ECOFISH +

Consolidando la pesquería sostenible en el Golfo de Cádiz

INFORME

A.3.2. DESARROLLO DE IDEAS PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA PESCA

Programa Pleamar
EDICIÓN CA2021

ECOFISH +
Consolidando la pesquería sostenible en el Golfo de Cádiz

INFORME

A.3.2. DESARROLLO DE IDEAS PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA PESCA

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".

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 1
2. INTRODUCCIÓN 2
2.1. El proyecto ECOFISH 2
2.2. ACTIVIDAD A.4.2. DESARROLLO DE IDEAS PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA PESCA 3
3. MATERIAL Y MÉTODO 5
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 9
5. CONCLUSIONES 14
6. REFERENCIAS 15

1. RESUMEN

A través del proyecto ECOFISH + 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 la economía circular y una pequería 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, patés y saborizantes, atendiendo al desarrollo y resultados obtenidos en el proyecto NOVELFISH.

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. El protocolo seguido en la elaboración de productos fue el mismo que el empleado en el proyecto NOVELFISH adaptado a la tipología de muestras a emplear. En el caso de las salsas de pescado, se llevaron a cabo fermentaciones a temperatura controlada (40-50ºC) durante un periodo de 20-25 días realizando una agitación periódica a partir de la primera semana para favorecer el proceso de hidrólisis y liberación de proteínas y aminoácidos. Como parámetros de control de la fermentación se realizaron medidas de bases volátiles totales (BVT) y trimetilamina (TMA) además de un seguimiento visual y fotográfico. Una vez obtenidas las salsas, se realizó una caracterización sensorial y determinación del grado N como parámetro de calidad.

Los resultados mostraron que es posible la elaboración de este tipo de productos a partir de descartes con independencia del tipo de arte siempre y cuando se realice una buena manipulación de las capturas, limpieza, clasificación y conservación que garantice un buen estado de frescura y calidad del pescado. El pescado que mejores condiciones mostró durante la ejecución del proyecto fue el obtenido de la pesca de cerco, capturado y procesado en la misma jornada. A partir de éste se obtuvieron tres tipos de salsas: caballa, boquerones y mezcal de ambas especies (50%), así como un paté a partir del subproducto de la fermentación de cada especie y saborizantes.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. El proyecto ECOFISH

El estado de conservación y protección del medio marino y en particular del Golfo de Cádiz hizo plantearnos diferentes objetivos a abordar en el Proyecto ECOFISH (estrategias ECO-innovadoras para una pesquería sostenible en la ZEPA del Golfo de Cádiz). Este proyecto se inició en 2019, 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), junto a un equipo de científicos de la Universidad de Cádiz y las Cofradía de Pescadores y su Federación Provincial.

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. Contemplando, para ello, 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
- Desarrollar un programa piloto para la gestión ambiental de basuras marinas.

En 2019 se llevó a cabo el proyecto ECOFISH 2, cuyos objetivos principales trataban de ampliar las experiencias a más puertos en el Golfo de Cádiz.
En esta tercera edición, el objetivo principal de ECOFISH + es ampliar las medidas ambientales en el Golfo de Cádiz 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. De esta manera, ECOFISH +, trata 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. Gracias a la implicación del sector pesquero y el apoyo de entidades conservacionistas y tecnológicas busca soluciones para transformar y valorizar el descarte producido en diferentes artes de pesca en un producto útil con un destino final (productos alimentarios, piensos para acuicultura). Además, ECOFISH PLUS trabajará fomentando el emprendimiento y la economía circular generando oportunidades de para el aprovechamiento de los residuos marinos fruto de la actividad pesquera.

Los objetivos específicos del proyecto

1. Consolidar la implicación de las flotas del Golfo de Cádiz y el Estrecho de Gibraltar en el desarrollo de una pesquería sostenible en el área de estudio.

2. Implicar al sector del Golfo de Cádiz en el seguimiento de las interacciones entre las actividades pesqueras y la biodiversidad.

3. Implicar al sector pesquero del Golfo de Cádiz en la evaluación y gestión sostenible de basuras marinas desde los principios de la economía circular, promoviendo la reutilización y la valorización de residuos de la pesca.

4. Informar y sensibilizar al sector pesquero y la sociedad general de la necesidad del desarrollo de medidas que mejoren el estado ambiental de la ZEPA del Golfo de Cádiz.

En cuanto al **tercer objetivo específico**, a través de la actividad A.4.2. (DESARROLLO DE IDEAS PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA PESCA), se ha promovido la reutilización y valoración de residuos de la pesca

transformándolos en productos de mayor valor añadido tales como salsas de pescado, patés y saborizantes generando residuo cero. Como base para el desarrollo de esta actividad se partió del aprendizaje adquirido durante la ejecución del proyecto NOVELFISH, llevado a cabo en 2019 con la colaboración Fundación Biodiversidad (Ministerio para la Transición Ecológica), a través del Programa Pleamar, cofinanciado por el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP). A través de dicho proyecto se desarrollaron productos innovadores a partir de capturas no deseadas ofreciendo al sector pesquero, y a las industrias transformadoras de pescado, una nueva línea de mercado de productos novedosos, nutritivos y de gran potencial sensorial, además de dar salida a especies objeto de descarte y de baja talla que tienen obligación de desembarque, con la consecuente problemática que esto genera actualmente en los puertos. A partir de estas capturas se elaboraron salsas de pescado y se aprovecharon los subproductos de dicha elaboración, para desarrollar distintas formulaciones de patés y saborizantes a través de un proceso de generación de residuo cero. Todos los productos elaborados se sometieron a un análisis organoléptico y de calidad para consumo, así como a un estudio de viabilidad técnico-económica para determinar su viabilidad comercial. En total, durante la ejecución de NOVELFISH, se elaboraron más de 20 productos, con características sensoriales propias de las especies, mezclas e ingredientes empleados, entre los cuales se realizó una selección para su degustación en un taller demostrativo (DEMOLAB) en el que, además, se presentaron los resultados del proyecto en una actuación de integración de resultados y transferencia a empresas.

2.2. ACTIVIDAD A.3.2. DESARROLLO DE IDEAS PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS COMERCIALIZABLES A PARTIR DE RESIDUOS PROVENIENTES DE LA PESCA

El presente informe recoge los resultados de la actividad A.4.2. del marco lógico del proyecto Ecofish+, que consiste en el desarrollo de ideas para la obtención de productos comercializables a partir de residuos provenientes de la pesca. Concretamente, las ideas surgen a partir de los resultados obtenidos en proyectos anteriores tales 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 salsas de pescado, emulsiones tipo patés y saborizantes.

La salsa de pescado es un condimento gastronómico tradicional en muchos países del sur de Asia y apreciado en todo el mundo por su sabor característico. De hecho, en los últimos años, existe un interés creciente de la población europea y estadounidense por este tipo de productos y su consumo. Para la elaboración de estas salsas se emplean gran variedad de materias primas siendo las más habituales las pequeñas especies pelágicas, como las anchoas y las sardinas (bakasang, yulu, shottsuru, nouc man, nam pla, aekjeot, budu). Sin embargo, en otras elaboraciones se emplean especies de pescado de mayor tamaño, como el bonito y el salmón (shiokara) y el capelán (ishiru), así como otras especies marinas tales como el erizo de mar, el calamar, el pepino de mar, los mariscos, las sepias e incluso subproductos de pescado (shiokara, jeotgal ishiru). Las condiciones del proceso de fermentación (proporción sal y pescado, temperatura, adición o no de startes, etc) varían en función de la tipología de salsa y sus características finales del producto a obtener, abriendo 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 y abriría una nueva línea de mercado de productos de alto valor añadido.

