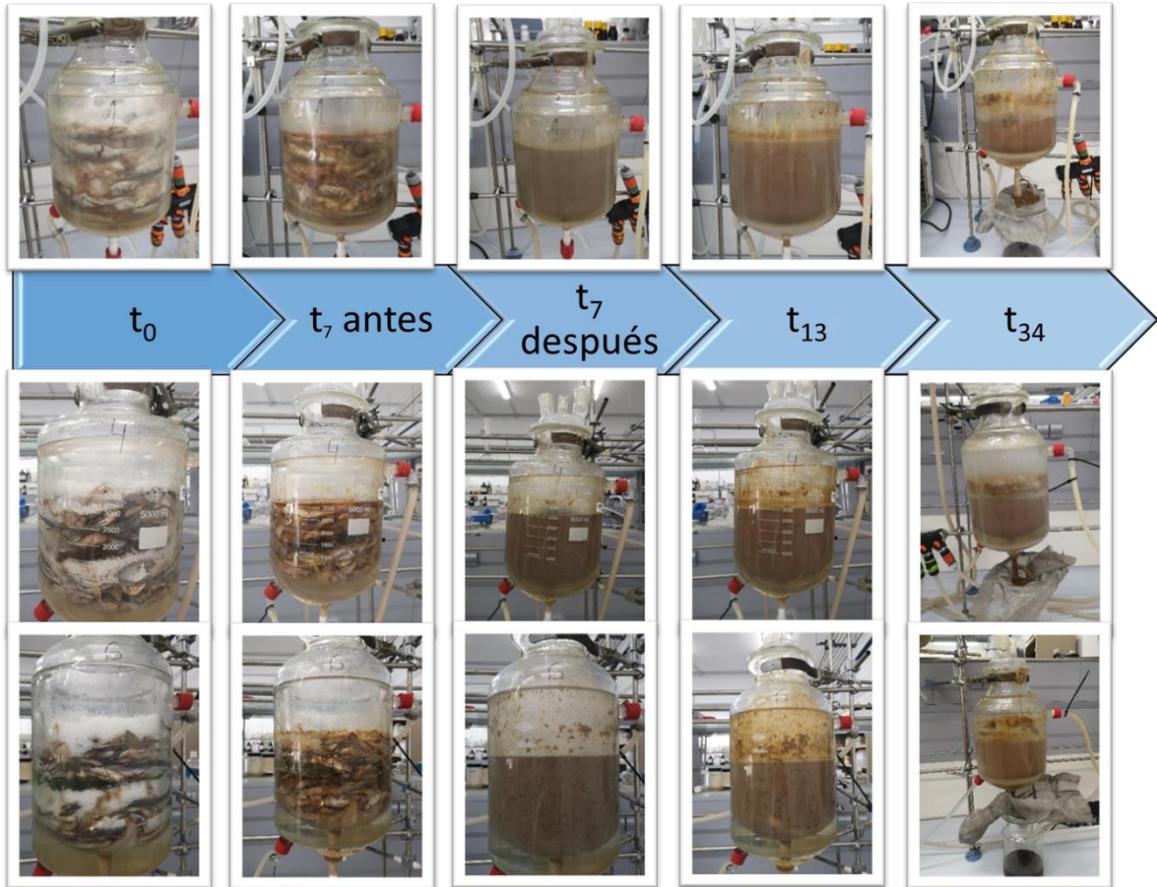


Figura 8. Seguimiento fotográfico del desarrollo de la fermentación de descarte control (arriba) y con algas (Ogonori rojo y Lechuga de mar)(abajo)

Como se puede observar en las imágenes, no se produjo una variación significativa en el color al emplear algas, aunque sí existieron ligeras diferencias que podrían deberse a la propia mezcla de especies en distinta proporción (Figura 9). Por otra parte, si se observaron cambios en la textura de las mezclas una vez comenzadas las agitaciones, de manera que las algas tendieron a captar parte del agua de exudado, lo que conllevó a un espesamiento de la mezcla.

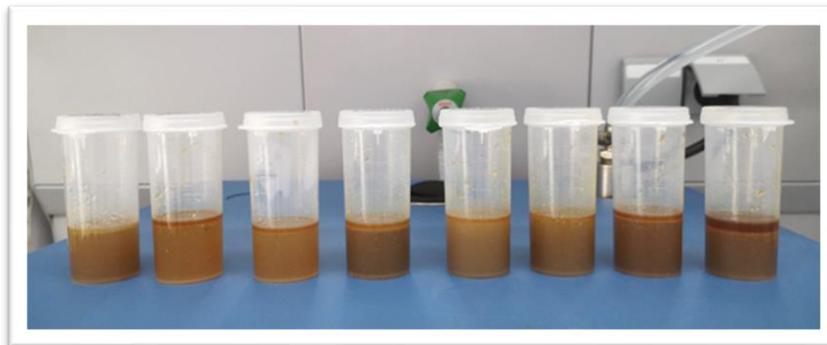


Figura 9. Color de las muestras procedentes del primer ensayo (de izquierda a derecha, las muestras 1, 2, 7 y 8 corresponden a los controles de descartes; 3 y 4 a descartes con Ogonori rojo; y 5 y 6 a descartes con lechuga de mar)

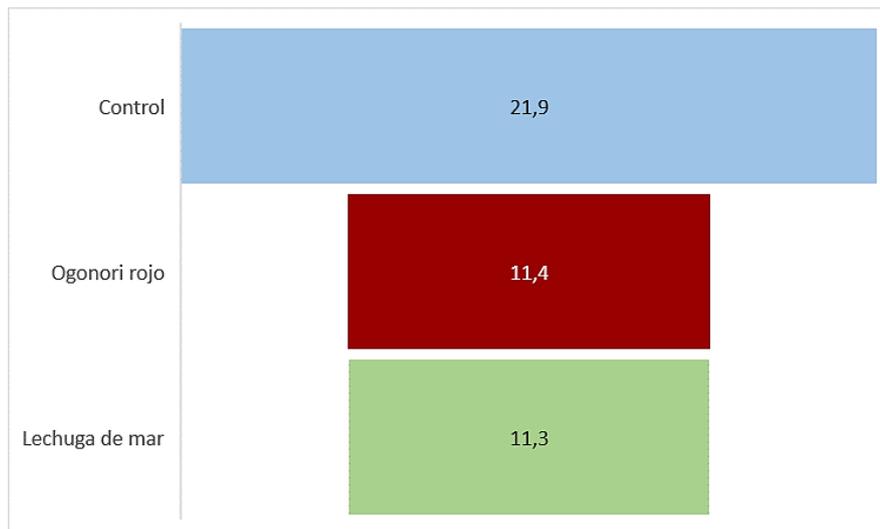


Figura 10. Rendimiento (L/100 kg) de salsas de pescado empleando descartes con y sin algas como materia prima e ingredientes

En cuanto a los rendimientos de salsas, el empleo de algas redujo considerablemente el volumen de salsa obtenido, a pesar de que éstas se emplearon en baja proporción. Las algas son especies ricas en hidrocoloides que actúan como agentes gelificantes, espesantes y emulsionantes (Qin, 2018), pudiendo ser esto la causa de que, durante la elaboración, la mezcla se volviera más pastosa y esto dificultara posteriormente la operación de filtración una vez terminada la fermentación.

Durante el seguimiento de la fermentación se hizo, en primera instancia, un control de pH y a_w , parámetros ampliamente usados en la industria alimentaria. En la figura 11 se muestra la evolución de ambos parámetros durante el proceso. Como se puede observar, el pH de la fase líquida a la semana de comenzar la fermentación fue muy similar en todos los casos, existiendo pocas diferencias con el uso o no de algas de distinto tipo. En todos los casos, el pH se mantuvo prácticamente invariable durante la fermentación, lo que indicó ausencia de desviaciones durante la fermentación y un buen desarrollo de la misma.

Para la actividad de agua, se observan ligeras diferencias al inicio del proceso a pesar de que en todos los casos se emplearon proporciones de sal similares, lo que puede estar relacionado con el empleo de algas, la proporción usada y, sobre todo, el carácter más mineral o salino de la especie. Así, mientras *Ulva lactuca* (lechuga de mar) parece diluir la mezcla aumentando su a_w , la especie *Ogonori rojo* disminuye ligeramente el valor inicial dando a la mezcla mayor estabilidad. Sin embargo, a lo largo de proceso, se produce una ligera disminución de la a_w , siendo la mezcla con *U. lactuca* la que presenta finalmente el valor más bajo.

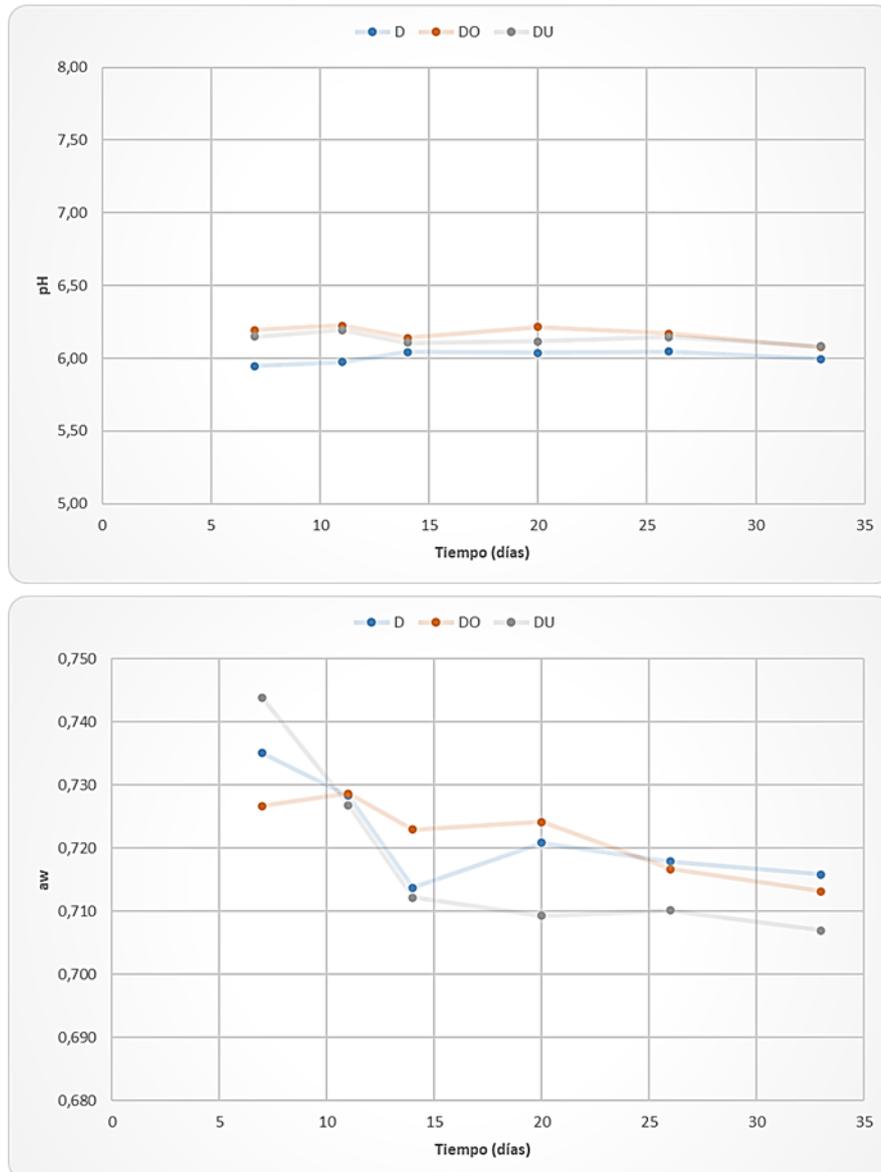


Figura 11. Evolución del pH y la a_w durante el proceso fermentativo de salsas de pescado elaboradas con descartes y algas (D: descartes; DO: descartes y Ogonori rojo; DU: descartes y *Ulva lactuca*)

Desde el punto de vista analítico, en las figuras 12 y 13 se muestran los resultados de BVT-N y TMA respectivamente para los ensayos realizados con descartes respectivamente. La TMA y BVT, constituidas estas últimas por NH_3 como TMA, DMA y aminas volátiles, son parámetros que se utilizan en los productos marinos como indicadores del grado de alteración de los productos frescos por contaminación bacteriana, pero también en salsas de pescado como parámetros de control de la fermentación. De hecho, la TMA se asocia con un olor desagradable a amoníaco que aparece en el pescado y otros organismos marinos cuando el producto ya no está fresco (Rodríguez, 2015; Liu et al., 2018), pero también es responsable de los aromas a pescado (Lopetcharat et al., 2001; Özogul et al., 2009), que contribuyendo al aroma y sabor específicos de la salsa de pescado.

