



AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.

PROCESAMIENTO DE PRODUCTOS ACUÁTICOS: OPORTUNIDAD PARA LA CREACIÓN DE VALOR AGREGADO EN LA INDUSTRIA PESQUERA Y ACUÍCOLA A TRAVÉS DE PROYECTOS ESTUDIANTILES

Marlene N. Cardoza-Contreras¹ y José A. Olivas-Valdez¹

Processing of Aquatic Products: opportunity for the creation of added value in the fishing and aquaculture industry through student projects

ABSTRACT

Aquatic product processing serves to prolong their shelf life and preserve their quality, but it also represents an opportunity to add value in the fisheries and aquaculture industry. Aquatic foods are rich in proteins, omega-3 fatty acids, and other essential nutrients, however, they are susceptible to rapid deterioration after capture or harvest. Factors such as low glycogen reserves, enzymatic activity, and ATP degradation contribute to this deterioration, limiting their shelf life and requiring processing methods to maintain their quality and safety. This paper presents a synthesis of university student projects that apply processing and preservation methods using regional aquatic products as the main raw material. Additionally, it analyzes how a course on processing these products provides university students with a comprehensive understanding of the industry's value chain, conservation techniques, and raw material transformation to add value to aquatic products. Aquatic product processing not only ensures food safety but also creates opportunities for innovation, entrepreneurship, and economic development. Student projects highlight the potential of this industry to add value to aquatic resources and contribute to the sustainable growth of the fisheries and aquaculture industry.

Key Word: Processing Methods, aquatic foods, aquatic products, product innovation.

RESUMEN

El procesamiento de los productos acuáticos sirve para prolongar su vida útil y preservar su calidad, pero también representa una oportunidad para generar valor agregado en la industria pesquera y acuícola. Los alimentos acuáticos, son ricos en proteínas, ácidos grasos omega-3 y otros nutrientes esenciales, sin embargo, son susceptibles a deteriorarse rápidamente después de la captura o cosecha. Factores como la baja reserva de glucógeno, la actividad enzimática y la degradación de ATP contribuyen a este deterioro, limitando su vida útil y requiriendo métodos de procesamiento para mantener su calidad e inocuidad. Este trabajo presenta una síntesis de proyectos estudiantiles universitarios que aplican métodos de procesamiento y conservación utilizando productos acuáticos regionales como materia prima principal. Además, analiza cómo un curso de procesamiento de estos productos proporciona a los estudiantes universitarios una comprensión integral de la cadena de valor de la industria, de las técnicas de conservación y transformación de materias primas para agregar valor a los productos acuáticos. El procesamiento de productos acuáticos no solo garantiza la seguridad alimentaria, sino que también crea oportunidades para la innovación, el emprendimiento y el desarrollo económico. Los proyectos estudiantiles destacan el potencial de esta industria para agregar valor a los recursos acuáticos y contribuir al crecimiento sostenible de la industria pesquera y acuícola.

Palabras Claves: Métodos de Procesamiento, alimentos acuáticos, productos acuáticos, innovación de productos.

¹ Facultad de Ciencias Marinas, Universidad Autónoma de Baja California, Ensenada 22860, México. E-mail: mcardoza@uabc.edu.mx; olivasja@uabc.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Los alimentos acuáticos desempeñan un papel esencial en la seguridad alimentaria y la nutrición, destacando como fuentes de proteínas de alta calidad, aminoácidos esenciales, vitaminas (especialmente A, B y D), así como minerales como fósforo, hierro, calcio, zinc, yodo, magnesio, potasio y selenio. Además, son reconocidos por su contenido sobresaliente de ácidos grasos omega-3. Sin embargo, una vez capturados o cosechados, enfrentan un desafío: su rapidez de deterioro, que supera la de otros tipos de carnes.

En animales terrestres, tras la muerte, las reservas de glucógeno en los músculos se convierten en ácido láctico, disminuyendo el pH y protegiendo al organismo de la acción bacteriana por un tiempo considerable. Sin embargo, en el pescado, las reservas de glucógeno son generalmente bajas, lo que acorta este período de protección.

El descenso de pH desencadena la liberación de enzimas proteolíticas, que degradan proteínas a aminoácidos y permiten que las enzimas bacterianas transformen estos compuestos en aminas biógenas. Otro factor, es la degradación del ATP tras la muerte del organismo, lo que inicia su descomposición en IMP, inosina e hipoxantina, junto con la oxidación de pigmentos y lípidos.

Este proceso afecta la apariencia y calidad del pescado, disminuyendo su atractivo para el consumidor. A pesar de su valor nutricional, los productos acuáticos, especialmente los grasos, son propensos a la rancidez debido a su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados. Esta rápida degradación limita su vida útil en anaquel, requiriendo métodos de procesamiento para mantener su calidad e inocuidad por períodos más prolongados. Asimismo, la flora microbiana de los productos acuáticos es de carácter psicrófilo, por lo que las temperaturas de refrigeración no extienden mucho su vida de anaquel.

Es por ello, que es fundamental integrar estrategias de procesamiento y conservación en las políticas alimentarias a nivel global, regional y nacional. Estas medidas garantizan la seguridad alimentaria al reducir los riesgos microbiológicos, químicos y físicos, prolongan la conservación mediante métodos como el enlatado, ahumado, salazón o congelado, mejoran la calidad y facilitan el consumo al ofrecer una variedad de productos derivados.