Una vez ejecutado el proyecto, se pudo concluir que las capturas no deseadas presentan una alta variabilidad a lo largo del año a consecuencia de la estacionalidad, más acusada en el Atlántico que en el Mediterráneo; que a pesar de la variabilidad de especies en cada zona, el jurel, la pintarroja y el

boquerón se encuentran están entre las 5-6 primeras especies de capturas no deseadas en ambas áreas de pesca; que la variabilidad de especies de cada zona y su estacionalidad determinan la elaboración de productos diferenciándose incluso por origen y época del año; y que las materias primas empleadas para la elaboración de salsas, emulsiones y saborizantes presentaron gran riqueza nutricional en proteínas y minerales y condiciones higiénico-sanitarias adecuadas para consumo humano. En consonancia con la economía circular, todos los productos fueron elaborados a través de un proceso basado en el aprovechamiento y generación de residuo cero tal y como se muestra en la Figura 1.

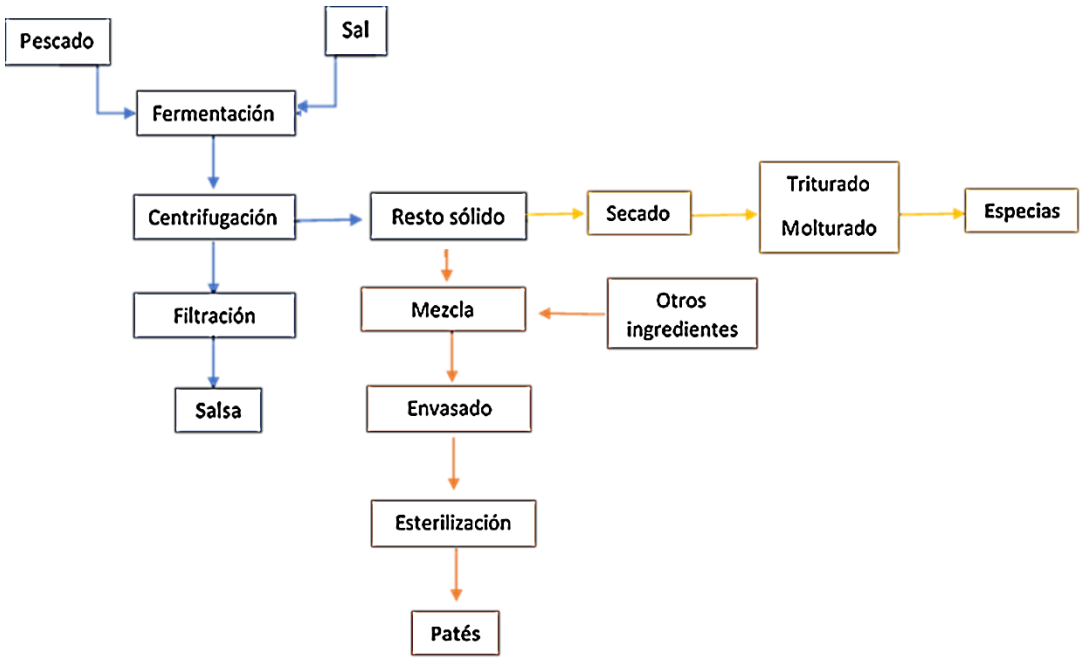

Figura 1. Esquema del diagrama de flujo de elaboración de los productos desarrollados en el proyecto NOVELFISH

Durante el desarrollo del proyecto se emplearon materias primas de diferentes capturas y origen: morralla del atlántico, morralla del mediterráneo, gallineta, rubio y jurel de dos zonas; y el empleo de otros ingredientes como las algas en polvo frescas; e incluso el empleo de starters, finalmente se elaboraron 14 tipos de salsas de pescado. A partir de los subproductos de éstas y aunque posteriormente se realizó una selección, se elaboraron más de 14 emulsiones tipo paté tras varias formulaciones y se obtuvo el mismo número de saborizantes. Luego, la elaboración de productos de valor añadido a partir de las capturas no deseadas empleadas en el proyecto NOVELFISH, conllevó a un total de más de 40 productos entre salsas, patés y saborizantes en un proceso optimizado para la generación de RESIDUO CERO. Sin embargo, todas las materias primas empleadas en la elaboración de productos fueron adquiridas a través de su compra a empresas distribuidoras, puesto que todos los intentos de adquirir descartes o capturas accesorias directamente de las lonjas fueron en vano. Gracias a la participación de observadores pesqueros del Instituto Español de Oceanografía de Cádiz, se consiguió materia prima del Golfo de Cádiz en varias ocasiones para realizar pruebas piloto de desarrollo de productos y seguimiento y control del proceso. En dichos muestreos se pudo observar que era de gran importancia el grado de frescura de la materia prima la cual dependía en gran medida de la manipulación y método de conservación empleado en el buque pesquero.

En el proyecto ECOFISH+, y con la colaboración de la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda, se planteó llevar 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 para evaluar 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 la elaboración de productos de interés.

3. MATERIAL Y MÉTODO

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 muestreos a lo largo de los meses de junio a noviembre de 2021. En total fueron 5 los muestreos de pescado realizados para la elaboración de productos de alto valor añadido. Concretamente, 3 muestreos procedentes de arrastre y 2 muestreos de cerco. En el primer caso, la materia prima procedente de arrastre estuvo compuesta por especies varias, principalmente elasmobranquios y crustáceos, mientras que en el caso de la pesca de cerco los ensayos se llevaron a cabo con boquerones y caballa. En la Tabla 1 se recogen las características de las materias primas empleadas en cada ensayo, el tipo de arte empleado en su captura, momento de la captura, método de conservación y grado de frescura determinado visualmente.

Tabla 1. Características de los muestreos realizados

	Arrastre	**Cerco**
Especies	Varias, principalmente elasmobranquios y crustáceos	Caballa/Boquerones
Momento de captura	Día anterior al procesado	Por la mañana, el día del procesado
Almacenamiento y transporte	Cajas de corcho o nevera de playa cubierto de hielo y en refrigeración o congelación	Cajas de corcho o nevera de playa cubierto de hielo
Grado de frescura	Variable	Excelente

Entre las especies capturadas durante el arrastre, destacaron, en el primer muestreo: *Galeus melastomus, Coelorinchus caelorhincus, Malacocephalus laevis, Lepidopus caudatus, Etmopterus sp, Plesionika martia, Polymetme corythaeola, Illex coindetii, Nephrops norvegicus, Gracilechinus acutus, Helicolenys dactylopterus, Hoplostetus mediterraneus, Raja sp, Eledone moschata*. Se capturaron el día anterior al procesado y se conservaron en cajas de corcho y cámara de refrigeración hasta el día siguiente. Su grado de frescura fue aceptable y se detectó una buena manipulación de la materia prima desde su captura (Figura 2).

Figura 2. Materia prima procedente del primer muestreo de arrastre

En el segundo muestreo destacaron sobre todo los crustáceos, se conservaron en nevera de playa y refrigeración, pero el grado de frescura no fue aceptable. En la Figura 3 se puede observar cómo la materia prima no mostraba un buen aspecto y, además, el olor resultó pútrido y amoniacal lo cual indicaba que no se había realizado una manipulación adecuada de la captura como se puede observar por el grado de deterioro y la presencia de restos varios incluido basuras entre las piezas (Figura 4).