Como se puede observar en la Figura 12, los valores BVT a la semana de la fermentación oscilaron entre los 80 y 90 mg/100 g, y se mantuvieron en ese rango durante todo el proceso siendo mayores las diferencias en las fermentaciones en las que se empleó la lechuga de mar (*Ulva lactuca*). En todos los casos, por lo tanto, los niveles

se mantuvieron por debajo del máximo de 200 mg/100 g permitido en salsa de pescado procesada con sal, de acuerdo con la legislación de ciertos países (Wu et al., 2013; Rianingsih et al. 2016; Fu et al., 2008).

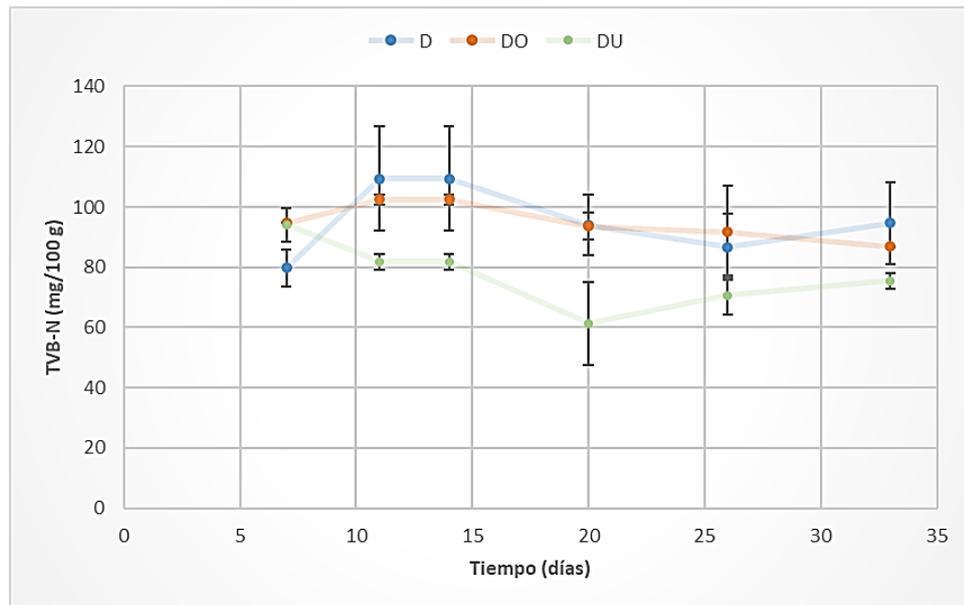


Figura 12. Evolución de las bases volátiles totales durante el proceso fermentativo de salsas de pescado elaboradas con descartes y algas (D: descartes; DO: descartes y Ogonori rojo; DU: descartes y *Ulva lactuca*)

Con respecto a la TMA, en la Figura 13 se recogen los resultados del seguimiento durante la fermentación. Como se puede observar, las diferencias no fueron significativas, lo que indica la baja influencia del aporte de algas sobre la producción de TMA, siendo la propia proporción de las diferentes especies de pescado las que más condicionaron el contenido en óxido de trimetilamina (OTMA), cuya reducción bacteriana da lugar a TMA.

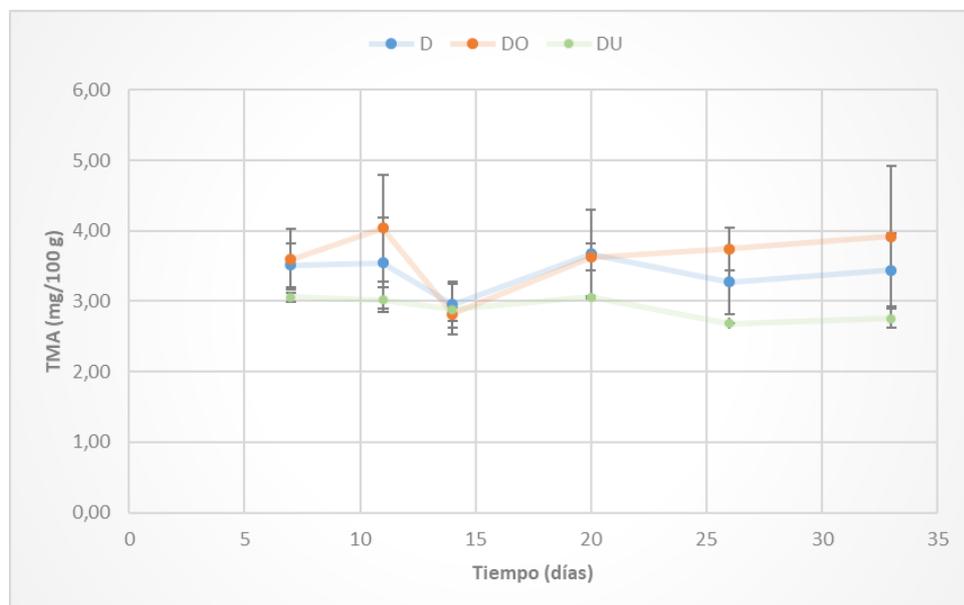


Figura 13. Evolución de la trimetilamina (TMA) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado elaborada con descartes y algas (D: descartes; DO: descartes y Ogonori rojo; DU: descartes y *Ulva lactuca*)

A lo largo de la fermentación, la TMA prácticamente se mantiene en valores entre 2,9 y 4,0 mg/100 g, según las especies y algas empleadas, siendo estos valores muy similares a los de otras especies referenciadas como caballa, sardina y pez espada (2,1-16,8 mg /100 g) (Lin et al., 2012). Según numerosos estudios, los niveles de TMA suelen alcanzar entre 30 y 40 mg/100g después de 50-60 días de fermentación; sin embargo, en este caso los niveles no superaron los 4 mg/100 g, lo que indicó una gran estabilidad y frescura de las materias primas.

4.1.2. Ensayos con cangrejo azul como ingrediente

El cangrejo azul, *Callinectes sapidus*, fue introducida en el Mediterráneo de forma accidental en 1948 (Zenetos et al. 2018) y actualmente está considerada como una de las 100 peores especies invasoras a pesar de su valor comercial (Zenetos et al. 2005). Chaouti et al. (2022) han mostrado recientemente la amplia distribución del cangrejo azul del Atlántico, *C. sapidus*, a lo largo de la costa atlántica de Marruecos en diferentes etapas de vida (juveniles y adultos), etapas de madurez sexual (inmaduros y maduros, ovígeros y no ovígeros) para ambos sexos y diferentes hábitats incluyendo lagunas costeras, estuarios y áreas costeras cercanas a la costa, llegando a considerarse como una población establecida en aguas marroquíes de gran riqueza en recursos tróficos (p. ej., almejas, ostras, mejillones, moluscos, anélidos, crustáceos más pequeños, peces y peces recién muertos y detritos de plantas y animales). Actualmente la invasión se ha expandido hasta el sur de España y Portugal, volviéndose un problema de gran importancia en zonas concretas como la desembocadura del Guadalquivir.

Por otra parte, cabe señalar que el cangrejo azul puede constituir un nuevo objetivo rentable para las pesquerías (Glamuzina et al., 2021). En ausencia de herramientas eficientes para el control a gran escala de las poblaciones de cangrejo azul, su explotación parece una vía razonable (Mancinelli et al., 2017; Oficialdegui et al., 2021; Malpica-Cruz et al., 2021). Sobre todo, teniendo en cuenta que, según Haithan et al. (2020), la carne de cangrejo azul es una fuente importante de nutrientes, aminoácidos esenciales, ácidos grasos y macrominerales. De hecho, el estudio que realizaron mostró que la carne de cangrejo contenía 19 compuestos aromáticos volátiles, 7 aminoácidos esenciales (EAA), 9 aminoácidos no esenciales (NAA), 8 ácidos grasos saturados (SFA) y 7 ácidos grasos insaturados (USFA), además de SFA totales y niveles aceptables de Na, K, P, Ca y Mg.



Figura 14. Imagen de algunos de los especímenes de cangrejo azul capturado en las costas gaditanas

Los cangrejos empleados en estas elaboraciones procedentes de la desembocadura del Guadalquivir fueron suministrados por la Cofradía de pescadores de Sanlúcar de Barrameda y presentaron distintos tamaños y género, mostrando algunos de los especímenes una carga importante de huevos (Figura 14).

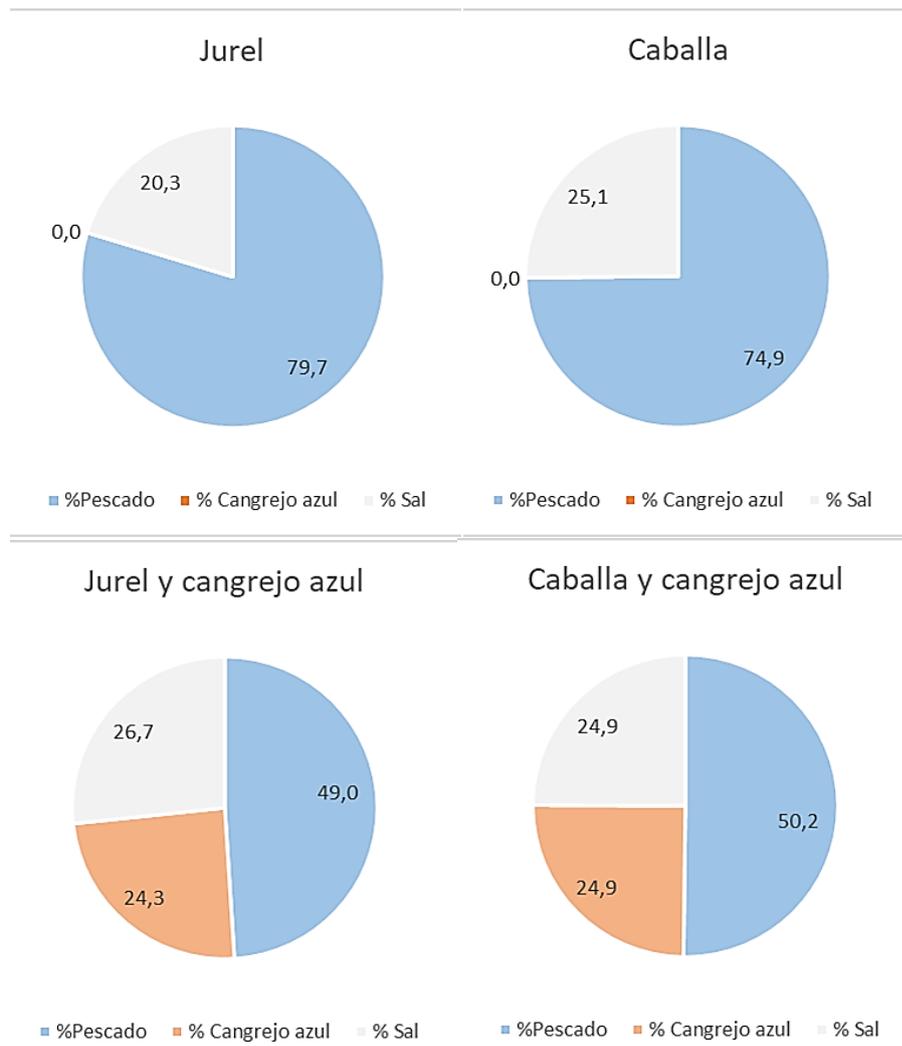


Figura 15. Proporción de pescado, sal y cangrejo empleada en cada elaboración con jurel y caballa

En los casos en los que se empleó cangrejo azul, éste supuso aproximadamente el 25% del total de materia prima e ingredientes usados (Figura 15), manteniéndose la sal a proporción 4:1 (pescado/cangrejo:sal) en todos los casos. Durante la preparación de los ensayos, y atendiendo a ensayos previos, se procedió a trocear el pescado si las piezas eran de gran tamaño y a machacar los cangrejos para favorecer la actividad enzimática y microbiológica causantes de la hidrólisis de proteínas (Figura 16). Los especímenes que presentaron huevos se mantuvieron en el ensayo puesto que, con anterioridad, no se habían observado diferencias significativas en el desarrollo de la fermentación cuando se usaban o no en los ensayos de rodaje en los que se empleó sólo cangrejo.



Figura 16. Imágenes de cangrejo azul durante el montaje de los depósitos con jurel y caballa (más imágenes en anexo II, 5a y 6a)

Una vez finalizado el proceso de fermentación, el rendimiento obtenido de salsa osciló entre 16 y 22 L/ 100 kg de materia prima. Como se puede observar en la Figura 17, los rendimientos fueron considerablemente más altos cuando se empleó cangrejo azul, lo cual pudo deberse a dos motivos. Por una parte, al aumento de la actividad enzimática y microbiológica que favorecieron la hidrólisis y fermentación del pescado. Y por otra, a que los trozos de caparazón contribuyeron a una mejor filtración conformando canales de salida de líquido con el resto de pescado por los cuales la salsa traspasó con mayor facilidad.