Además, de todo lo anterior, el procesado de organismos acuáticos puede generar grandes beneficios económicos, como: *valor agregado*, ya que los productos procesados pueden aumentar significativamente su valor en comparación con el producto en su forma original. Por ejemplo, el pescado fresco puede venderse a un precio más bajo que el pescado enlatado, ahumado o en forma de productos listos para comer, lo que genera mayores márgenes de beneficio para los productores y procesadores; *diversificación de ingresos*, dado que los productores pueden diversificar su oferta y crear múltiples líneas de productos, lo que les permite atender a diferentes segmentos del mercado y reducir su vulnerabilidad a los cambios en la demanda o los precios de un solo producto; *mayor durabilidad y alcance geográfico*, los productos procesados suelen tener una vida útil más larga y pueden ser transportados y almacenados más fácilmente que los productos frescos.

Esto facilita la distribución a mercados más lejanos, tanto a nivel nacional como internacional, lo que amplía las oportunidades de comercialización y aumenta el potencial de ingresos para los productores; *creación de empleo*, la industria de procesamiento de productos derivados de organismos acuáticos puede generar empleo en varias etapas, incluida la producción, el procesamiento, la distribución y la comercialización.

Esto es especialmente importante en áreas costeras o regiones dependientes de la pesca, donde puede proporcionar oportunidades de empleo estables y contribuir al desarrollo económico local; *fomento del turismo*, ya que puede impulsar el turismo gastronómico en áreas costeras, atrayendo a visitantes interesados en probar especialidades locales y productos del mar únicos, lo que a su vez puede generar ingresos adicionales para la comunidad.

En este trabajo se muestra una síntesis de proyectos estudiantiles universitarios donde aplicaron métodos de procesamiento y conservación utilizando como materia prima principal productos acuáticos de la región. A su vez, se realiza un análisis de cómo a través de un curso de procesamiento de productos acuáticos, los estudiantes universitarios tienen la oportunidad de aprender sobre diferentes aspectos de la cadena de valor de la industria pesquera y acuícola. Aprendiendo técnicas de conservación y transformación de las materias primas que les permiten desarrollar habilidades para agregar valor a los productos acuáticos. Accediendo así, no solo a competir en un mercado cada vez más exigente, sino también se amplía la posibilidad de iniciativas de emprendimiento que contribuyen directamente al desarrollo económico y social de la región con beneficios hacia el sector pesquero y acuícola local y regional.

MATERIAL Y MÉTODOS

En la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California se oferta la carrera de Biotecnología en Acuicultura desde el año 2007. Como parte del actual plan de estudios actual, en el séptimo semestre de esta carrera, se incluye el Programa de Unidad de Aprendizaje (PUA) llamado "Procesamiento de Productos Acuáticos".

Durante este curso, los estudiantes adquieren diversos conocimientos y competencias relacionadas con la evaluación de calidad y frescura en productos acuáticos; así como normativa y los métodos de procesamiento aplicables para darles un valor agregado y mayor vida de anaquel. Desde hace dos años, como parte de la evaluación para acreditar el PUA, los estudiantes organizados en equipos desarrollan a lo largo del semestre un proyecto, centrándose en el procesamiento de algún producto acuático innovador y nutritivo.

Al término del semestre, presentan sus productos en la Expo Productos Acuáticos de la FCM, donde tienen la oportunidad de exhibirlos ante la comunidad universitaria y representantes de empresas acuícolas de la región (Gaceta UABC, 2022a; Gaceta UABC, 2022b; ECSAH, 2023).

A continuación, se presenta una síntesis y análisis de las características de los productos procesados por los estudiantes durante las Expo Productos Acuáticos desde el segundo semestre de 2021 a la fecha.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Productos ahumados

El ahumado es una técnica de procesamiento de alimentos que implica exponer el alimento a los gases producidos por la combustión de materiales vegetales. Durante este proceso, se generan fenoles como el furfural y sus derivados, los cuales actúan como agentes colorantes, proporcionando al producto un espectro de colores que van desde el amarillo claro hasta el negro. En muchos casos, el ahumado se lleva a cabo después de un proceso de curado, que implica la aplicación de una combinación de sal, azúcar, nitratos o nitritos. La inclusión de nitritos y nitratos en las carnes produce un característico color rosa en los productos curados cocidos, resultado de su reacción con la mioglobina, un pigmento respiratorio presente en la carne, formando nitrosilhemocromo.

Durante el ahumado, la combinación de los compuestos pardos (furfurales) con el nitrosilhemocromo da como resultado el distintivo color rojo caoba de los productos ahumados. Sin embargo, es importante controlar los procesos oxidativos durante el ahumado, ya que pueden alterar la coloración del curado, transformando los productos originalmente rojizos-marrones en tonalidades grisáceas-marrones.

Algunos estudiantes han explorado el uso del ahumado como técnica de procesamiento y conservación de productos acuáticos de relevancia comercial. A continuación, se detallan algunas características del organismo acuático utilizado como materia prima principal y del producto final obtenido.