Figura 3. Materia prima procedente del segundo muestreo de arrastre

Figura 4. Restos de fondo marino y basuras encontrados entre las piezas de pescado del segundo muestreo de arrastre

Dado lo observado en los muestreos anteriores, se tomaron las medidas necesarias para cuidar la toma de muestra en el tercer muestreo. Además de una buena manipulación, limpieza y clasificación de la captura se decidió congelar la muestra hasta su empleo, mostrando ésta un buen estado de conservación (Figura 5). En este caso, la materia prima estuvo compuesta principalmente por pequeños pelágicos, boquerones y pez cinta.

Figura 5. Materia prima procedente del tercer muestreo de arrastre almacenado en congelación

Para el caso de las capturas de cerco, en ambos muestreos las capturas presentaron un estado de frecura excelente llegando incluso a mostrar, en el caso de la caballa, síntomas de rigor mortis (Figura 6).

Figura 6. Boquerones procedentes de captura de cerco

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 (40-50ºC). Dichos depósitos se rellenaron con capas de pescado:sal en proporción 1:4, realizando cada ensayo por duplicado. La mezcla se dejó en estático hasta transcurrida una semana, periodo en el cual comienza la hidrólisis y el removido favorece el proceso cuya duración total osciló 20-25 días.

Durante el proceso se realizó un seguimiento de la fermentación a través de muestreos periódicos en los que se realizaron análisis de trimetilamina (TMA) y bases volátiles totales (BVT) 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).

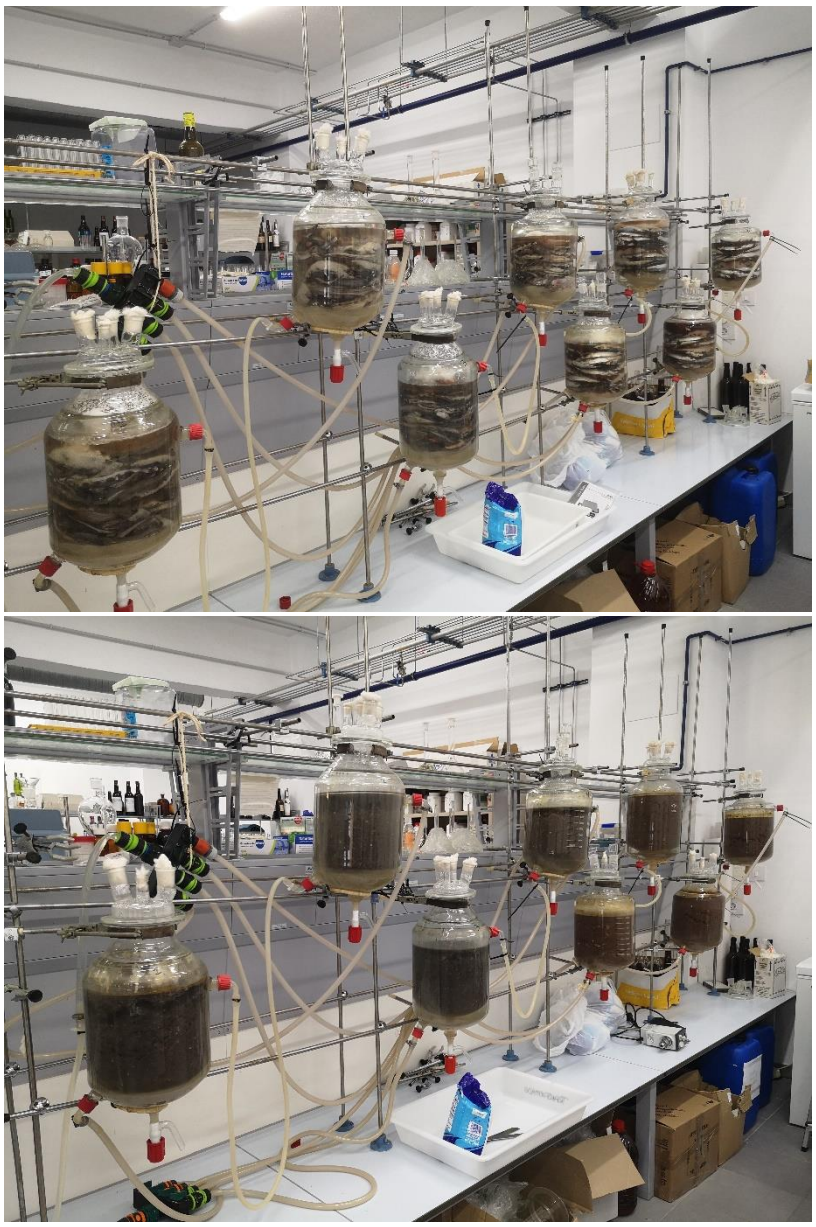

Figura 6.

Una vez obtenidas las salsas, los sólidos se dejaron decantar y se filtraron por una malla o se centrifugaron para separar el residuo sólido del líquido de interés. Posteriormente el líquido fue filtrado por 0,22 µm para su esterilización. Parte del sólido, en fresco, se empleó para la elaboración de patés y el resto se secó en una estufa para su posterior trituración y molido (saborizantes marinos).

Para le elaboración de las emulsiones tipo patés se emplearon como ingredientes crema de soja, aceite de girasol, agua, lecitina de soja y almidón de patata además del residuo sólido fresco y seco mantenido en condiciones de refrigeración o congelación según el momento de uso. Se realizaron distintas formulaciones con cada uno de los subproductos de las diferentes elaboraciones en fresco en busca de la proporción de ingredientes más adecuada que respetara los aromas y sabores a productos marinos y mantuviera una textura suave, cremosa, tipo mousse, que recordara a la espuma del mar. Una vez preparados los productos se realizaba una sesión de cata para determinar la adecuación de

estos a las características deseadas y a partir de ahí se volvía a reformular o se daba por válido el producto.

La elaboración de saborizantes implicó únicamente una desecación a baja temperatura del residuo sólido, subproducto de la elaboración de salsas, y su posterior triturado y envasado.

Para las sesiones de cata de productos se siguió la misma metodología y se emplearon las mismas fichas de cata elaboradas para el proyecto NOVELFISH. 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 y pescado salado. En el caso de los patés, se tuvieron en cuenta los descriptores lácteo y vegetal/alga tanto para aroma como para sabor, además de los contemplados para salsas y la textura fue evaluada como suave, cremosa, untuosa y/o granulosa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evolución y desarrollo de la fermentación

En las figuras 7 y 8 se muestra la evolución fotográfica del desarrollo de la fermentación de los procesos llevados a cabo con materias primas procedentes de arrastre y cerco y que se recogen de forma más extendida en el anexo I.

Como se puede observar, en ambos casos, la materia prima mostró buenas características al inicio del proceso a excepción de las muestras de arrastre del segundo muestreo (Figura 8, abajo) constituida principalmente por crustáceos.