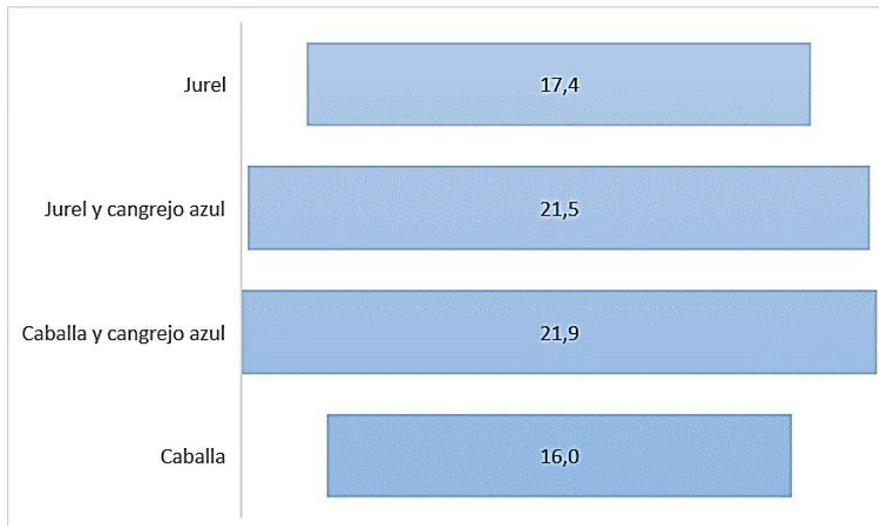


Figura 16. Rendimiento (L/100 kg) de salsas de pescado empleando jurel y caballa como materia prima y cangrejo azul como ingrediente

El desarrollo de la fermentación tuvo lugar de forma adecuada, tal y como se puede observar por el desarrollo del pH, la a_w , las BVT y la TMA (Figuras 17-19). Con respecto al pH, se observaron dos evoluciones diferentes según el tipo de materias primas empleadas. Para el jurel y la caballa, el pH se mantuvo prácticamente constante durante los 39 días que duró la fermentación, y las salsas presentaron una evolución similar con la única diferencia de que el pH inicial dependió de la especie. Por otra parte, la adición de cangrejo como ingrediente, modificó el pH inicial de las salsas con respecto a los testigos aumentándolo en aproximadamente 0,5 unidades. Además, durante la fermentación, la presencia de cangrejo azul favoreció un ligero aumento del pH, en mayor medida cuando se empleó combinado con la caballa. Este aumento de pH estuvo relacionado directamente con la liberación de bases volátiles y, probablemente, amoníaco, dada la riqueza de los crustáceos en este tipo de compuestos.

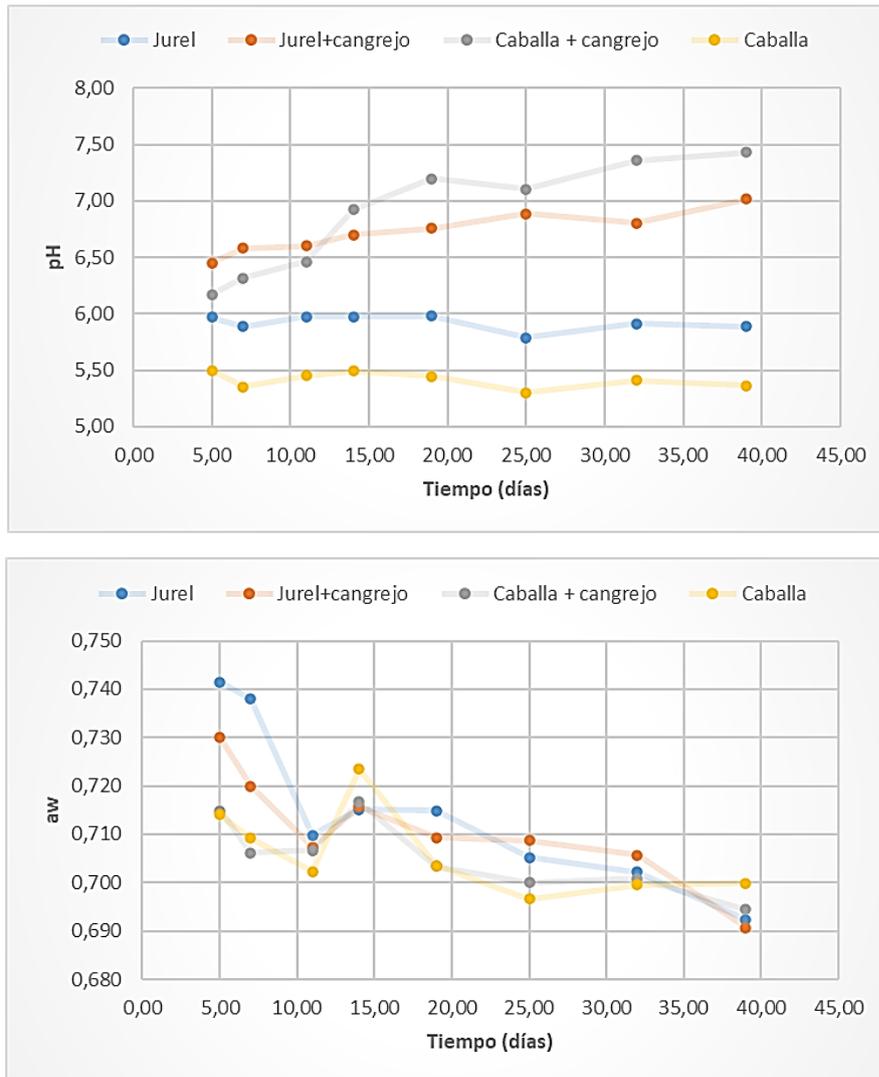


Figura 17. Evolución del pH y la a_w durante el desarrollo de la fermentación de salsas de pescado elaborada jurel, caballa y cangrejo (J: jurel; JC: jurel y cangrejo; C: caballa; CC: caballa y cangrejo)

En cuanto a la a_w , los valores iniciales fueron los correspondientes a la propia especie ya que la proporción de sal fue la misma en todos los casos. El jurel fue el que presentó una actividad de agua ligeramente más alta, aunque al final del proceso las diferencias entre las distintas salsas no fue significativa.

Las bases volátiles (BVT) oscilaron entre los 45 y 90 mg/100 g a los 5 días de comenzar el proceso alcanzando niveles de entre 79 y 130 mg/100 g al final de la fermentación (Figura 18). Los valores más altos los presentaron las salsas con aporte de cangrejo, de ahí que también el pH mostrara la misma evolución. Sin embargo, esta evolución de las bases volátiles no estuvo directamente relacionada con la producción de TMA ya que, en el caso de la caballa, con independencia de su combinación con cangrejo azul, se observó una disminución de TMA (Figura 19). Estos resultados confirman que el aumento del pH es consecuencia de la producción de bases volátiles; sin embargo, esta producción se debe a otros compuestos que se liberan durante la fermentación como son los compuestos amoniacales.

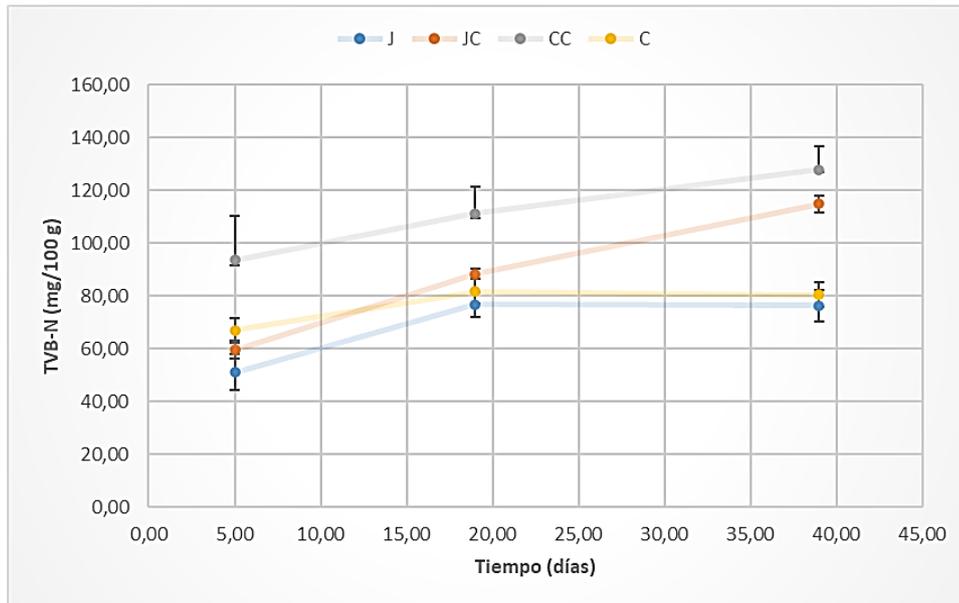


Figura 18. Evolución de las bases volátiles (BVT) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado elaboradas con juel, caballa y cangrejo (J: juel; JC: juel y cangrejo; C: caballa; CC: caballa y cangrejo)

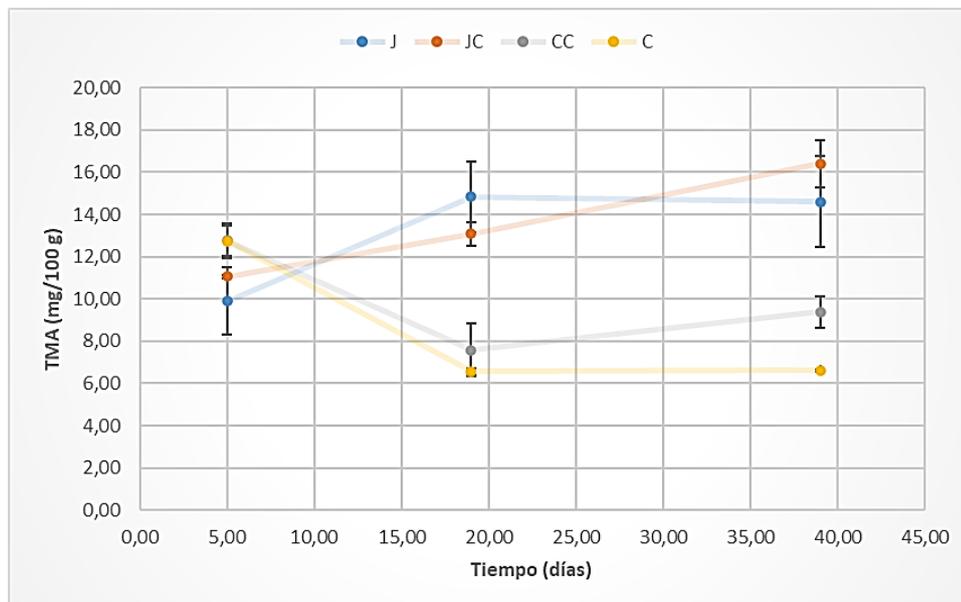


Figura 19. Evolución de la trimetilamina (TMA) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado elaboradas con juel, caballa y cangrejo (J: juel; JC: juel y cangrejo; C: caballa; CC: caballa y cangrejo)

4.1.3. Ensayos con erizo y sal baja en sodio como ingredientes

Los erizos de mar son de gran importancia como fuente de huevas, cuyo rendimiento oscila entre el 6,0% y el 20,0%, dependiendo de su estado biológico (Mottet, 1976). Las huevas de erizo de mar tienen un alto valor alimentario y biológico, y son ricas en diversas sustancias biológicamente activas [Mottet, 1976; Kalogeropoulos et al., 2012; Kostetskiy et al., 2012] que muestran efectos antioxidantes, antitumorales, antiinflamatorios, geroprotectores, antimicrobiano y otras propiedades medicinales (Matveeva et al., 2021). Las gónadas de erizo de mar tienen altos niveles de agua y proteínas y un bajo contenido de lípidos y carbohidratos y pueden considerarse un producto bajo en calorías (De la Cruz et al., 2000). Su fracción grasa se caracteriza por una cantidad significativa de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA), siendo los más representativos el ácido eicosapentaenoico (EPA), el ácido docosahexaenoico (DHA), el ácido docosapentaenoico (DPA), el ácido docosatetraenoico y el ácido docosadienoico (Angioni and Addis, 2014). El valor comercial de las gónadas está estrictamente asociado a sus propiedades organolépticas.