Jurel deshidratado y ahumado

El jurel (*Seriola lalandi*) es un pez óseo pelágico que se encuentra en aguas costeras y oceánicas, estuarios, así como en arrecifes rocosos o coralinos. Su hábitat se extiende desde el sur de California hasta la península de Baja California (Avilés y Castelló, 2004). Este organismo es ampliamente consumido en las costas mexicanas y es conocido por la alta calidad de su carne, lo que le otorga un importante valor comercial (Chávez-García, 2016). Es un pescado rico en ácidos grasos omega-3, con casi 7 gramos de grasa y 15 gramos de proteína por cada 100 gramos de porción comestible. Además, es una excelente fuente de vitaminas y minerales, destacando su contenido notable de niacina y vitamina B12.

El proyecto desarrollado por los estudiantes consistió en la elaboración de jurel deshidratado y ahumado. Para lograrlo, llevaron a cabo procesos como el marinado, el secado con aire caliente (ver figura 1) y el ahumado en caliente durante 6 horas a 155 °F. Como resultado, obtuvieron dos presentaciones finales: jurel deshidratado-ahumado original y jurel deshidratado-ahumado enchilado.



Figura 1. Fileteado, marinado, deshidratado y presentación final de jurel deshidratado y ahumado.

Productos curados

Los productos curados se refieren a alimentos, principalmente carne y pescado, que se conservan y sazonan mediante la adición de una combinación de sal, azúcar, nitratos o nitritos. La estabilidad y el bajo riesgo microbiológico de estos productos se basan en varios factores clave: la disminución del pH debido a la fermentación microbiana de los carbohidratos, la reducción de la actividad de agua (a_w) mediante la adición de solutos y la deshidratación progresiva durante el proceso, la inclusión de nitratos y nitritos para prevenir el crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes, y las especias agregadas, que tienen cierta actividad antimicrobiana (Viuda-Martos, 2023).

Bottarga de gónada de bonita (*Sarda chiliensis*)

La bottarga es el término italiano para referirse a las gónadas saladas y deshidratadas de peces (Bledsoe *et al.*, 2003). Las gónadas de peces como el mújol, el atún, el pez espada o la corvina se secan y sazonan para ser utilizadas como condimento en pastas o como botanas empacadas al vacío. Este manjar fue descubierto por los egipcios y difundido por los fenicios a lo largo de la costa mediterránea. Inicialmente era parte de la dieta de los pescadores en alta mar, pero con el tiempo se ha convertido en un producto de lujo (Verema, s.f.).

El proceso de curado y deshidratación de la bottarga implicó un curado con un 10% de sal con respecto al peso del producto, seguido de un secado con aire a 71°C durante 19 horas (Figura 2). Para reducir el deterioro causado por la oxidación de los lípidos, las gónadas fueron cubiertas con cera de abeja.

La concentración de sal en el producto final se determinó mediante precipitación con AgNO_3 utilizando cromato de potasio como indicador (método de Mohr), resultando en un valor del 6.2%.

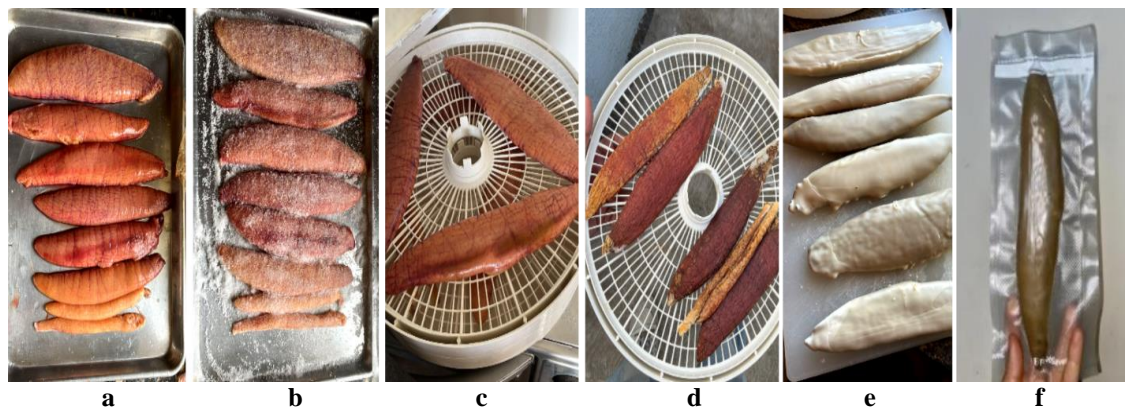


Figura 2. Proceso de curado de bottarga de gónada de bonita. Izquierda a derecha: a) gónada fresca; b) gónada salada; c) inicio de deshidratación de gónadas saladas; d) producto de gónadas deshidratadas (71°C pr 18 h con rotación de las piezas); e) gónadas cubiertas con cera de abeja y f) producto final empacado al vacío.

Carnes preparadas

Las carnes preparadas, ya sean crudas, semi-cocidas o cocidas, son productos sazonados muy prácticos que suelen utilizarse en la preparación de platillos más elaborados. Estos productos generalmente requieren mantenerse congelados para prolongar su vida útil. Entre los productos preparados por los estudiantes se encuentran la jaiba, el pescado y el camarón.