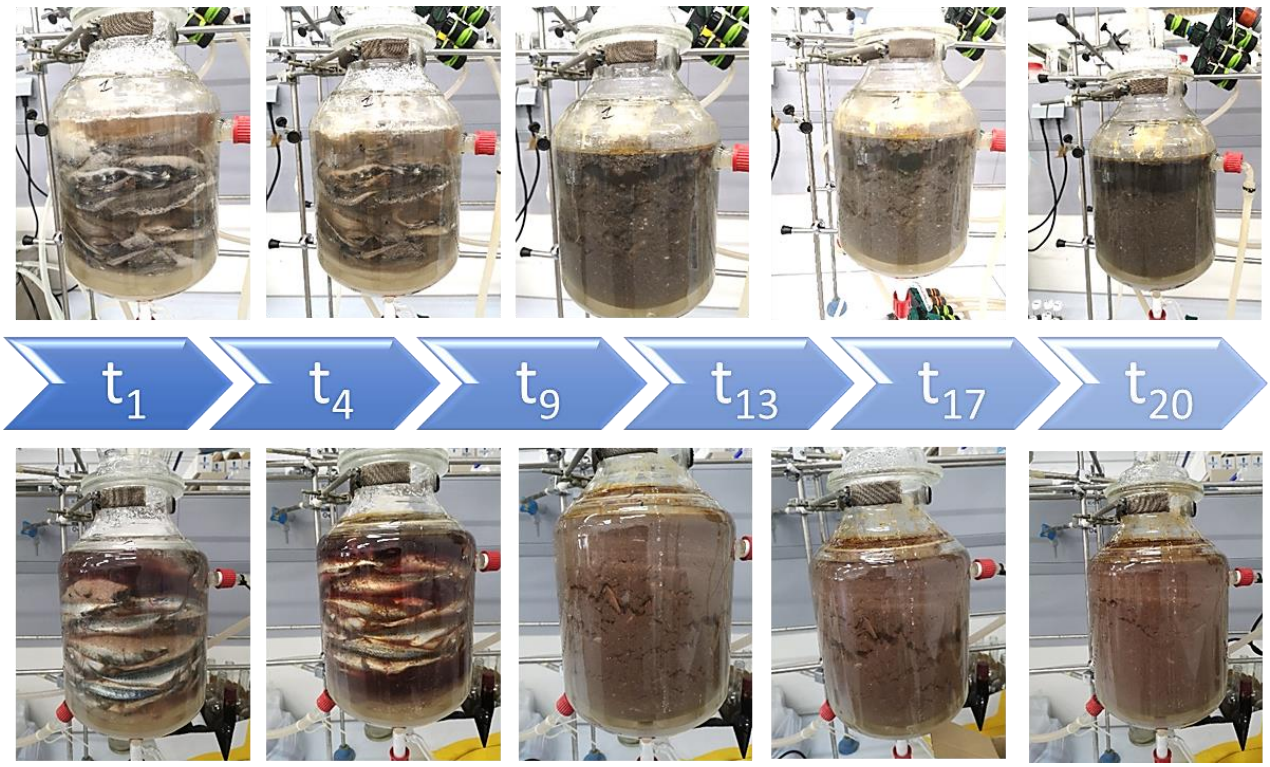

Figura 7. Seguimiento fotográfico del desarrollo de la fermentación de pescado de arrastre (primer muestreo, arriba) y caballa (abajo)

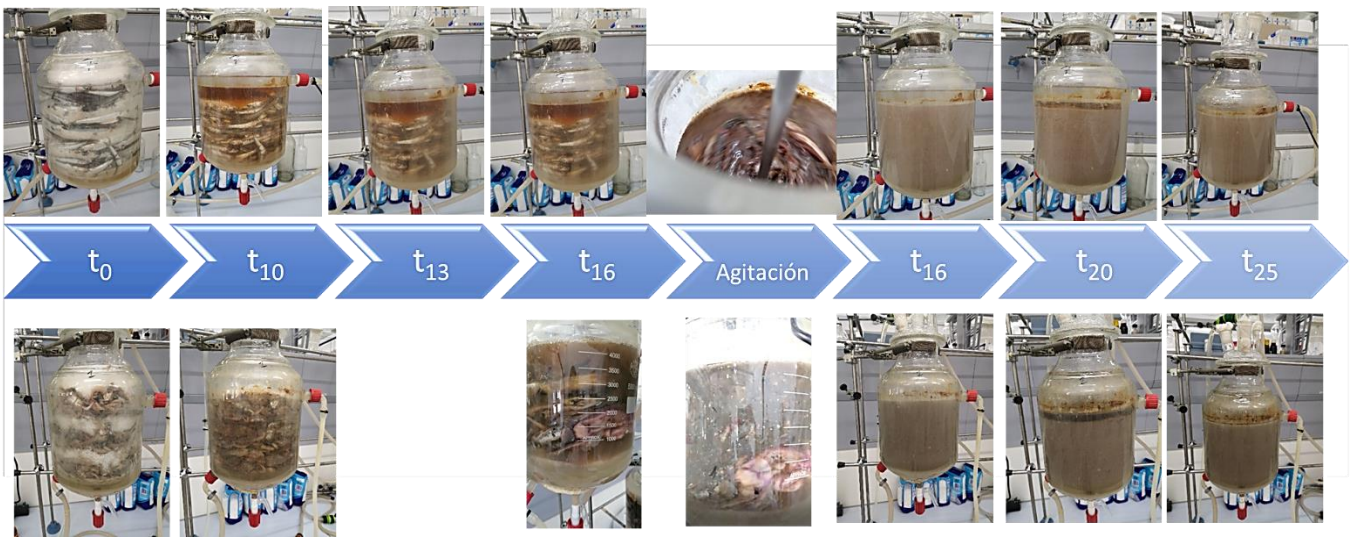

Figura 8. Seguimiento fotográfico del desarrollo de la fermentación de pescado de arrastre (segundo muestreo, abajo) y boquerones (arriba)

En el caso de los boquerones, se trabajó a una temperatura más baja durante la fermentación con el consecuente retraso del proceso de hidrólisis y, por tanto, del removido, el cual tuvo lugar tras los 15 días a partir del inicio del ensayo.

Atendiendo al aspecto visual del contenido de los depósitos, éste varió también en función del tipo de pescado empleado. Así, tanto el color del líquido de exudado como de la fracción sólida presentó tonos más rojizos en el caso de la caballa, observándose también una capa importante de grasa en la parte superficial. Resultados visuales similares se observaron en el caso de los boquerones, aunque con tonos más anaranjados de menor intensidad. Para las muestras de arrastre, no se percibieron capas de grasa y el color tanto del líquido como de la fracción sólida fueron más pardos, tirando a negro (Figura 9).

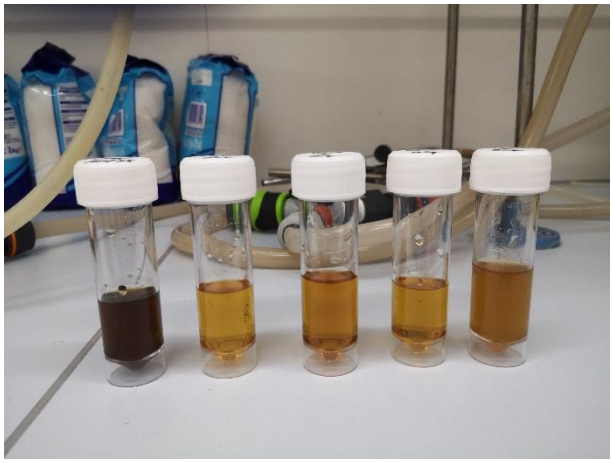

Figura 9. Color de las salsas de las muestras procedentes del segundo arrastre (primer bote tomamuestra de la izquierda) y boquerones (el resto de botes tomamuestras)

Desde el punto de vista analítico, en las figuras 10 y 11 se muestran los resultados de BVT-N y TMA respectivamente para los ensayos realizados con materia prima de arrastre y de cerco (caballa y boquerones) 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 indicativos 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 sabores a pescado (Lopetcharat et al., 2001; Özogul et al., 2009), que contribuyen al aroma y sabor específicos de la salsa de pescado.