A pesar de las considerables reservas de erizos de mar, los productos alimenticios elaborados a partir de ellos son prácticamente inexistentes. La razón principal de esto es la reducción y el deterioro de la calidad de las huevas de erizo durante el almacenamiento. El cambio en la calidad de las huevas de erizo se debe a la alta actividad de las enzimas que se encuentran en ellas. La proteólisis de proteínas, la hidrólisis de lípidos y la oxidación de glucógeno, fosfocreatina y ATP, y la formación de pigmentos de melanoidina ocurren bajo su influencia (Kostetskiy et al., 2012; Guseva and Beslaneeva, 2010).

El empleo de erizos como ingrediente en las salsas se plantea en este proyecto como una alternativa para dar salida a esta materia prima y un valor añadido a las salsas de pescado de bajo valor comercial. De esta forma, además, las salsas no solo se enriquecerían sensorialmente sino también desde el punto de vista nutricional y de compuestos bioactivos.

Por otra parte, durante las últimas décadas, varios estudios han relacionado los niveles elevados de ingesta de cloruro de sodio (NaCl) con la hipertensión (He and MacGregor, 2003; Obarzanek et al., 2003). Este hecho ha promovido la tendencia actual a reducir la ingesta de sodio, con el fin de disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares (Matthews & Strong, 2005) y, con ello, a que los consumidores demanden cada vez más productos bajos en sal. Por su propio proceso de elaboración las salsas de pescado contienen altos niveles de sal y, concretamente de sodio, de ahí que una alternativa sea llevar a cabo el proceso con una reducción total o parcial de NaCl al sustituirla por KCl. En este sentido, Chayovan et al. (1983), elaboraron una salsa de pescado dietética de sodio y potasio y observaron que era posible producir una especie de salsa de pescado mediante la sustitución de NaCl en parte con KCl. En el presente trabajo se propuso usar una sal comercial baja en sodio (-30%) para llevar a cabo la fermentación y estudiar la influencia sobre el proceso y el producto final.

En la Figura 20 se muestran las distintas proporciones de pescado, erizo y sal, según el caso. Al igual que con el cangrejo azul, el erizo supuso aproximadamente el 25% del total de materia prima e ingredientes usados, manteniéndose la sal a proporción 4:1 (pescado/erizo:sal) en todos los casos. Para favorecer el proceso, los erizos fueron machacados antes de introducirlos en los depósitos, pero se mantuvieron las conchas para favorecer posteriormente el drenado durante la filtración.

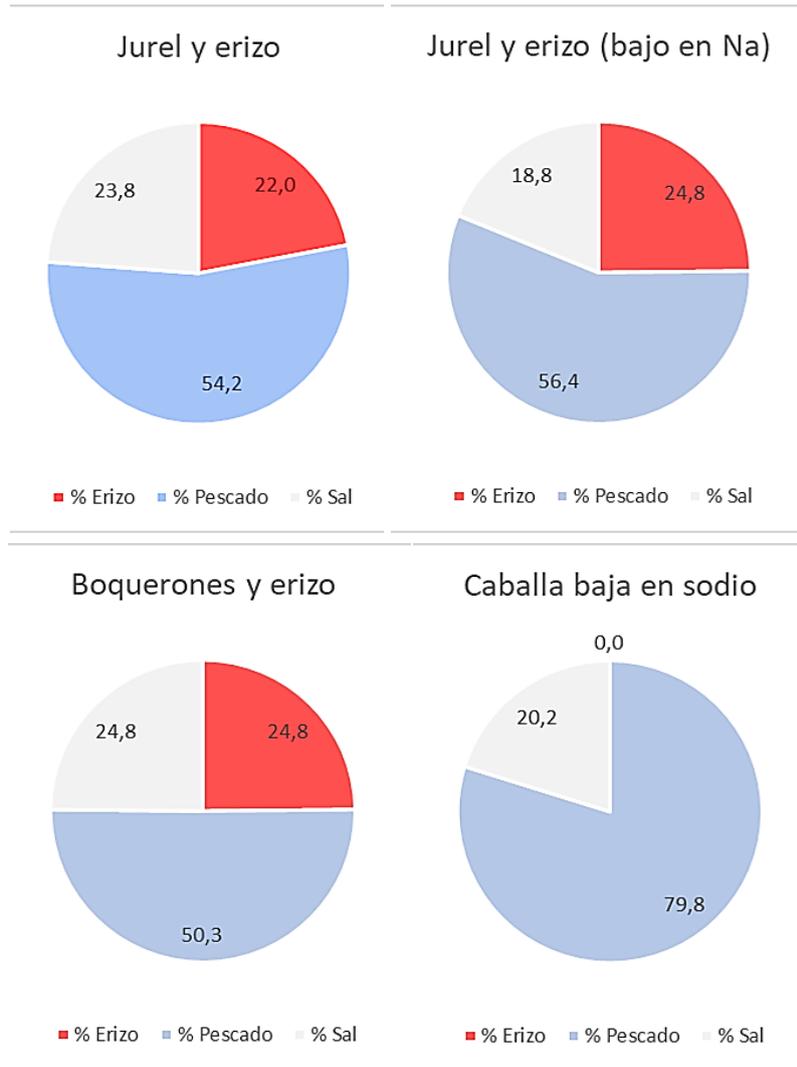


Figura 20. Proporción de pescado, sal y erizo empleada en cada elaboración con jurel, boquerones y caballa

Con respecto al desarrollo de la fermentación, en la Figura 21 se muestra, a modo de resumen, el seguimiento fotográfico de las fermentaciones realizadas con jurel y boquerones con erizos y que se pueden ver de forma más extendida en el anexo II (Figuras 7a-11a).

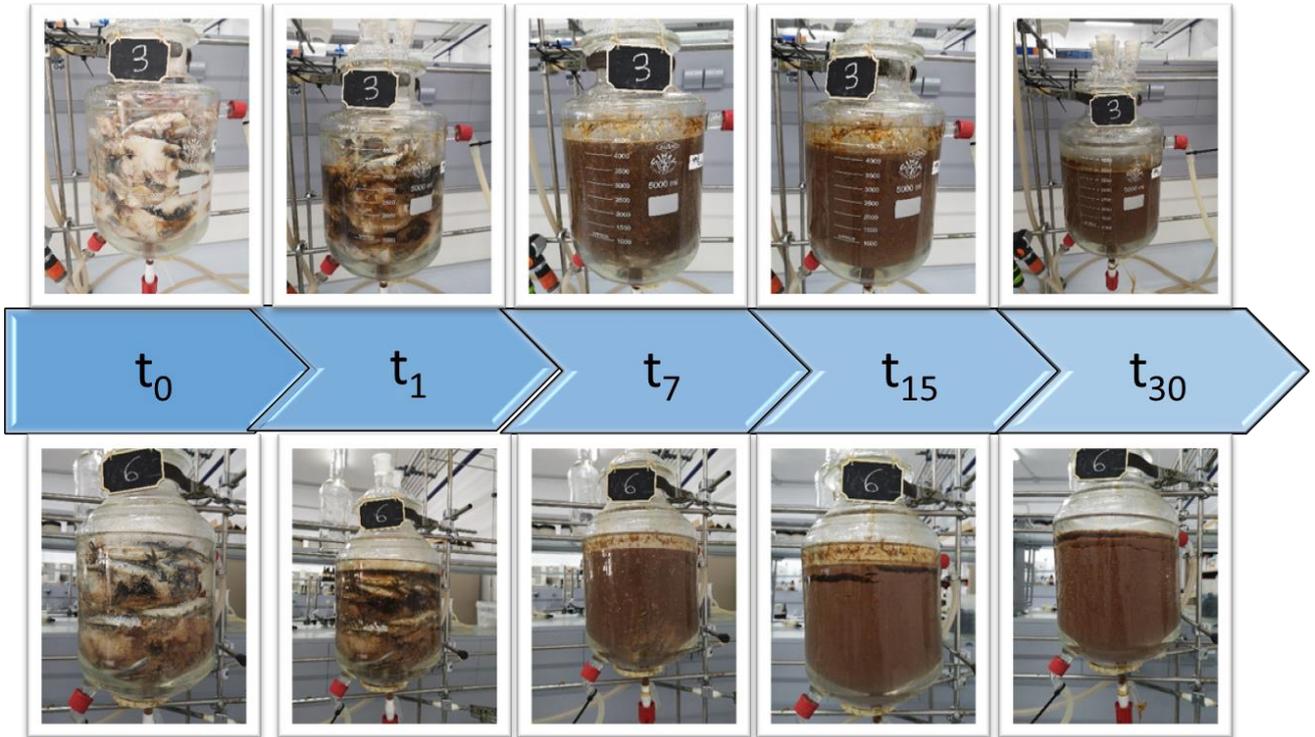


Figura 21. Seguimiento fotográfico del desarrollo de la fermentación de jurel con erizo de mar (arriba) y boquerones con erizo de mar (abajo)

Como se puede observar, al día siguiente de montar el ensayo o incluso horas después, el volumen de líquido fue considerable y la presencia de erizos aceleró el proceso además de dar mayor turbidez y un color más anaranjado a la salsa (Figura 22).

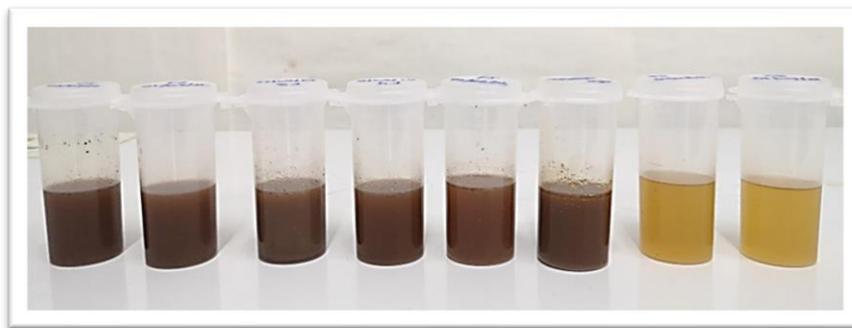


Figura 22. Color de las muestras de los ensayos con erizo a los 7 días de la fermentación (de izquierda a derecha: 1 y 2, jurel con erizo; 3 y 4, jurel con erizo bajo en sodio; 5 y 6 boquerones con erizo; 7 y 8, caballa baja en sodio)

Tras la fermentación y filtración de las salsas, el rendimiento obtenido osciló entre 11 y 16 L/ 100 kg de materia prima cuando se empleó cangrejo y supuso un 25% en el caso de la caballa con sal baja en sodio (Figura 23). Por otra parte, la presencia de sal baja en sodio supuso un ligero aumento del volumen de salsa obtenido si se compara también con el ensayo anterior. Desde el punto de vista operativo, la presencia de espículas de erizo en la salsa favoreció la filtración inicial a través de la malla e incluso a la salida del depósito. El hecho de que los rendimientos fueran más bajos al emplear erizo se debe a la menor cantidad de materia prima, ya que en estos casos sólo 50% fue pescado y del 25% de erizo, sólo un 13-15% fueron gónadas.

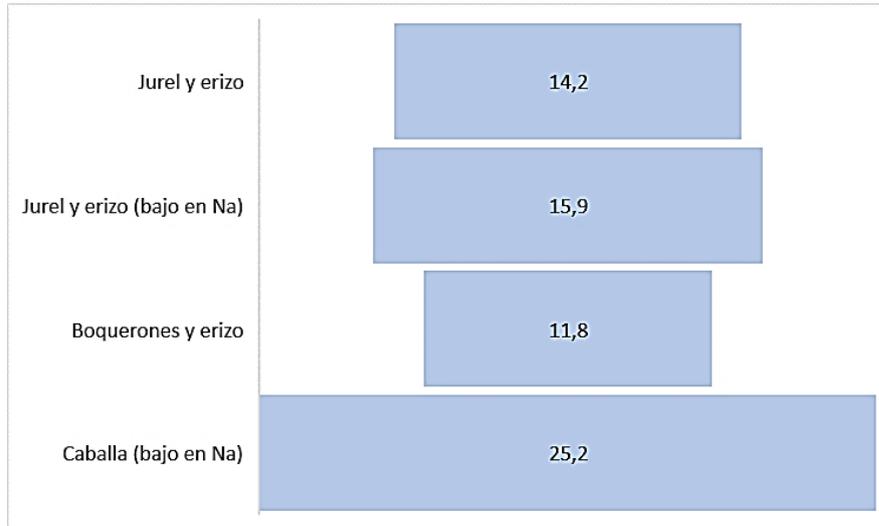


Figura 23. Rendimiento (L/100 kg) de salsas de pescado empleando jurel, boquerones y caballa como materia prima y erizo y/o sal baja en sodio como ingrediente

Atendiendo al proceso de fermentación y concretamente a los parámetros de pH y a_w (Figura 24), a tiempo inicial el pH fue dependiente de la especie y mezcla con el erizo oscilando entre 5,50 y 6,70. La presencia de sal baja en sodio aumentó considerablemente el pH como se puede observar al comparar JE y JEbs. En estos casos, el pH disminuyó durante los primeros 15 días para después prácticamente estabilizarse hasta el final de la fermentación. En los ensayos realizados con boquerones y caballa, la evolución fue diferente. Se produjo un ligero aumento probablemente a consecuencia de la liberación de bases volátiles.