Carne de Jaiba sazonada y empacada al vacío

La jaiba mora (*Menippe mercenaria*), también conocida como cangrejo moro, es un crustáceo decápodo caracterizado por sus dos fuertes pinzas y su color rojizo en la parte dorsal, con una tonalidad amarillo brillante uniforme en la parte ventral. Se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico de la Península de Baja California y en otras regiones como Carolina del Norte, Florida, Península de Yucatán, Belice y las Bahamas (IRLSpecies, s.f.). La carne de jaiba es altamente valorada en el mercado nacional e internacional debido a su sabor suave y jugoso, así como a su alto valor nutricional. Es una excelente fuente de proteínas, baja en colesterol y rica en ácidos grasos insaturados, omega-3, yodo, zinc, fósforo, magnesio, niacina, vitamina B6 y vitamina E (FEN, s.f.a). El producto desarrollado por los estudiantes consistió en carne de jaiba cocida deshebrada y pinzas de jaiba cocidas, ambas sazonadas y empacadas al vacío (Figura 3).



Figura 3. Izquierda: carne de jaiba sazonada antes de empacar. Derecha: presentación final de los productos de carne de jaiba cocida y sazonada.

Percebe natural y a la mantequilla empacados al vacío

El percebe (*Pollicipes pollicipes*) es un crustáceo que ha evolucionado hasta perder su movilidad. Su morfología es peculiar, con dos partes bien diferenciadas: el capítulo, que incluye la cabeza, y el pedúnculo, una parte carnosa protegida por una piel negra y gruesa. El capítulo, también conocido como "uña", cuenta con placas calcáreas y seis cirros que capturan el alimento del medio, principalmente partículas de zooplancton (FEN, s.f.b). Existen diversas especies de percebes, clasificadas en percebes de sol y de sombra. Los primeros se desarrollan en áreas con abundante luz solar y son cortos y gruesos, mientras que los segundos son más largos y delgados. Entre las especies se encuentran *Pollicipes pollicipes*, *Pollicipes polymerus*, *Balanus perforatus*, *Lepas pectinata* y *Lepas anatifera* (López, 2018). Cada especie de percebe tiene un sabor y forma distintivos. Por ejemplo, el percebe de roca presenta una carne oscura, es corto y grueso, lo que le proporciona una mayor cantidad de carne en el interior del pedúnculo. Su sabor suele ser limpio, jugoso y con un marcado toque a mar, resultado del hábitat en aguas frías y ricas en plancton, alcanzando una longitud de unos 5 cm. El percebe es altamente valorado en el mercado español, considerado el "rey del marisco" por su exquisito sabor (FEN, s.f.b). En México, la recolección de percebes se concentra principalmente en las costas de Ensenada, Baja California. Se pueden encontrar en restaurantes gourmet de la Ciudad de México y el Valle de Guadalupe, así como en el mercado de San Juan o a través de la página web "El Sargazo". El precio varía según la presentación, siendo de alrededor de \$400/kg en estado crudo y entre \$100 y \$130 dólares por onza en restaurantes (El Cronista, 2022). Su elevado precio se debe a la dificultad de captura en zonas donde rompen las olas, así como a su excelente sabor y valor nutricional. Los percebes son alimentos bajos en grasa y colesterol, pero ricos en minerales como selenio, magnesio, potasio, fósforo, calcio y yodo, así como en vitaminas B12, tiamina, riboflavina, niacina y B6 (FEN, s.f.b).

Estudiantes del curso de Procesamiento de Productos Acuáticos desarrollaron un producto utilizando percebes cocidos a la mantequilla, posteriormente empacados al vacío (Figura 4). Los percebes fueron recolectados en diferentes puntos de la Bahía Todos Los Santos en Ensenada, Baja California, México.



Figura 4. Percebes cocidos empacados al vacío.

Hamburguesas de Atún aleta azul (*Thunnus orientalis*), Cabrilla (*Serranus cabrilla*) y Ulva (*Ulva lactuca*)

Durante el año 2021, el atún aleta azul destacó como el líder en producción a nivel nacional, siendo también el producto que generó el mayor valor económico con una derrama aproximada de \$757 millones de pesos en beneficio del sector pesquero y acuícola de Baja California. El 80% del atún aleta azul capturado y cultivado en esta región se comercializa en los mercados de Japón y Estados Unidos, mientras que el resto se destina a cubrir la demanda local y de otros estados de México (Gobierno de México, 2021a). Con un contenido graso de 4.9 g por cada 100 g, este pez es una excelente fuente de ácidos grasos mono y poliinsaturados, incluyendo los omega-3.

Además, presenta un alto contenido de proteínas (23.3 g por cada 100 g), así como una amplia variedad de vitaminas y minerales (fatsecret,s.f.). Otro componente en estas hamburguesas es la cabrilla, un pez teleósteo perciforme perteneciente a la familia de los serránidos. La cabrilla, reconocida por su carne de alta calidad y sabor, es capturada durante todo el año en diversas regiones costeras de México, con excepción de Michoacán, donde se captura en los meses de enero, febrero, junio y julio. A nivel nacional, en el 2020 se produjeron 6 mil 950 toneladas de cabrilla, siendo Baja California Sur el principal productor con 5,761 toneladas, seguido por Baja California con 671 toneladas y Sonora con 270 toneladas. Además de ser una fuente importante de proteínas, el consumo de cabrilla aporta una variedad de nutrientes como magnesio, potasio, calcio, hierro, sodio y lípidos (Gobierno de México, 2021a).