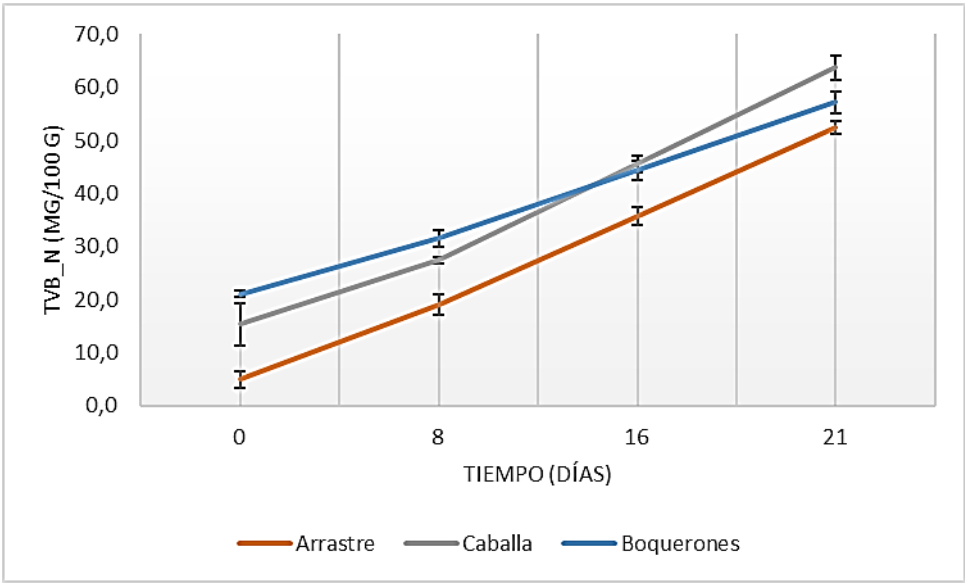

Figura 10. Evolución de las bases volátiles totales durante el proceso fermentativo de salsas de pescado

Como se puede observar en la Figura 10, los valores BVT iniciales oscilaron entre los 4,8 y 21 mg/100 g de arrastre y boquerones respectivamente. Estos valores se encontraron dentro de los límites aceptables establecidos por las normas sanitarias que indican que el nivel de TVB-N por debajo de 2–3,6 mg N / 100 g corresponde a pescado fresco y el pescado se rechazaría para el consumo humano cuando el nivel de TVB-N exceda aproximadamente 50 mg N / 100 g (Gassem, 2019). Durante la fermentación se produjo un aumento de las bases volátiles debido a acciones enzimáticas y bacterianas, particularmente al crecimiento de bacterias halófilas, causando un aumento de proteínas de la salsa de pescado (Anastasio et al., 2016). En todos los casos, al final de la fermentación, los niveles de BVT alcanzaron valores de entre 50 y 65 mg/100 g, muy por debajo del límite máximo de TVB-N (200 mg/100 g) 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).

Con respecto a la TMA, en la Figura 11 se recogen los resultados del seguimiento durante la fermentación. Como se puede observar, inicialmente las mayores diferencias se producen entre el pescado de cerco y el de arrastre, probablemente relacionado con el contenido en óxido de trimetilamina (OTMA) de las diferentes especies, cuya reducción bacteriana da lugar a TMA. A lo largo de la fermentación, se produce un ligero aumento en la primera semana, más acusado en el caso de los boquerones. Sin embargo, los valores después se estabilizan a niveles de entre 3,6 y 6,7 según la especie. Estos niveles fueron similares a los de otras especies referenciadas como caballa, sardina y pez espada (2,1-16,8 mg /100 g) (Lin et al., 2012).

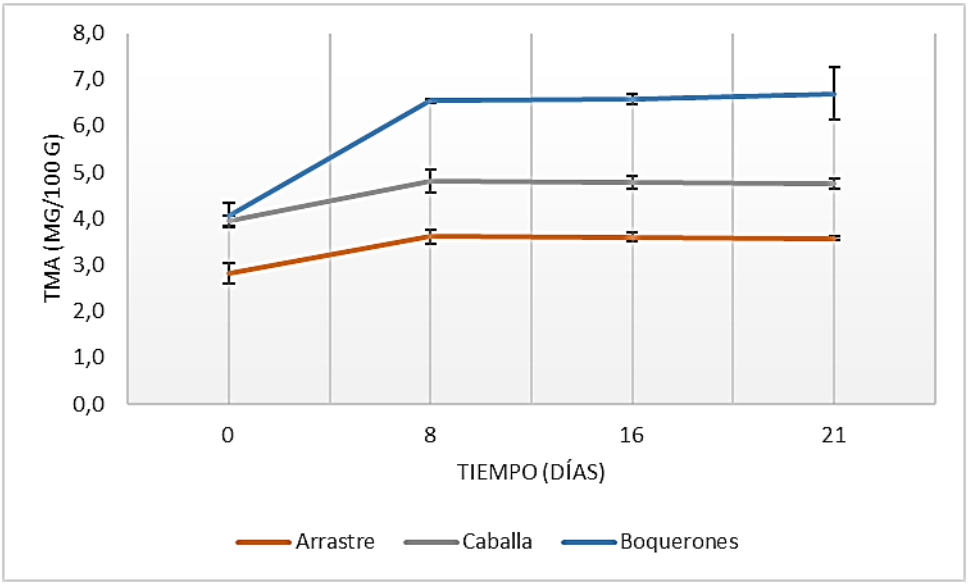

Figura 11. Evolución de la trimetilamina (TMA) durante el proceso fermentativo de salsas de pescado

En el caso de las muestras de arrastre que no presentaron un buen grado de frescura, desde el punto de vista sensorial, desde el primer momento, las muestras presentaron aromas amoniacales y pútridos muy intensos. Desde el punto de vista analítico, como se puede observar en la Figura 12, ya inicialmente los niveles de BVT y TMA indicaban que el grado de frescura de estas muestras no era el adecuado. Durante la fermentación, el aumento de BVT y TMA fue notable, indicativo del desarrollo bacteriano durante la fermentación en la elaboración de salsas de pescado. Según numerosos estudios, los niveles de TMA suelen alcanzar entre 30 y 40 mg/100g después de 50-60 días de fermentación, mientras que en este caso dichos niveles se alcanzaron a la mitad de tiempo. Por otra parte, el nivel de BVT estuvo muy próximo al límite según la legislación para salsas de pescado. El grado de deterioro de la materia prima empleada en este caso, condicionó considerablemente su procesado para el desarrollo de productos.

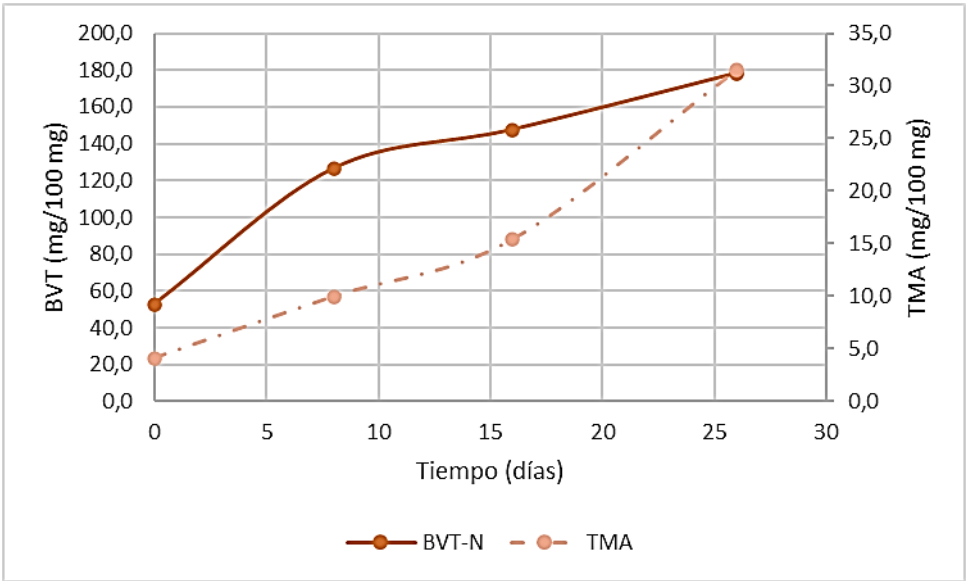

Figura 12. Evolución de BVT y TMA durante el proceso fermentativo de la elaboración de salsa a partir de la materia prima procedente del segundo muestreo de arrastre