En cuanto a la a_w , en todos los casos se partió con el mismo valor (0,750) a excepción de los boquerones (0,788), pero el nivel alcanzado finalmente a los 45 días del proceso fue muy similar en todos los casos, lo que permitió una buena estabilidad del producto durante la fermentación.

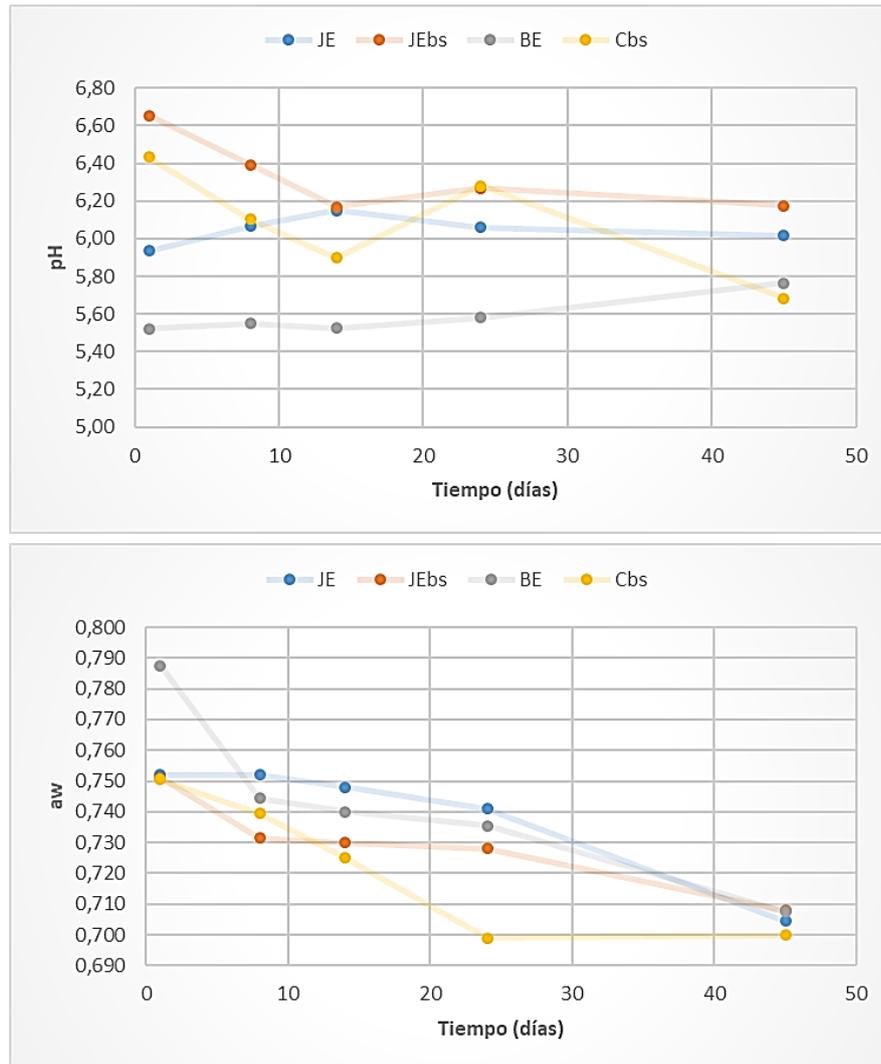


Figura 24. Evolución del pH y la aw durante el desarrollo de la fermentación de salsas de pescado elaboradas con jurel, boquerones, erizos y sal baja en sodio (JE: jurel y erizo; JEbs: jurel, erizo y sal baja en sodio; BE: boquerones y erizo; Cbs: caballa baja en sodio)

Con respecto a las bases volátiles, en la Figura 25 se muestra la evolución de éstas durante los 45 días de fermentación, no observándose diferencias significativas entre el empleo o no de erizo ni de usar sal baja en sodio. Las diferencias más claras se produjeron a partir de los 15 días de fermentación, momento en el cual las salsas elaboradas con jurel comenzaron a presentar mayores niveles de TVB hasta alcanzar un valor de 120 mg/100 g. En las salsas elaboradas con boquerones y caballa, los niveles fueron más bajos al final del proceso (80 mg/100 g). En ninguno de los casos se superaron los 200 mg/100 g permitidos en salsa de pescado procesada con sal, de acuerdo con la legislación de ciertos países (Wu et al., 2013; Rianingsih et al. 2016; Fu et al., 2008).

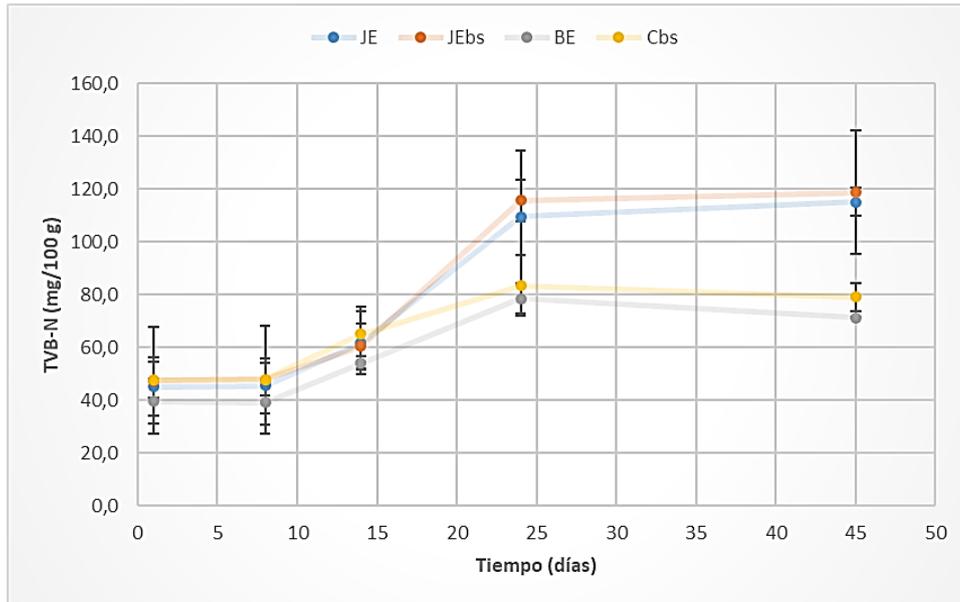


Figura 25. Evolución de las bases volátiles (BVT) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado de pescado elaboradas con jurel, boquerones, erizos y sal baja en sodio (JE: jurel y erizo; JEbs: jurel, erizo y sal baja en sodio; BE: boquerones y erizo; Cbs: caballa baja en sodio)

En cuanto a la trimetilamina (TMA), la evolución fue similar a la de las bases volátiles estando ambos parámetros directamente relacionados. La mayor liberación de TMA se produjo en las salsas elaboradas con jurel que alcanzaron entre 23 y 25 mg/100 g, por debajo de los 40 mg/100g obtenidos en otros estudios lo que mostró un buen desarrollo de la fermentación y que ni la sal baja en sodio no influyó en la liberación de TMA, así como que el aporte de erizo en este sentido fue muy bajo.

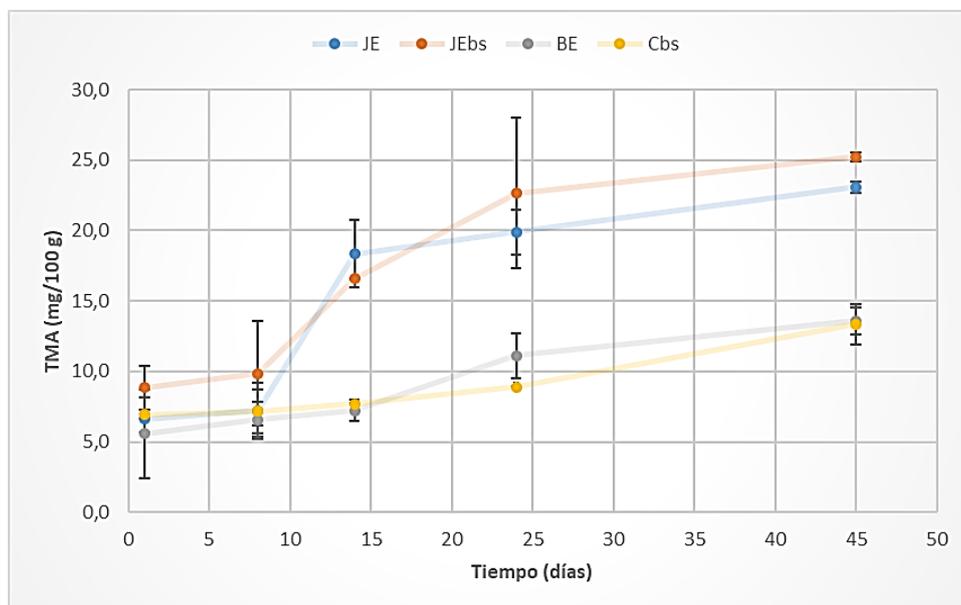


Figura 26. Evolución de la trimetilamina (TMA) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado de pescado elaboradas con jurel, boquerones, erizos y sal baja en sodio (JE: jurel y erizo; JEbs: jurel, erizo y sal baja en sodio; BE: boquerones y erizo; Cbs: caballa baja en sodio)

4.2. Caracterización del producto final

Todas las salsas elaboradas fueron sometidas a un análisis organoléptico y determinación del % en nitrógeno como parámetro de calidad. En base al análisis organoléptico se hizo la selección de los productos finales para una Jornada Divulgativa y la Jornada Final del proyecto, siendo en este caso las salsas seleccionadas las elaboradas con descarte, denominadas salsas de “Pescado”, “Pescado & Ogonori rojo” y “Pescado & Lechuga de mar”, además de las salsas de caballa y jurel & cangrejo (Figura 27). Las salsas de pescado procedentes del último ensayo, pescado con erizos y/o sal baja en sodio, no pudieron ser evaluadas sensorialmente dada la corta duración del proyecto.



Figura 27. Productos seleccionados de entre los elaborados para ECOFISH 4.0

En cuanto a las características sensoriales de las salsas de pescado, en las figuras 28 y 29 se muestran los resultados en cuanto a aroma y sabor respectivamente de dichas elaboraciones.

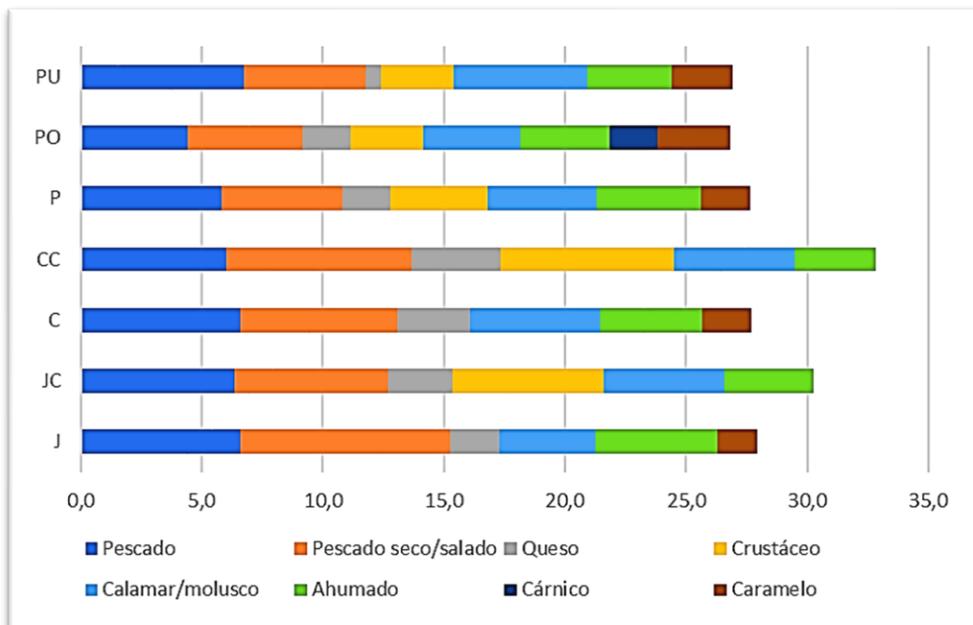


Figura 28. Características aromáticas de las salsas de pescado

Como se puede observar, las tres salsas muestras características sensoriales diferenciadoras. Mientras que en la de caballa predomina el aroma cárnico y a queso, más lácteo, en el caso de la salsa de boquerón predomina el aroma a pescado, pescado seco/salado y ahumado.