Por último, la inclusión de *Ulva lactuca*, conocida como lechuga de mar o lechuga de mar verde, agrega un toque especial a estas hamburguesas. Esta alga verde comestible, ampliamente utilizada en diversas culturas, es rica en fibra dietética, minerales como yodo, hierro y calcio, proteínas, ácidos grasos omega-3 y antioxidantes (Quitral, 2012). El producto final elaborado por los estudiantes consistió en una mezcla de carne sazónada preparada a base de atún, cabrilla y alga. Para preservar su frescura, las hamburguesas se sellan al vacío, eliminando el oxígeno y reduciendo el deterioro causado por la oxidación y el crecimiento bacteriano.



Figura 5. Carne para hamburguesa sazónada a base de mezcla de atún, cabrilla y alga.

Chorizo de jurel

El chorizo originalmente es un producto a base de una mezcla de carne de cerdo picada y condimentada con diferentes especias, grasa de cerdo, vinagre y chiles. Los estudiantes desarrollaron un chorizo a base de carne de jurel, manteca de cerdo, especias, chile y vinagre (Figura 6).



Figura 6. Chorizo de jurel.

Patés

El paté es un alimento que se elabora generalmente mezclando carne con una variedad de ingredientes que, combinados, forman una pasta conocida como paté. La palabra "paté" proviene del francés, que significa "masa". Entre los ingredientes utilizados en la preparación del paté se incluye algún tipo de grasa que, junto con los demás componentes, crea una masa untuosa. Esta técnica de procesamiento produce un producto untuoso y conveniente, comúnmente utilizado como aperitivo o acompañamiento de platos principales. A continuación, se detallan algunos de los productos de este tipo elaborados por los estudiantes.

Paté de Caracol

El caracol "panocha" (*Megastraea undosa*) es un organismo herbívoro que se encuentra comúnmente en mares templados, desde Punta Concepción, California, EE. UU., hasta Bahía Magdalena, Baja California Sur. Habita en fondos rocosos y arenosos adyacentes a las rocas, desde la zona intermareal hasta los 30 metros de profundidad en la zona sublitoral. Este organismo está cubierto por una concha cónica en forma de espiral (Casas y Ponce, 1996).

El procesamiento típico del caracol implica cocerlo, salarlo y enlatarlo, y su comercialización se dirige tanto al mercado local, regional y nacional, como al mercado oriental (Island Pacifics, s.f.; Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, S. C. L., s.f.). El producto elaborado por los estudiantes se muestra en la Figura 7.



Figura 7. Paté de Caracol.

Paté de Mejillón y Wakame

El mejillón mediterráneo (*Mytilus galloprovincialis*) es una especie nativa de las costas del Mediterráneo, Mar Negro y Adriático. Su notable capacidad de adaptación lo ha llevado a colonizar diversas regiones fuera de su hábitat natural, incluyendo las costas de países como Australia, Canadá, China, Corea, Irlanda, Estados Unidos de América, Gran Bretaña y México, donde se distribuye ampliamente a lo largo de la costa de Baja California (Gobierno de México, 2021b). Este molusco bivalvo forma comunidades numerosas y coloniza extensas áreas rocosas, adhiriéndose mediante los filamentos del biso que se encuentran en su pie. Los mejillones tienen conchas alargadas y triangulares, con variaciones en color que van desde el negro con matices azules o cafés. La carne de las hembras es de color naranja claro, mientras que la de los machos es de color blanco ostión (Sargazo, s.f.).

Respecto a su cultivo acuícola en México, este se lleva a cabo principalmente en el estado de Baja California, utilizando sistemas de cultivo suspendidos con líneas largas (sistema long-line o línea madre). Sin embargo, la exportación a mercados asiáticos representa un desafío debido a la dependencia del mercado nacional (Gobierno de México, 2021b).

En cuanto a su composición nutricional, el mejillón es una buena fuente de proteínas de calidad, con un contenido de grasa relativamente bajo, proporcionando aproximadamente 60 Kcal por cada 100 g de porción comestible. Destaca su alto contenido de selenio, así como su contribución significativa a la ingesta diaria recomendada de vitamina B₁₂ (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s.f.).

Por otro lado, *Undaria pinnatifida* es un alga parda originaria del noreste asiático, conocida como wakame. El cultivo de wakame se ha desarrollado principalmente en países como Japón, Corea y China. Las hojas de wakame son verdes y tienen un sabor dulce y una textura característica. Son ricas en fibras solubles, minerales como yodo, calcio, potasio y magnesio, así como en proteínas y vitaminas A y B, con un contenido bajo en lípidos. Destaca la presencia de fucoïdanos, polisacáridos estudiados por su efecto inmunoestimulante, antiviral, antiinflamatorio y anticancerígeno, entre otros (Zhao *et al.*, 2018; Koh *et al.*, 2019).

Los mejillones y wakame empleados por los estudiantes para la elaboración de sus productos fueron obtenidos de cultivos acuícolas en Acuicultura Integral S. A. de C. ubicado en Ensenada, Baja California, y en la comercializadora El Sargazo S. A. de C. V. ubicada en El Sauzal de Rodríguez, Baja California (Figura 8).