4.2. Caracterización del producto final

Todas las salsas elaboradas, a excepción de aquellas procedentes de pescado de arrastre del segundo muestreo que presentaban una pérdida importante de calidad y frescura, 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, siendo en este caso las salsas seleccionadas las elaboradas con pescado de cerco (caballa y boquerón) y se peparó una tercera con mezcla al 50% de las salsas de ambas especies (Figura 13). Las salsas de pescado procedente de arrastre fueron descartadas, la elaborada del primer muestreo por los resultados poco satisfactorios del análisis sensorial en elas cuales destacaron aromas amoniacales probablemente a consecuencia de que las especies predominantes fueron elasmobranquios. En el segundo caso, las salsas fueron descartadas por la pérdida de frescura de la materia prima, que se hizo notar también en sus características organolépticas.

Figura 13. Productos elaborados a partir del pescado de cerco

En cuanto a las características sensoriales de las salsas de pescado, en las figuras 14 y 15 se muestran los resultados en cuanto a aroma y sabor respectivamente de dichas elaboraciones.

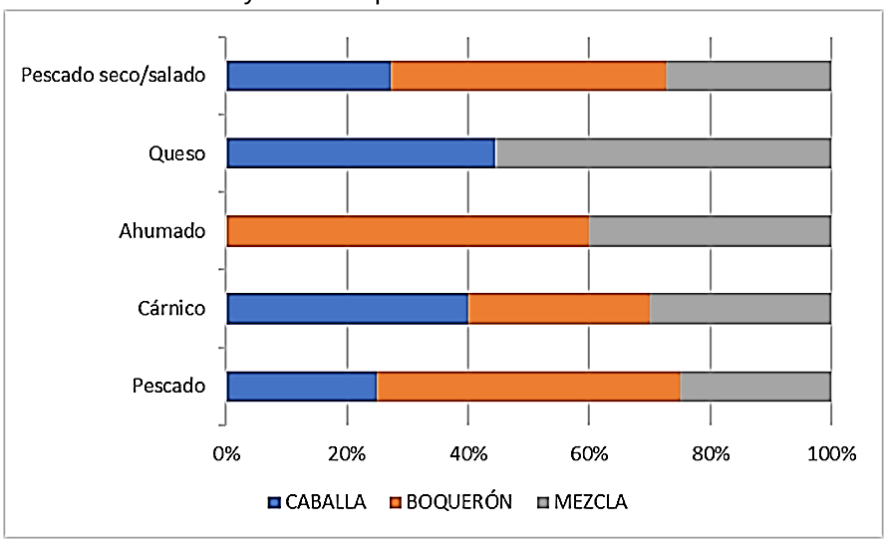

Figura 14. Características aromáticas de las salsas de pescado procedente de cerco

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.

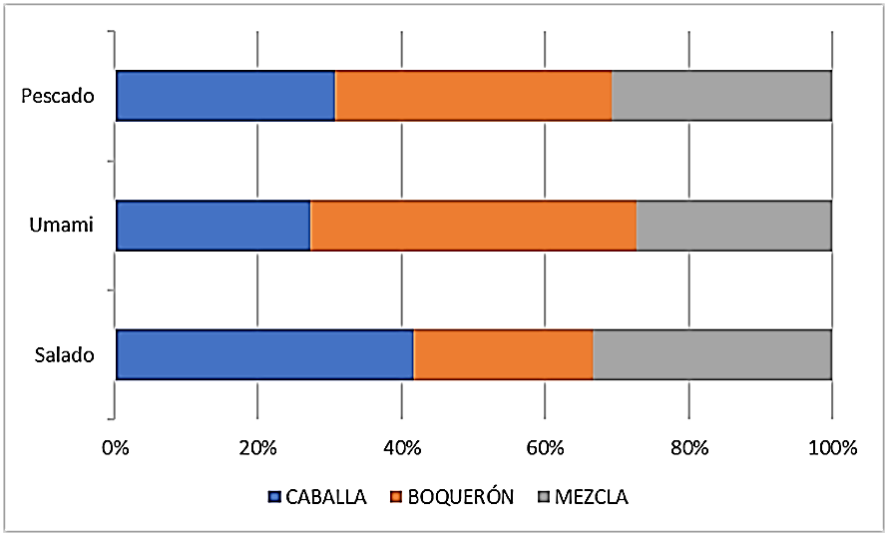

Figura 15. Características de sabor de las salsas de pescado procedente de cerco

En cuanto al sabor, la salsa de boquerón resultó con mayor carácter umami y a pescado, mientras que la de caballa resultó más salada.

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 el caso de las salsas elaboradas a partir de caballa y boquerones, los niveles de nitrógeno estuvieron entre 17 y 24 g/L respectivamente. Teniendo en cuenta que la elaboración de la mayoría de salsas de pescado comerciales conllevan meses de fermentación y maduración, el grado en nitrógeno de las salsas de pescado de cerco elaboradas bajo las condiciones de trabajo seguidas en el proyecto ECOFISH+ se pueden considerar satisfactorios.

5. CONCLUSIONES

Atendiendo a estos resultados se puede concluir que:

- Es posible elaborar salsas de pescado y otros productos derivados de su procesado, tales como patés y saborizantes, a partir de capturas no deseadas.
- El arte de pesca empleado, la manipulación del pescado post-captura, así como el tiempo de almacenamiento y método de conservación influyen considerablemente sobre el grado de frescura de la materia prima y, por tanto, sobre el desarrollo de la fermentación y las características del producto final.

- El procesado de la materia prima a las pocas horas de su captura, como es el caso del pescado de cerco, garantiza un grado de frescura excelente y, por tanto, el empleo de esta materia prima para consumo humano a través de su transformación en salsas y derivados de pescado.
- En la pesca de arrastre es de gran importancia una buena selección y clasificación de las capturas, además de su higiene y conservación, para garantizar un grado de frescura adecuado de la materia prima y un buen desarrollo del proceso.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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

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.

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

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.