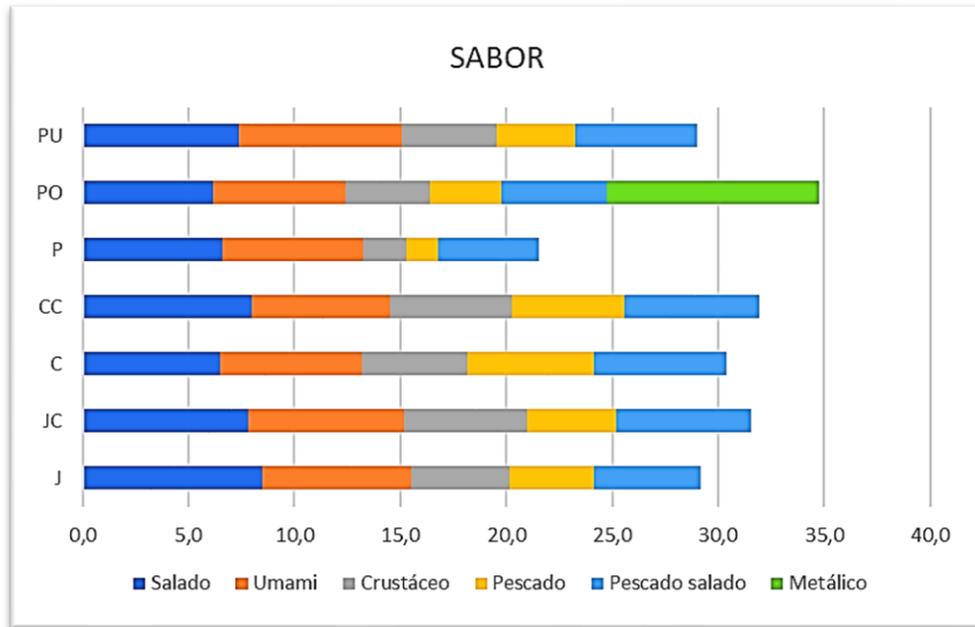


Figura 29. Características de sabor de las salsas de pescado

En cuanto al sabor, todas las salsas resultaron sabrosas y presentaron sabores a umami, crustáceo, pescado y pescado salado en mayor o menor intensidad. La salsa control de descartes (P) resultó la más suave en boca aumentando su intensidad con la incorporación de algas.

Desde el punto de vista analítico, uno de los parámetros de calidad de las salsas de pescado es el contenido en proteína, el cual en muchas ocasiones llega incluso a determinar su precio. El contenido de proteína en la salsa de pescado se mide en unidades llamadas "grados" (1 unidad de grado = 1 gramo de nitrógeno total por litro de producto). Durante la fermentación, la hidrólisis del tejido muscular conlleva a un aumento de las proteínas y liberación de gran variedad de aminoácidos. Estos aminoácidos naturales (especialmente el glutamato) son responsables del sabor umami en la salsa de pescado. Dado que la mayor parte del nitrógeno proviene de la proteína, la unidad de grado representa la concentración de proteína en la salsa. De ahí que el contenido en nitrógeno total sea uno de los factores de calidad más importantes para la salsa de pescado y que los estándares regulatorios de calidad se basen en este valor como índice objetivo utilizado para clasificar la calidad de una salsa (Hjalmarsson et al., 2007). El contenido mínimo en nitrógeno, según la FAO es de 10 g/L, aunque depende de cada país, pero los niveles en salsas comerciales pueden oscilar entre 20 y 60 N, considerándose el estándar como 30 N (30 g/L).

En la Tabla 3 se muestra el contenido en nitrógeno (%) de las salsas elaboradas. Como se puede observar, todas presentan un porcentaje en nitrógeno próximo o superior a 2, es decir, un grado en nitrógeno entre 20 y 25 N, luego está dentro de los niveles que se pueden encontrar en otras salsas de pescado comerciales. Además, según numerosos autores (Wilaipan 1990; Lopetcharat et al. 2001; Lopetcharat y Park 2002), las salsas con un contenido en nitrógeno de 1.5 % o superior se consideran de calidad alta, siendo los valores más habituales dentro de esta

categoría de entre 1.5 y 2 % (Thai Industrial Standards). Los valores superiores supondrían salsas de calidad excepcional a nivel organoléptico y nutricional.

Tabla 3. Contenido en nitrógeno de las salsas elaboradas para el proyecto ECOFISH 4.0

	Descartes			Cangrejo				Erizos			
	Control	Ogonori rojo	Lechuga de mar	Control Jurel	Jurel	Control caballa	Caballa	Jurel	Jurel Na↓	Boquerones	Caballa Na↓
% N	2,48	2,28	2,04	1,94	2,14	2,00	2,36	2,25	2,20	2,40	2,14

5. CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados obtenidos en esta actividad del proyecto ECOFISH 4.0 se puede concluir que:

- La elaboración de salsas de pescado a partir de descartes y otras especies de pescado de bajo valor comercial es viable y ofrece una gran variabilidad de productos con características organolépticas propias.
- El empleo de otros recursos marinos tales como algas e invertebrados marinos (cangrejo azul y erizos) en la elaboración de salsas enriquecen las salsas desde el punto de vista nutricional y sensorial y permite aprovechar y dar salida a estos recursos a través de su transformación.
- El empleo de sal baja en sodio (-30%) influye ligeramente en el pH inicial de las salsas de pescado y acelera el proceso en las primeras fases de la fermentación, pero no en la evolución y resultado final de la misma.
- Los parámetros pH, a_w , BVT y TMA son un buen indicador de la evolución y desarrollo de la fermentación, lo que permite utilizarlos como parámetros de control del proceso.
- Bajo las condiciones de ensayo, el tiempo de fermentación juega un papel fundamental en el desarrollo de la fermentación y liberación de nitrógeno, luego es necesario optimizar los procesos al tipo de materia prima y producto a obtener para obtener salsas de pescado de graduación en N aceptable.

6. REFERENCIAS

- Anastasio, A. et al. (2016) Inactivation of *Anisakis pegreffii* larvae in anchovies (*Engraulis encrasicolus*) by salting and quality assessment of finished product, *Food Control.*, 64, pp. 115–119. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.12.026.
- Angioni, A.; Addis, P. (2014). Characterization of the Lipid Fraction of Wild Sea Urchin from the Sardinian Sea (Western Mediterranean). *J. Food Sci.* 79, 155–162.
- Chaouti A , Belattmania A, Serrão EA, Encarnação J, Teodósio A, Reani A, Sabour B (2022) The invasive Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 expands its distributional range southward to Atlantic African shores: first records along the Atlantic coast of Morocco. *BioInvasions Records* 11(1): 227–237, <https://doi.org/10.3391/bir.2022.11.1.23>
- Chayovan, S., Rao, R.M., Liuzzo, J.A., Khan, M.A. (1983). Fatty acids and sensory acceptance of a dietary sodium-potassium fish sauce. *J Agric Food Chem.* . 1983 Jan-Feb;31(1):14-7. doi: 10.1021/jf00115a004.
- Conway, J. J.; Byrne, A. (1933). An absorption apparatus for the microdetermination of certain volatile substances.1. The microdetermination of ammonia. *Biochem J*, 27: 419-429.
- Curtis, R. (2009). Umami and the foods of classical antiquity. *Am J Clin Nutr.* 90(suppl):712S–8S. DOI: 10.3945/ajcn.2009.27462C
- De la Cruz-García, C.; López-Hernández, J.; Rodríguez-Bernal, A.I.; González-Castro, M.J.; Rodríguez-Bernaldo De Quirós, A.I.; Simal-Lozano, J. (2000). Protein, amino acid and fatty acid contents in raw and canned sea urchin (*Paracentrotus lividus*) harvested in Galicia (NW Spain). *J. Sci. Food Agric.* 80, 1189–1192.
- Faisal, M. et al. (2015) ‘Study on microbial and physical changes in fish sauce during fermentation’, *Research in Agriculture Livestock and Fisheries*, 2(2), pp. 375–383. doi: 10.3329/ralf.v2i2.25024
- Fu, XT., You, SG. and Kim, SM. (2008). Characterization of a salt-tolerant acid protease produced by *Bacillus megaterium* KLP-98 and its potential as a fermentation starter for the manufacture of fish sauce. *J Food Biochem.*, 32(3):279-298.
- Gassem, M. A. (2019) ‘Microbiological and chemical quality of a traditional salted-fermented fish (Hout-Kasef) product of Jazan Region, Saudi Arabia’, *Saudi Journal of Biological Sciences*. King Saud University, 26(1), pp. 137–140. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.04.003.
- Glamuzina, L., Conides, A., Mancinelli, G., Glamuzina, B. (2021). A comparison of traditional and locally novel fishing gear for the exploitation of the invasive Atlantic blue crab in the eastern Adriatic Sea. *J. Mar. Sci. Eng.* 9, 1019.
- Guseva, M.R.; Beslaneeva, M.B. (2010). Clinical reasoning for domestic antioxidant medication “Histochrom” application efficiency. *Ophthalmol. Bull.*, 126, 37–40.
- He, F.J., MacGregor, G.A. (2003). How far should salt intake be reduced? *Hypertension*, 42, pp. 1093-1099.
- Hjalmarsson, G. H., Park, J. W. and Kristbergsson, K. (2007) ‘Seasonal effects on the physicochemical characteristics of fish sauce made from capelin (*Mallotus villosus*)’, *Food Chemistry*, 103(2), pp. 495–504. doi: 10.1016/j.foodchem.2006.08.029.
- Jiang, J. J., Zeng, Q.X., Zhu, Z.W., Zhang, L.Y. (2007). Chemical and sensory changes associated Yu-lu fermentation process - A traditional Chinese fish sauce, *Food Chemistry*, 104(4), pp. 1629–1634. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.03.024
- Kalogeropoulos, N.; Mikellidi, A.; Nomikos, T.; Chiou, A. (2012) Screening of macro-and bioactive microconstituents of comercial finfish and sea urchin eggs. *LWT Food Sci. Technol.*, 46, 525–531.
- Koo, O. K., Lee, S. J., Chung, K. R., Jang, D. J., Yang, H. J., & Kwon, D. H. (2016). Korean traditional fermented fish products: Jeotgal. *Journal of Ethnic Foods*, 3, 107–116. doi:10.1016/j.jef.2016.06.004