Otro producto elaborado por los estudiantes en el segundo semestre del año 2023 fue un paté de atún ahumado y camarón, la novedad de su producto más que el procesado como paté, fue el envasado en mangas pasteleras, haciendo un producto muy práctico y llamativo para el consumidor (Figura 9).



Figura 8. Paté de productos del mar.



Figura 9. Paté de atún ahumado y camarón.

Conservas

Las conservas son productos alimenticios que se han tratado con el propósito de ralentizar su deterioro y preservar su calidad y seguridad para el consumo humano durante períodos prolongados. Algunos métodos comunes de conservación incluyen la elaboración de mermeladas, que implica tratamientos como la cocción para reducir la carga microbiana, la adición de altos niveles de azúcar para disminuir la disponibilidad de agua y el envasado en recipientes estériles y herméticos. Otro método es el escabechado, que implica sumergir el alimento en una solución con sal y vinagre como agentes conservantes. La sal deshidrata el alimento, aporta sabor y ajusta el pH, mientras que el ácido acético del vinagre inhibe la reproducción de muchos gérmenes patógenos, aunque no todos. Por ejemplo, el parásito *Anisakis* puede resistir el vinagre durante meses, por lo que es recomendable aplicar un tratamiento térmico al pescado para evitar riesgos. Si el calor afecta las características del producto, otra opción es congelar el pescado a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 72 horas antes del escabechado. Un ejemplo de conserva elaborada por los estudiantes en la exposición del segundo semestre de 2021 fue un escabeche de camarón con especias, zanahorias, chiles californiana, hojas de laurel y aceite de oliva (Figura 10).



Figura 10. Escabeche de camarón.

El camarón utilizado fue *Litopenaeus vannamei*, una especie ampliamente cultivada debido a su rápido crecimiento y facilidad de cría. Esta especie tiene una distribución natural desde Sonora, México, hasta el norte de Perú, y los principales productores de camarón de cultivo son Sinaloa, Sonora y Nayarit, con una producción anual que ronda las 200,000 toneladas (Gobierno de México, 2020).

Pastas

Las pastas son alimentos elaborados a partir de una masa cuyo ingrediente principal es la sémola. Por lo general, esta masa se mezcla con agua, sal, huevo y otros ingredientes, para luego ser cocida en agua hirviendo. Productos del mar como algas, moluscos y crustáceos pueden incorporarse directamente en la mezcla para la preparación de la masa de la pasta o como parte del plato final. Los ñoquis (del italiano "gnocchi") son una pasta típica italiana elaborada con papa, que puede ser preparada en casa o manufacturada. La versión casera se consume fresca el mismo día de su preparación, mientras que la versión industrializada se envasa al vacío en polietileno y se almacena en condiciones de refrigeración, donde puede conservarse durante 2 meses a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ en condiciones adecuadas para el consumo (Alessandrini *et al.*, 2010).

Un recurso pesquero que podría incorporarse a los ingredientes de la masa para la pasta es la almeja generosa (*Panopea sp.*). Este molusco bivalvo se distribuye principalmente en zonas templadas, habitando en fondos blandos arenosos y lodosos desde la zona intermareal hasta el metro de profundidad dependiendo de su longitud (Arámbula-Pujol, 2011). En México, la pesquería de la almeja generosa se inició en el Alto Golfo de California como una actividad prospectiva en 2002 y se estableció como pesquería comercial en 2004. Posteriormente, la actividad se extendió a la costa del Pacífico de la península de Baja California y a la parte central del Golfo de California, donde se extraen dos especies: *P. globosa* en el Golfo de California y *P. generosa* en el Pacífico (González-Pelaez, 2013).

Las entidades en México con cultivos de este organismo incluyen: Sinaloa, Sonora, Baja California y Baja California Sur (Gobierno de México, 2018). Durante la comercialización de la almeja generosa, es crucial cumplir con estándares de calidad, como el estado de las conchas. Una cantidad significativa de almejas se desecha debido al estado de sus conchas (DOF, 2012). Una forma de aprovechar este recurso desechado de manera inmediata es procesarlo para obtener un producto más estable y duradero, lo que permite su comercialización. Estudiantes del semestre 2023-2 elaboraron ñoquis incorporando almeja generosa como parte de los ingredientes de la masa (Figura 11).



Figura 11. Almeja generosa. Ñoquis de almeja generosa.

Expo Productos Acuáticos

Como ya se indicó, los productos acuáticos presentan una gran velocidad de deterioro. Es por ello, que un gran porcentaje de la producción pesquera y acuícola se puede desperdiciar debido a pérdidas de calidad y frescura. Este desperdicio puede ocurrir en varias etapas de la cadena de suministro, desde la captura hasta la distribución y venta al consumidor final. La pérdida de calidad y frescura puede deberse a factores como la falta de infraestructura adecuada de almacenamiento y transporte, la manipulación inadecuada de los productos, o la falta de acceso a mercados adecuados para la comercialización de productos perecederos. Esto representa una oportunidad para los futuros biotecnólogos en acuicultura, ya que pueden desarrollar productos innovadores a partir de métodos de procesamiento y conservación, que conlleven al inicio de un emprendimiento. El emprendimiento es una herramienta valiosa que desarrolla la creatividad y liderazgo en los estudiantes y que tiene la capacidad de impulsar la innovación y desarrollo económico. El PUA de procesamiento de productos acuáticos en conjunto con otros PUAs del plan de estudios actual como “Desarrollo de Pequeñas y Medianas Empresas” y “Planes de Negocios en Acuicultura” conforman un paquete didáctico que les brindan a los estudiantes herramientas para que en su futuro desarrollo profesional tengan la oportunidad no solo de implementar técnicas de cultivo y cultivar y cosechar organismos acuáticos, sino también de aplicar métodos de procesado para poder aportar un valor agregado a sus cosechas y contribuir a al desarrollo económico propio y de la sociedad.