Anexo I. Seguimiento fotográfico del desarrollo de las fermentaciones para la elaboración de salsas de pescado a partir de descartes

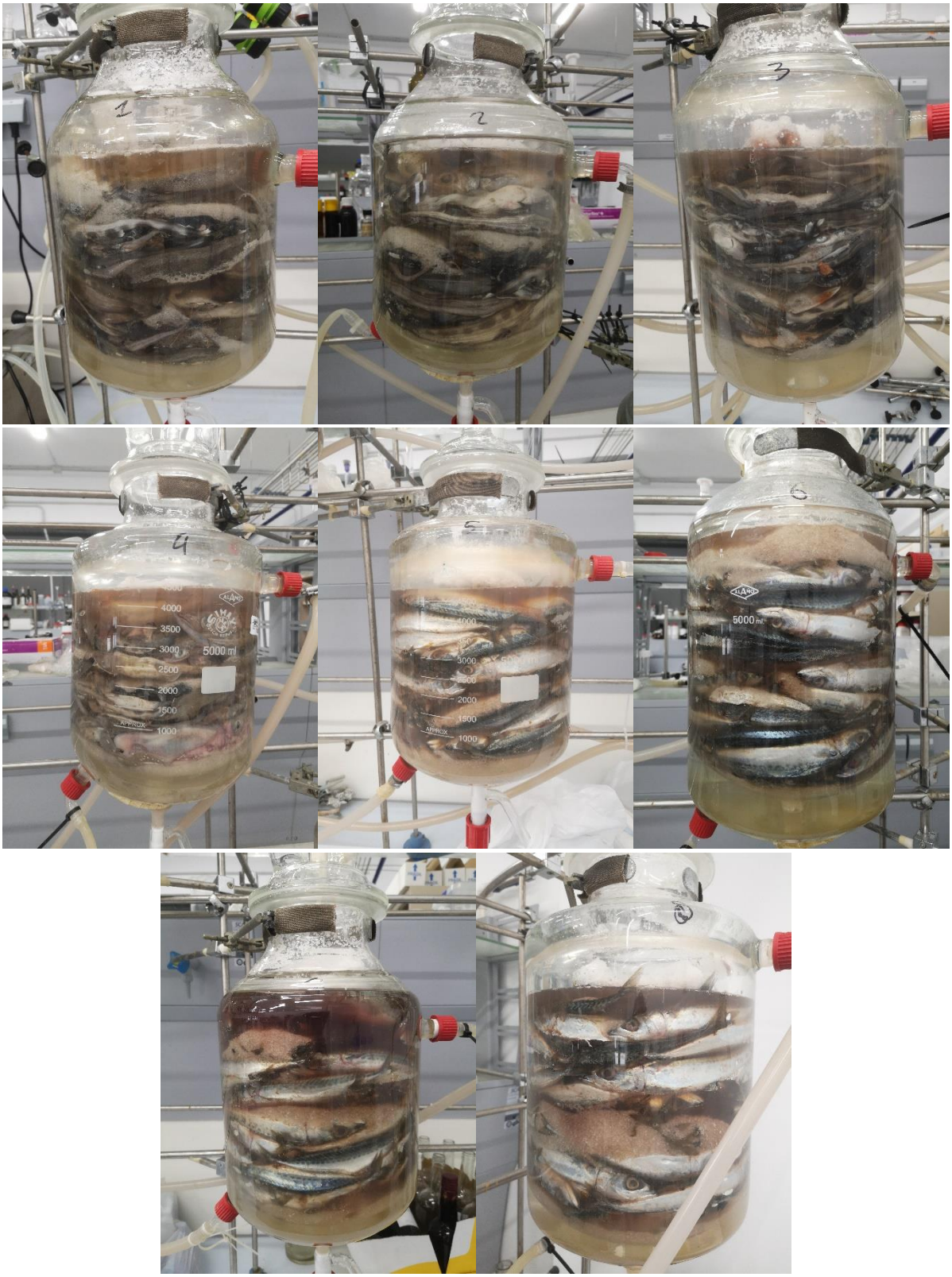

Figura 1. Pescado de arrastre (depósitos del 1 al 4) y cerco (depósitos del 5 al 8) procedente del primer muestreo a t_0

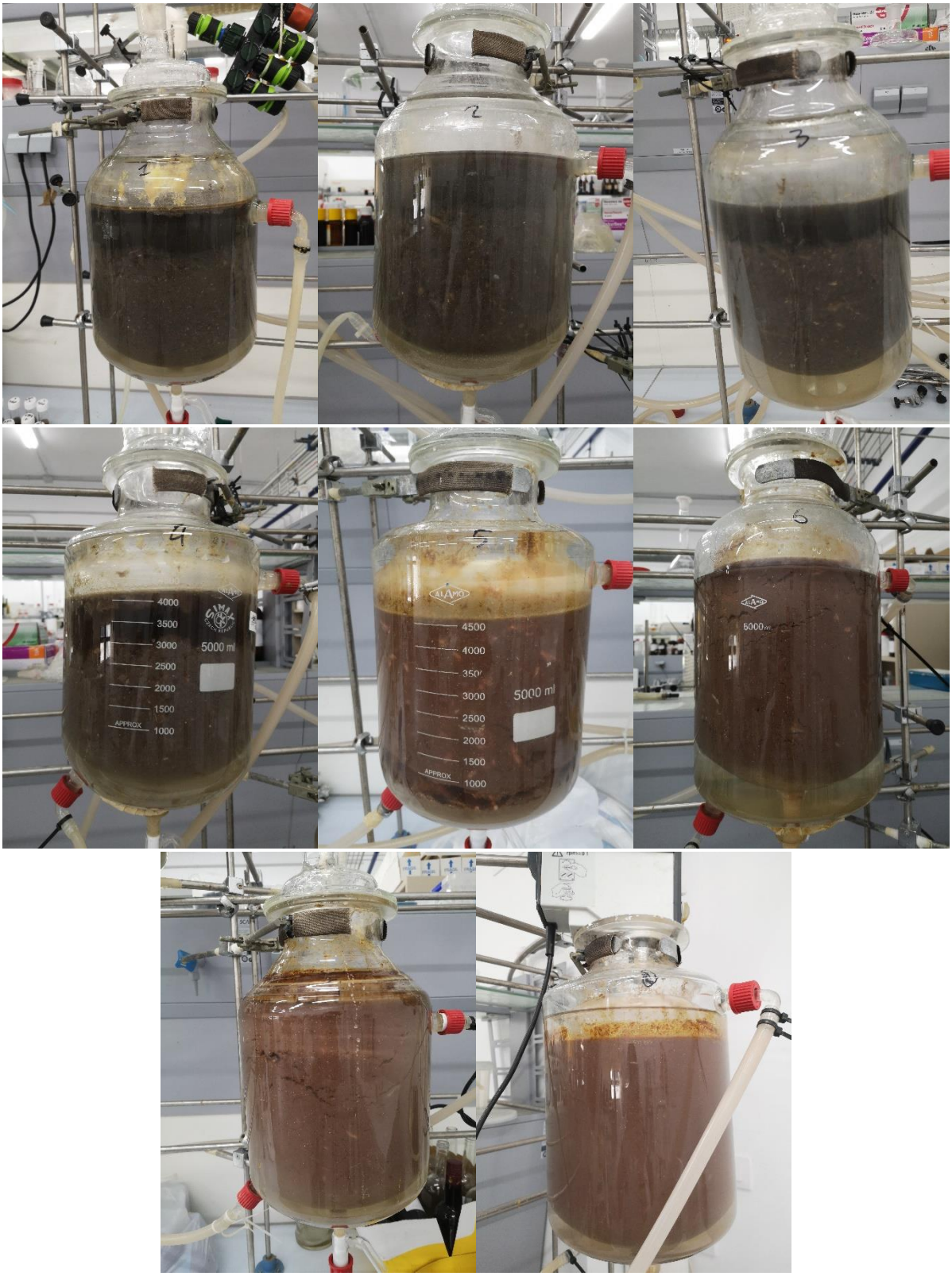

Figura 2. Pescado de arrastre (depósitos del 1 al 4) y cerco (depósitos del 5 al 8) procedente del primer muestreo a t_{final}