- Kostetskiy, E.Y.; Velanskiy, P.V.; Sanina, N.M. (2012). Sites phospholipids of echinoderms and tunicates from the Peter the Great Bay (The Sea of Japan). *Russ. J. Mar. Biol.*, 38, 65–71.
- Lapsongphon, N., Yongsawatdigul, J., Cadwallader, K.R. (2015). Identification and characterization of the aroma-impact components of Thai fish sauce. *J. Agric. Food Chem.* 63, 2628–2638.
- Lin, C., Liu, F., Lee, Y., Hwang, C., Tsai, Y. (2012) 'Histamine contents of salted seafood products in Taiwan and isolation of halotolerant histamine-forming bacteria', *Food Chemistry.*, 131(2), pp. 574–579. doi: 10.1016/j.foodchem.2011.09.027.
- Liu, J., Li, D., Hu, Y., Wang, C. (2015) 'Effect of a halophilic aromatic yeast together with *Aspergillus oryzae* in koji making on the volatile compounds and quality of soy sauce moromi', *International Journal of Food Science and Technology*, 50(6), pp. 1352–1358. doi: 10.1111/ijfs.12789.
- Lopetcharat, K., Choi, Y., Park, J., Daeschel, M. (2001) 'Fish sauce products and manufacturing – A review', *Food Reviews International*, 17(1), pp. 65–88. doi: 10.1081/FRI-100000515
- López, V., and J. Rodon. (2018). Diagnosi i situació actual del cranc blau (*Callinectes sapidus*) al delta de l'Ebre, 1–86. Generalitat de Catalunya: Direcció General de Pesca i Afers Marítims
- Malpica-Cruz, L., Fulton, S., Quintana, A., et al. (2021). Trying to collapse a population for conservation: commercial trade of a marine invasive species by artisanal fishers. *Rev. Fish Biol. Fish.* 31, 667–683.
- Mancinelli, G., Chainho, P., Cilenti, L., Falco, S., Kapiris, K., Katselis, G., Ribeiro, F. (2017). The Atlantic blue crab *Callinectes sapidus* in southern european coastal waters: distribution, impact and prospective invasion management strategies. *Mar. Pollut. Bull.* 119, 5–11.
- Matthews, K., Strong, S. (2005). Salt-its role in meat products and the industry's action plan to reduce it British Nutrition Foundation *Nutrition Bulletin*, 30, pp. 55-61.
- Matveeva, V.A.; Shulgina, L.V.; Prikhodko, Y.V.; Shulgin, Y.P.; Madej, K.; Piekoszewski, W. (2021). Nutritional Value of Sea Urchin Roe (*Strongylocentrotidae*)—Study of Composition and Storage Conditions. *Separations*, 8, 174. <https://doi.org/10.3390/separations8100174>
- Mottet, M.G. The Fishery Biology of Sea Urchin in the Family *Strongylocentrotidae*; Technical Report 20; Washington Department of fisheries: Seattle, WA, USA, 1976.
- Mouritsen, O. G. et al. (2017). Flavour of fermented fish, insect, game, and pea sauces: Garum revisited. *International Journal of Gastronomy and Food Science*. Elsevier B.V., 9(January), pp. 16–28. doi: 10.1016/j.ijgfs.2017.05.002
- Nakano, M., Sagane, Y., Koizumi, R., Nakazawa, Y., Yamazaki, M., Watanabe, T., Takano, K., Sato, H. (2017). Data on the chemical properties of commercial fish sauce products. Data in Brief. Elsevier Inc., 15, pp. 658–664. doi: 10.1016/j.dib.2017.10.022
- Oficialdegui, F.J., Delibes-Mateos, M., Franch, N., Altamirano, M., Clavero, M. (2021). Prohibir o no prohibir, ¿no hay más opciones Para legislar sobre invasiones biológicas? (To ban or not to ban, is it the only option to regulate biological invasions?). *Ecosistemas* 30, 2272.
- Obarzanek, E., Proscham, M.A., Vollmer, W.M., Moore, T.J., Sacks, F.M., Appel, L.J. et al. (2003) Individual blood pressure responses to changes in salt intake: Results from the DASH-sodium trial *Hypertension*, 42, pp. 459-467
- Özogul, Y., Kuley, E., Ozogul, F. (2009). Quality Changes of Marinated Tench (*Tinca tinca*) during Refrigerated Storage. *Food Science and Technology International* 15(5):513-521. doi: 10.1177/1082013209350541.
- Pacquit, A., Lau, K.T., McLaughlin, H., Frisby, J., Quilty, B., Diamond, D. (2006). Development of a volatile amine sensor for the monitoring of fish spoilage. *Talanta* 69, 515–520. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2005.10.046>

- Qin, Y. (2018). Seaweed Hydrocolloids as Thickening, Gelling, and Emulsifying Agents in Functional Food Products. *Bioactive Seaweeds for Food Applications*. Natural Ingredients for Healthy Diets. Academic Press. pp 135-152. doi: 10.1016/B978-0-12-813312-5.00007-8
- Quoc, DL and Hoang, DN. (2021). Enhancement of fish sauce quality by application of nanofiltration. *LWT-Food Sci Technol* 151: 112– 181
- Rianingsih, L., Ibrahim, R. and Anggo, AD. (2016). Effect of different concentration salt and trypsin on the physicochemical properties of fish sauce made from sea catfish (arius sp.) viscera. *Journal Teknologi*. 2:99-104.
- Ritthiruangdej, P. and Suwonsichon, T. (2006). Sensory properties of Thai fish sauces and their categorization. *Kasetsart Journal - Natural Science*, 40(SUPPL.), pp. 181–191.
- Rodríguez A. (2015). Conservación y comercialización de salmón coho (*Oncorhynchus kisutch*): efecto sobre la calidad y el valor agregado. Tesis doctoral. DIGITAL.CSIC <https://digital.csic.es/handle/10261/129595>
- Russo, T., D’Andrea, L., Franceschini, S., Accadia, P., Cucco, A., Garofalo, G., Gristina, M., Parisi, A., Quattrocchi, G., Sabatella, R., Sinerchia, M., Canu, D., Cataudella, S., Fiorentino, F. (2019). Simulating the effects of alternative management measures of trawl fisheries in the central Mediterranean sea: application of a multi-species bio-economic modeling approach. *Frontiers in Marine Science* 6: 1– 23.
- Toyokawa, Y., Takahara, H., Reungsang, A., Fukuta, M., Hachimine, Y., Tachibana, S., Yasuda, M. (2010). Purification and characterization of a halotolerant serine proteinase from thermotolerant *Bacillus licheniformis* RKK-04 isolated from Thai fish sauce. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 86(6), pp. 1867–1875. doi: 10.1007/s00253-009-2434-5.
- Vasconcelos, P., A.N. Carvalho, D. Piló, F. Pereira, J. Encarnação, M.B. Gaspar, and M.A. Teodósio. (2019). Recent and consecutive records of the Atlantic blue crab (*Callinectes sapidus* Rathbun, 1896): rapid westward expansion and confirmed establishment along the Southern Coast of Portugal. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences* 35 (2): 485–494.
- Wichaphon, J. and Thongthai, C. (2012). Volatile aroma components of Thai fish sauce in relation to product categorization. (December 2011), pp. 149–156. doi: 10.1002/ffj.2095
- Yimdee T and Wang X-C. (2016). Comparison of odor and taste of commercial brand fish sauces from east and south east Asian countries. *Int J Food Prop* 19:873–896.
- Wu, R., Zhao, L., Yuan, M., Su, W., Han, J. and Xu, D. (2013). Changes in extractive components during spontaneous fermentation of fish sauce using eel intestines. *Advanced Materials Research* 781-784:1625-1629 doi:10.4028/www.scientific.net/AMR.781-784.1625.
- Zenetos, A., M.E. Çinar, M.A. Pancucci-Papadopoulou, J.G. Harmelin, G. Furnari, F. Andaloro, N. Bellou, N. Streftaris, and H. Zibrowius. (2005). Annotated list of marine alien species in the Mediterranean with records of the worst invasive species. *Mediterranean Marine Science* 6 (2): 63–118. <https://doi.org/10.12681/mms.186>.
- Zenetos, A., M. Corsini-Foka, F. Crocetta, V. Gerovasileiou, P.K. Karachle, N. Simboura, K. Tsiamis, and M.A. Pancucci-Papadopoulou. (2018). Deep cleaning of alien and cryptogenic species records in the Greek Seas (2018 update). *Management of Biological Invasions* 9 (3): 209–226. <https://doi.org/10.3391/mbi.2018.9.3.04>.

7. Anexo I. Ficha de catas empleada para la evaluación sensorial de los productos elaborados para ECOFISH 4.0

FICHA DE CATA SALSAS ECOFISH 4.0

FECHA: _____

NOMBRE: _____ PRODUCTO: _____

AROMA											
Pescado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pescado seco/salado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Queso	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Crustáceo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Calamar/molusco	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ahumado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cárnico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Caramelo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SABOR											
Salado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Umami	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Crustáceo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pescado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pescado salado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Metálico	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

ESCALA HEDÓNICA

1. Disgusta muchísimo	2. Disgusta mucho	3. Disgusta moderadamente	4. Disgusta ligeramente	5. Ni me gusta ni me disgusta	6. Gusta ligeramente	7. Gusta moderadamente	8. Gusta mucho	9. Gusta muchísimo
-----------------------	-------------------	---------------------------	-------------------------	-------------------------------	----------------------	------------------------	----------------	--------------------

OBSERVACIONES

8. Anexo II. Seguimiento fotográfico del desarrollo de las fermentaciones para la elaboración de salsas de pescado a partir de descartes, caballa, boquerones, jurel y otros ingredientes

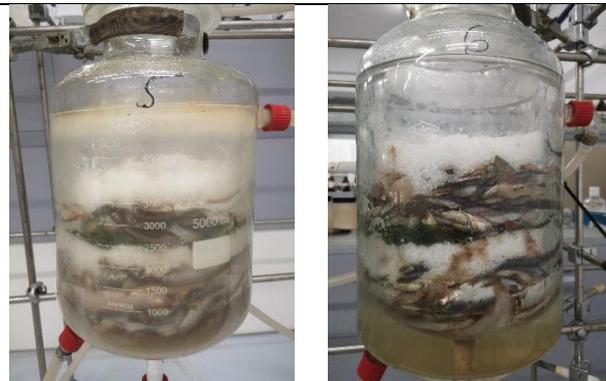
	DESCARTES
	DESCARTES Y OGORORI ROJO
	DESCARTES Y LECHUGA DE MAR
	DESCARTES

Figura 1a. Pescado de descartes (PESCADO), control y con algas a t_0

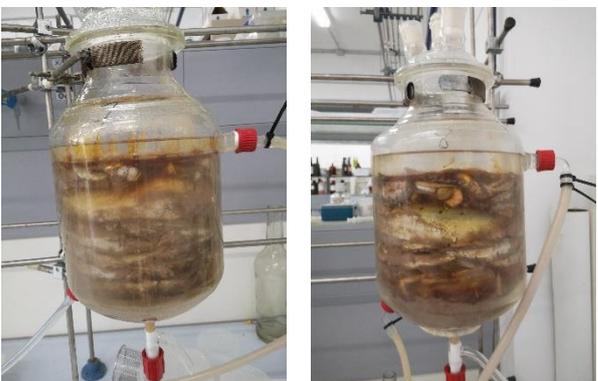
	DESCARTES
	DESCARTES Y OGORORI ROJO
	DESCARTES Y LECHUGA DE MAR
	DESCARTES

Figura 2a. Pescado de descartes (PESCADO), control y con algas antes de la agitación a t_7

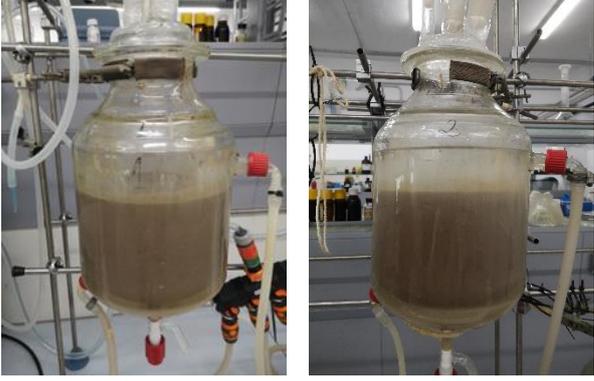
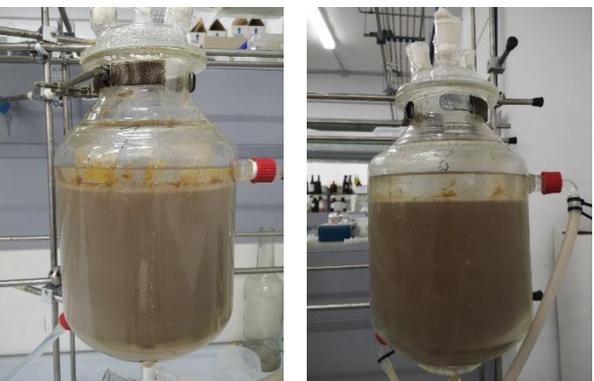
		<p>DESCARTES</p>
		<p>DESCARTES Y OGORORI ROJO</p>
		<p>DESCARTES Y LECHUGA DE MAR</p>
		<p>DESCARTES</p>

Figura 3a. Pescado de descartes (PESCADO), control y con algas tras la agitación a t_7

	DESCARTES
	DESCARTES Y OGORORI ROJO
	DESCARTES Y LECHUGA DE MAR
	DESCARTES

Figura 4a. Pescado de descartes (PESCADO), control y con algas **durante la filtración** a t_{final}