Durante las exposiciones los estudiantes tienen la oportunidad de interactuar con posibles consumidores y de obtener otra perspectiva sobre los productos que están desarrollando. La aceptación de los productos presentados hasta el momento en las Expos de Productos Acuáticos de la FCM ha sido muy bien recibida por la comunidad estudiantil y por representantes de empresas acuícolas. Los planes a futuro para esta actividad son expandir su difusión hacia la comunidad y entidades gubernamentales asociadas a la pesca y la acuicultura como la Secretaría de Pesca y Acuicultura (SEPESCA); incrementar la vinculación con organizaciones dedicadas al apoyo de emprendedores; y fomentar el emprendimiento y apoyo a los proyectos de estudiantes y egresados.

Los proyectos estudiantiles presentados en las diferentes Expos de Productos Acuáticos de la FCM representan una gran oportunidad para la innovación y el emprendimiento, destacando el potencial de esta industria para agregar valor a los recursos acuáticos y contribuir al crecimiento sostenible de la industria pesquera y acuícola.

CONCLUSIONES

El procesamiento de productos acuáticos representa una oportunidad significativa para agregar valor a la industria pesquera y acuícola, ofreciendo beneficios económicos, nutricionales y sociales. A través de proyectos estudiantiles universitarios y programas educativos específicos, como el Programa de Unidad de Aprendizaje (PUA) "Procesamiento de Productos Acuáticos", los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades para innovar en el procesamiento y conservación de productos acuáticos. Los proyectos presentados en la Expo Productos Acuáticos de la Facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California reflejan la diversidad de productos y técnicas de procesamiento utilizadas por los estudiantes. Desde productos ahumados hasta conservas y pastas, los estudiantes demuestran su capacidad para aplicar métodos tradicionales y modernos de procesamiento con el objetivo de mejorar la calidad, prolongar la vida útil y agregar valor a los productos acuáticos.

El uso de materias primas locales, como el jurel, la jaiba, el percebe, el mejillón y el camarón, resalta la importancia de aprovechar los recursos disponibles en la región para el desarrollo de productos innovadores. Además, la integración de ingredientes complementarios, como algas y especias, agrega un valor adicional a los productos finales, tanto en términos de sabor como de beneficios nutricionales. El enfoque en la calidad y la seguridad alimentaria, mediante técnicas de procesamiento y conservación adecuadas, garantiza que los productos acuáticos sean seguros y saludables para el consumo humano. Además de los beneficios económicos derivados del valor agregado de los productos procesados, los proyectos estudiantiles también destacan el potencial para la creación de empleo y el desarrollo económico local. La diversificación de la oferta de productos acuáticos y la promoción del turismo gastronómico en áreas costeras pueden contribuir a la generación de ingresos adicionales y al fortalecimiento de las economías regionales.

En resumen, el procesamiento de productos acuáticos no solo ofrece oportunidades para mejorar la rentabilidad de la industria pesquera y acuícola, sino que también promueve la innovación, el desarrollo económico local y la seguridad alimentaria. A través de la educación y la colaboración entre estudiantes, académicos y actores del sector, es posible aprovechar plenamente el potencial de esta industria para beneficio de las comunidades locales y la sociedad en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Alessandrini, L., Balestra F., Romani S., Rocculi P. and Rosa M. D. 2010. Physicochemical and Sensory Properties of Fresh Potato-Based Pasta (Gnocchi). *Journal of Food Science*, 75(9):S542–S547. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01842.x>.

Arambula-Pujol E. M., García-Juárez A. R., Alcántara-Razo E. y Aragón-Noriega E. A. 2008. Aspectos de biología reproductiva de la almeja de sifón *Panopea globosa* (Dall, 1898) en el Golfo de California. *Hidrobiológica*, 18(2):89-98. <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/889/479>.

Avilés, R. y Castelló L. 2004. Manual para el cultivo de *Seriola lalandi*. Instituto Nacional de Pesca. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/Publicaciones/Manuales/2004-Aviles-y-Castello-Manual-cultivo-Seriola-lalandi.pdf?download>.

Bledsoe, G. E., Bledsoe C. D. and Rasco B. 2023. Caviars and fish roe products. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 43:317-356. <https://doi.org/10.1080/10408690390826545>.

Casas, M. y Ponce G. 1996. Estudio del potencial pesquero y acuícola de Baja California Sur. <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/888>.

Chávez-García, S. 2016. Efecto del suplemento del prebiótico GroBiotic®-A en la dieta sobre el crecimiento, la capacidad digestiva y la respuesta inmune no específica de juveniles de jurel (*Seriola lalandi*). Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/1350/1/245421.pdf>.

Diario Oficial de la Federación DOF. 2012. Plan de Manejo para la Pesquería de Almeja Generosa (*Panopea* spp.) en las costas de Baja California, México. https://dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5240641.