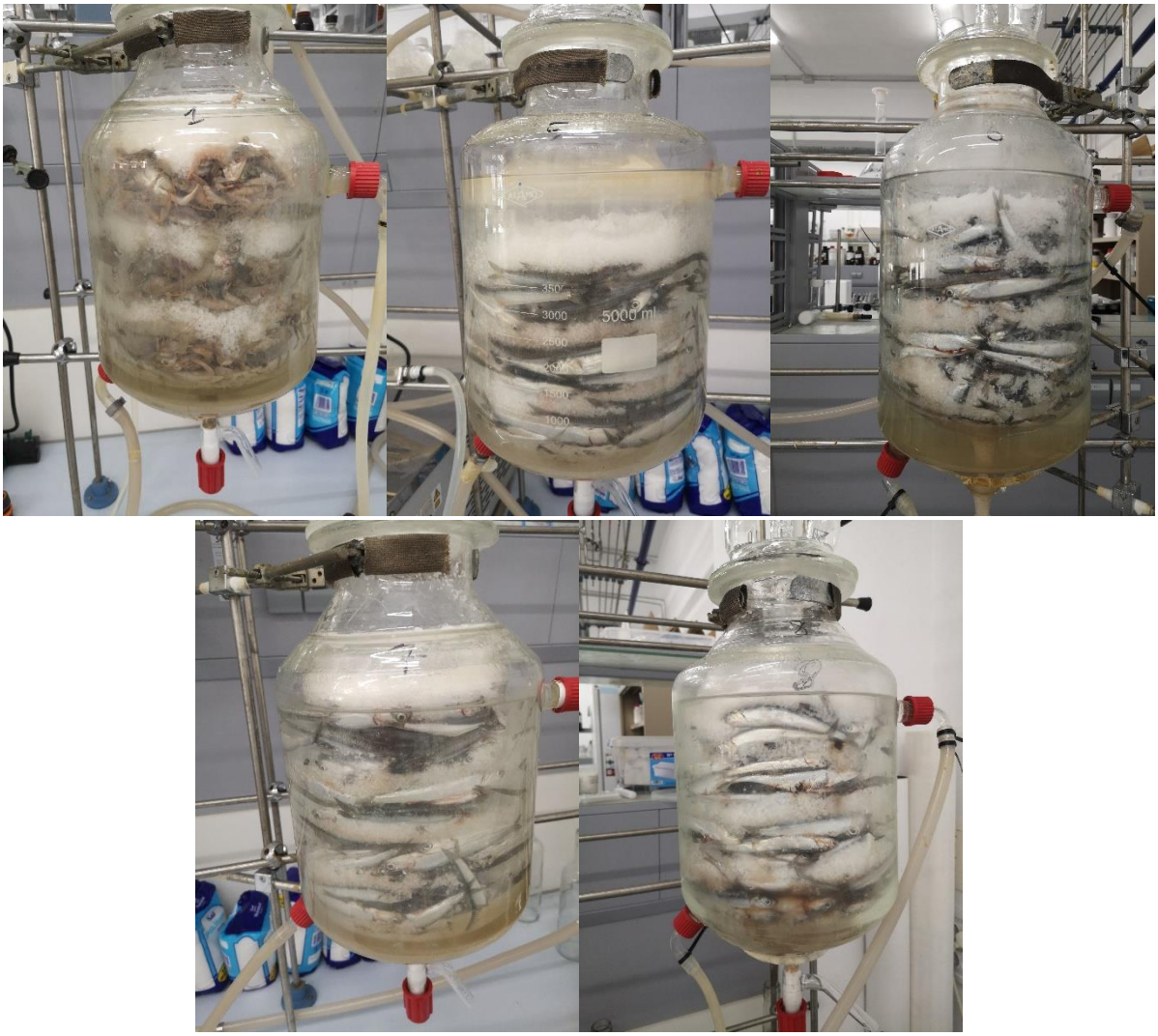

Figura 3. Pescado de arrastre (depósito1) y cerco (depósitos del 5 al 8) procedente del segundo muestreo a t_0

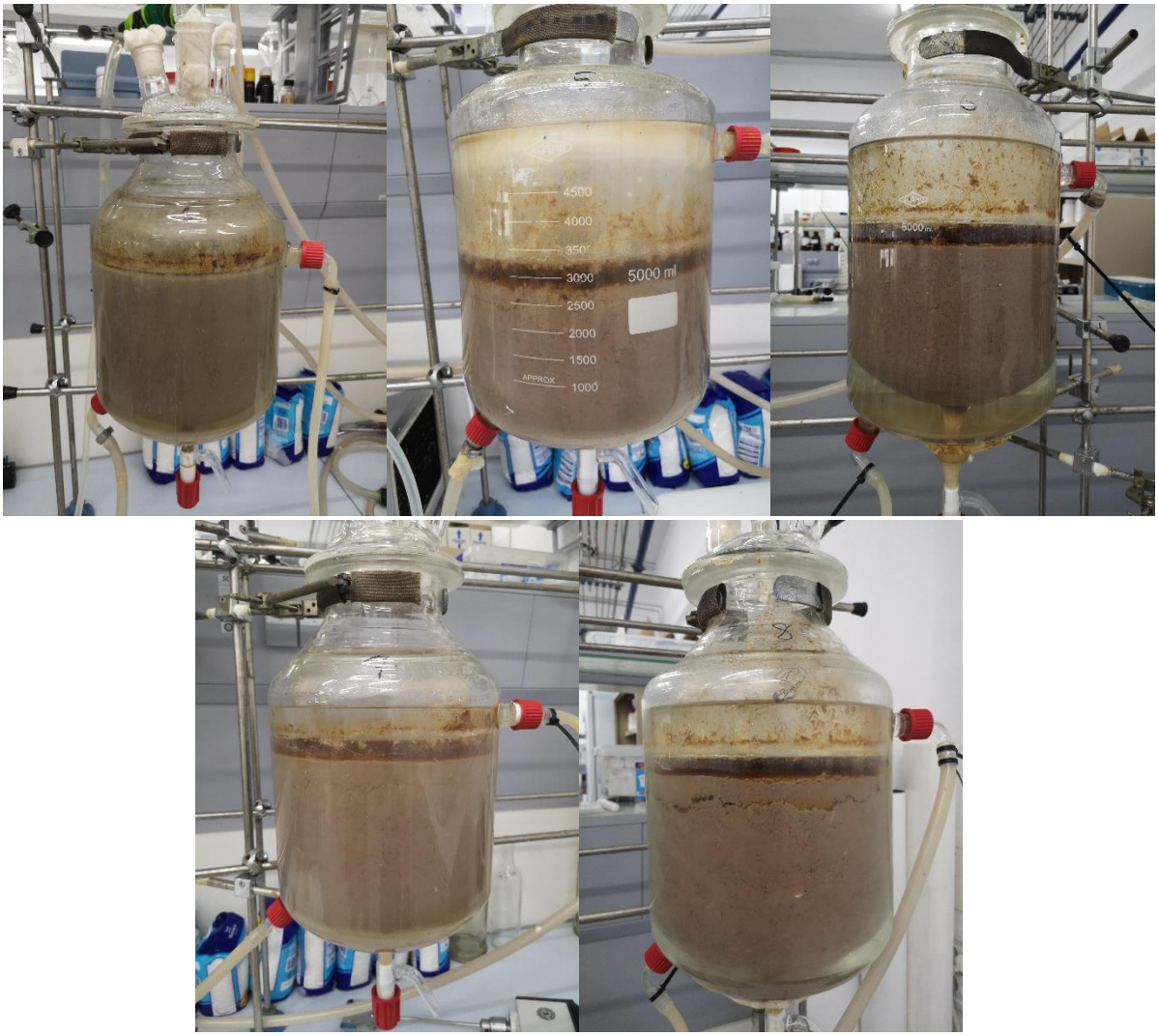

Figura 4. Pescado de arrastre (depósito1) y cerco (depósitos del 5 al 8) procedente del segundo muestreo a t_{final}