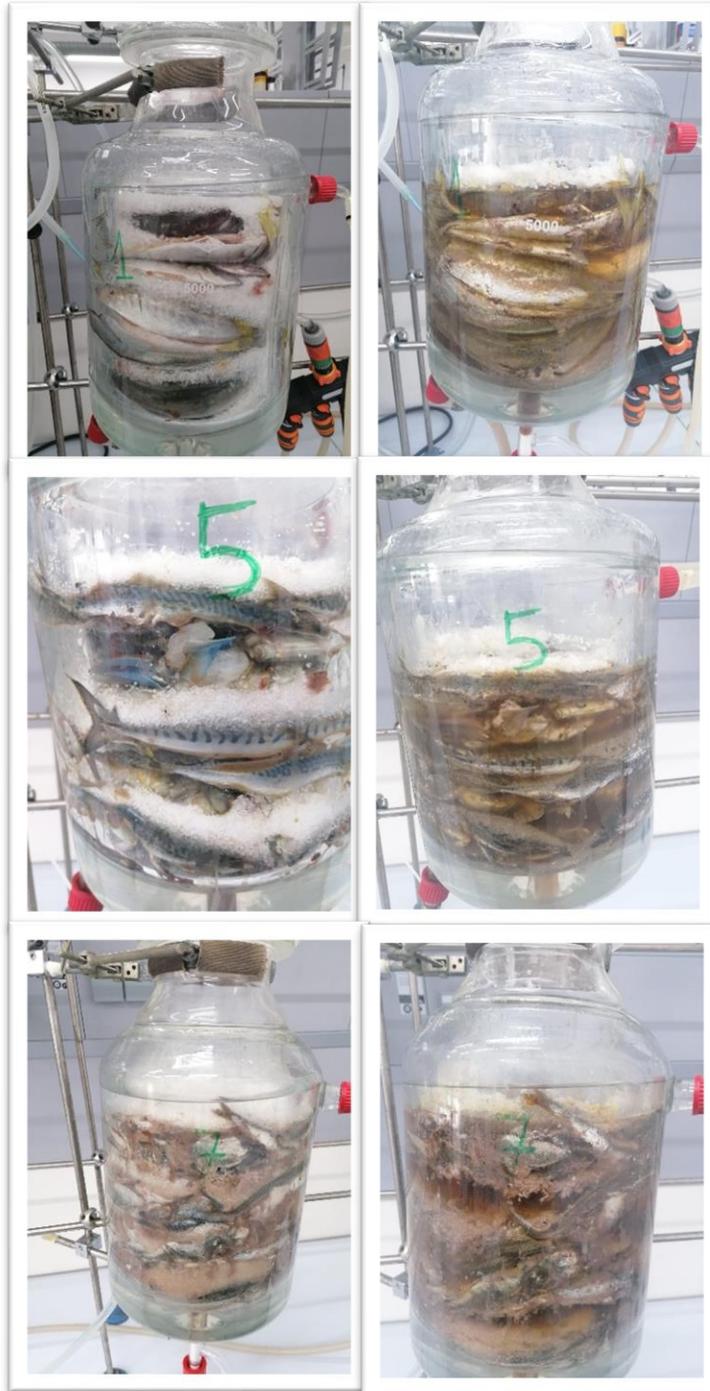


Figura 5a. Desarrollo de salsas de jurel y caballa empleando cangrejo como ingrediente: 1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y cangrejo; 5 y 6 caballa y cangrejo; 7 y 8 caballa) a distintos tiempos del proceso antes de la agitación

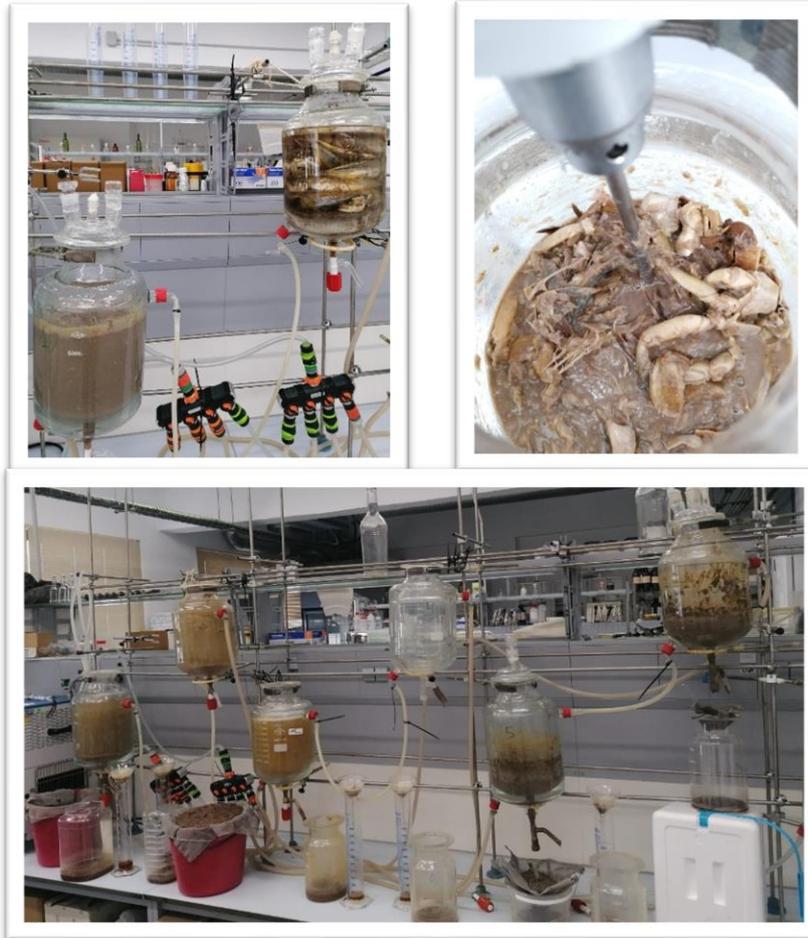


Figura 6a. Diferentes etapas de la elaboración de salsas de jurel y caballa empleando cangrejo como ingrediente: 1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y cangrejo; 5 y 6 caballa y cangrejo; 7 y 8 caballa)

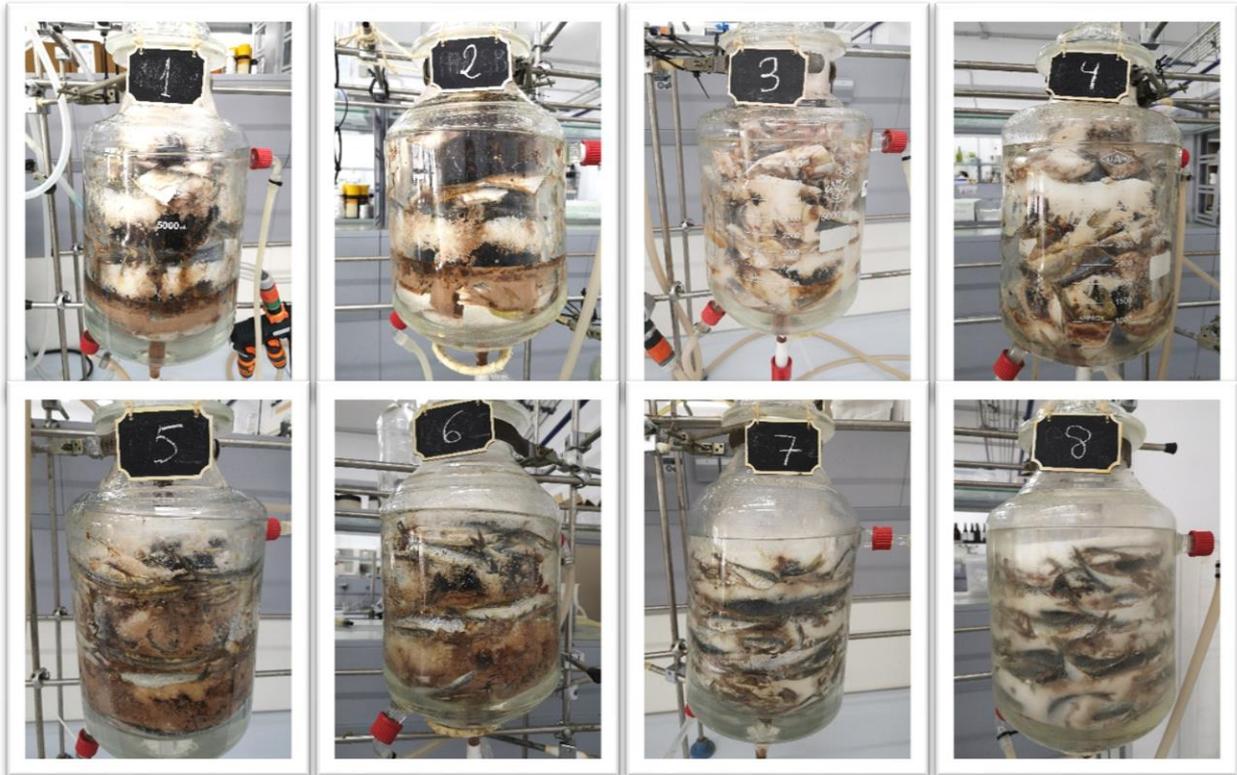


Figura 7a. Desarrollo de salsas de jurel, caballa y boquerones empleando erizo como ingrediente (1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y sal baja en sodio; 5 y 6 boquerones; 7 y 8 caballa) a to

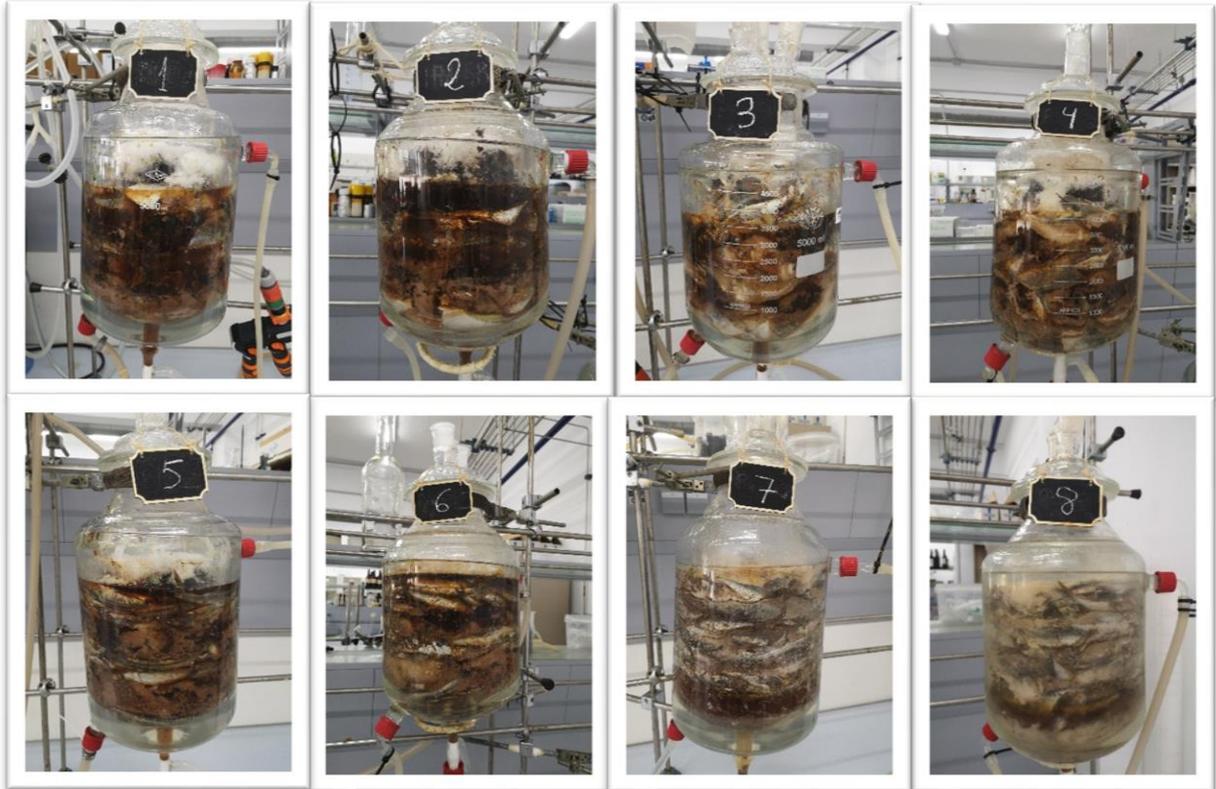


Figura 8a. Desarrollo de salsas de jurel, caballa y boquerones empleando erizo como ingrediente (1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y sal baja en sodio; 5 y 6 boquerones; 7 y 8 caballa) a t_1



Figura 9a. Desarrollo de salsas de jurel, caballa y boquerones empleando erizo como ingrediente (1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y sal baja en sodio; 5 y 6 boquerones; 7 y 8 caballa) a t₇



Figura 10a. Desarrollo de salsas de jurel, caballa y boquerones empleando erizo como ingrediente (1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y sal baja en sodio; 5 y 6 boquerones; 7 y 8 caballa) a t_{15}



Figura 11a. Desarrollo de salsas de jurel, caballa y boquerones empleando erizo como ingrediente (1 y 2 jurel; 3 y 4 jurel y sal baja en sodio; 5 y 6 boquerones; 7 y 8 caballa) a t_{30}



ECOfish

**Avanzando hacia una gestión integral de los residuos y
descartes procedentes de pesquerías sostenibles
en la ZEPA del Golfo de Cádiz**

INFORME

**A.4.2. DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A
PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LOS DESCARTES PESQUEROS
CON DISTINTOS INGREDIENTES Y PROPORCIONES**