El Cronista. 2022. Más caro que el caviar. <https://www.cronista.com/clase/gourmet/es-mas-carro-que-el-caviar-y-5-personas-mueren-al-ano-intentando-cosecharlo-la-historia-de-los-percebes/>.

El Sargazo (s.f.). Mejillón Mediterráneo. <https://sargazo.com/producto/mejillon-mediterraneo/>.

Fatsecret (s.f.). Atún de Aleta Azul. <https://www.fatsecret.com.mx/calor%C3%ADas-nutrici%C3%B3n/gen%C3%A9rico/at%C3%BAn-de-aleta-azul>.

FEN (s.f.a). Cangrejo de mar. <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/cangrejomar.pdf>.

FEN (s.f.b). Percebe. <https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/percebe.pdf>.

Gaceta-UABC. 2022a. Realizan en Facultad de Ciencias Marinas la 1ra Expo Productos Acuáticos. <https://gaceta.uabc.mx/~gacetaua/tags/expo-productos-acuaticos>.

Gaceta-UABC. 2022b. Realizan en la Facultad de Ciencias Marinas la Expo Productos Acuáticos 2022. <https://gaceta.uabc.mx/~gacetaua/notas/academia/realizan-en-facultad-de-ciencias-marinas-la-1a-expo-productos-acuaticos>.

Gaceta-UABC. 2023. Expo productos acuáticos 2023-1. <https://gaceta.uabc.mx/quehacer/node/1669>.

Expo Ciencias Sociales, Artes y Humanidades ECSAH. 2023. Procesamiento de Productos Acuáticos. Una Opción de Emprendimiento. <https://www.facebook.com/100083037955446/videos/procesamiento%20de%20productos%20acu%C3%A1ticos%20una%20opc%C3%B3n%20de%20emprendimientoel%20v%C3%ADdeo%20muestr/189865777314783/>.

Gobierno de México. 2020. Producción de camarón crece para alimentar a México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/produccion-de-camaron-crece-para-alimentar-a-mexico>.

Gobierno de México. 2021a. El atún aleta azul, el producto pesquero con el mayor valor de la producción en el 2021. <https://www.gob.mx/agricultura/bajacalifornia/articulos/el-atun-aleta-azul-el-producto-pesquero-con-el-mayor-valor-de-la-produccion-en-el-2021?idiom=es>.

Gobierno de México. 2021b. Cabrilla un pez de sabroso sabor. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cabrilla-un-pez-de-sabroso-sabor>.

Gobierno de México. 2021c. Acuicultura Mejillón del Mediterráneo. <https://www.gob.mx/imipas/acciones-y-programas/acuicultura-mejillon-del-mediterraneo>,

González-Peláez, S. S. 2013. Almeja generosa de Bahía Magdalena: dinámica poblacional y consideraciones para el manejo (Tesis doctoral). CIBNOR, La Paz, Baja California Sur. <http://dspace.cibnor.mx:8080/handle/123456789/360>.

IRLSpecies. (s.f.). Menippe mercenaria. <https://irlspecies.org/taxa/index.php?quicksearchtaxon=Menippe+mercenaria&taxon=&formsubmit=Search+Terms>.

Islandpacific (s.f.). https://islandpacific.mercadoshops.com.mx/MLM-2050897306-lata-de-caracol-454gtop-shell-islan-pacific-_JM.

Koh, H., Lu, J., & Zhou, W. 2019. Structure characterization and antioxidant activity of fucoidan isolated from *Undaria pinnatifida* grown in New Zealand. *Carbohydrate Polymers*, 212:178-185. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.02.040>

López, M. J. 2018. Elaboración de propuestas gastronómicas a partir del Percebe (*Pollicipes pollicipes*). Tesis. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. <https://repositorio.ug.edu.ec/bitstreams/90a10c65-dcf1-466f-8b1d-15cd71c87803/download>.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (s.f.). Gobierno de España. Crustáceos y Moluscos. Mejillón. https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/mejillon_tcm30-102425.pdf.

Quitral, V., Morales K., Sepúlveda M. and Schwartz M. 2012. Propiedades nutritivas y saludables de algas marinas y su potencialidad como ingrediente funcional. *Revista Chilena de Nutrición*, 39(4):196-202. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000400014>.

Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera, S. C. L. (s.f.). California de San Ignacio. <https://www.california desanignacio.com/esp/productos/caracolpanochaensalmuera.html>.

Verema (s.f.). ¿Qué es la bottarga?. <https://www.verema.com/blog/productos-gastronomicos/1223593-que-bottarga>.

Viuda-Martos, M. 2023. Productos cárnicos crudo-curados. *NACAMEH* Vol. 17(1):13-27.

Zhao, Y.; Zheng, Y.; Wang, J.; Ma, S.; Yu, Y.; White, W.L.; Yang, S.; Yang, F.; Lu, J. (2018). Fucoidan Extracted from *Undaria pinnatifida*: Source for Nutraceuticals/Functional Foods. *Mar. Drugs*, 16:321. <https://doi.org/10.3390/md16090321>,

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecemos a los ex-estudiantes de la unidad de aprendizaje de Procesamiento de Productos Acuáticos por la información requerida sobre los productos elaborados por ellos para la realización de esta publicación.