

Subproductos de la Pesca para Dietas de Organismos Cultivados: Beneficios, Problemas y Estrategias

Josafat Marina Ezquerra-Brauer

Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Blvd.

Luis Encinas y Rosales s/n, Col. Centro, 83000. Apdo. Postal 1658. Hermosillo,

Sonora. México. E-mail: ezquerra@guayacan.uson.mx

Resumen

En los últimos años, los aspectos medioambientales de las actividades de cultivo son uno de los temas más debatidos y estudiados, especialmente al tratar con los residuos y sub-productos. Estos sub-productos son ricos en compuestos químicos y biológicos, como minerales, lípidos, amino ácidos, polisacáridos y proteínas, que pueden ser aprovechados en diferentes industrias, siendo una de ellas la acuicultura. Al recuperarse y aprovecharse eficientemente estos compuestos se reduce el impacto ambiental que generan y se contribuye a mejorar el manejo de los residuos en las empresas de la acuicultura. En este trabajo se hace una revisión de lo que se ha publicado sobre estos aspectos, discutidos y analizados en función de los triunfos y fracasos, las estrategias establecidas para mejorar los resultados obtenidos, para finalizar con estrategias futuras. La literatura revisada establece que es prioritario buscar nuevos sustitutos de la harina de pescado, sobre todo cuando en la actualidad se cuenta con información de la digestibilidad y eficiencia proteica de algunas especies de interés comercial, y la gama de nuevos productos que permiten mejorar el papel de las enzimas digestivas de los organismos. Dentro de las alternativas planteadas como fuente de proteína alternas son los subproductos de la pesca.

Palabras clave: *subproductos, dietas, enzimas*

Abstract

In the last few years, environmental aspects of the farming activities are one of the more debated and studied topic, especially when treating with residues and by-products. By-products are source of several chemical and biological compounds, like minerals, lipids, amino acids, polysaccharides and proteins from marine sources have unique features, which can be employed in many applications, suitable for aquaculture applications. Recovering these substances contributing to reduce negative effects on environmental and to improve the management of the residues in the aquaculture enterprises. This review updates information and conveys analysis of success and failure with a focus on this issue, how to face the problems, and the future trends. The literatures reviewed establish that it is important to replace the fishmeal component of fish feeds mainly due to nowadays it is known the digestibility and protein requirements and the relevance of digestive enzymes of several commercial species. Seafood by-products produced during the production phase are a relevant product opportunity for utilization this product as source of protein.

Keywords: *byproducts, diets, enzymes*

Introducción

La gran mayoría de las operaciones pesqueras destinadas a la producción de mariscos y pescados para consumo humano generan residuos, denominados subproductos (Shahidi, 2006). Los subproductos del procesamiento de la industria pesquera son fuentes valiosas de componentes (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008), por lo que estos residuos pueden recuperarse y aprovecharse eficientemente no sólo para reducir el impacto ambiental que generan, sino que también tienen o pueden tener un uso potencial en acuicultura (Shahidi, 2006).

Los resultados de varias investigaciones que hay sobre el valor nutritivo de los subproductos de la pesca para acuicultura, indican que las proteínas de estos subproductos son ingredientes con un excelente valor nutritivo para el cultivo de organismos (Shahidi 2006; Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008; Cruz-Suárez, Rique-Marie, Martínez-Vega, & Wesche-Ebeling, 1993; Hernández, Olvera-Novoa, Smith, Hardy & González-Rodríguez, 2011; Lian, Lee, & Park, 2005).

Hay varios puntos a considerar antes de la utilización de los subproductos entre ellos, el manejo y procesamiento que se les dé, para asegurar la calidad nutricia de los mismos. La idea central de este trabajo es revisar los problemas que se han tenido para la obtención de los subproductos de la pesca y evaluar su aplicación en la acuicultura, así como el de las estrategias que se han seguido para solventar dichos problemas.

El sector de la acuicultura a nivel mundial desde hace ya varios años presenta una fuerte expansión, lo que implica un constante aumento en la generación de residuos y subproductos (bajas, cabezas y vísceras, heces, conchas, caparazones, envases y embalajes, etc.). Sin embargo hay que hacer notar que hay una escasa disponibilidad de infraestructuras necesarias y dificultades técnicas para una correcta gestión de dichos residuos lo que supone un problema ambiental, económico y de cumplimiento de la legislación por parte de las empresas acuícolas. Esto último es importante mencionar ya que, la normativa actual en varios países, sobre los subproductos de la pesca a raíz de las

crisis alimentarias, presenta exigencias muy estrictas sobre la adecuada gestión y control de éstos (Gallé, Macías, Rodríguez, Zufía & Revuleta, 2007).

En cuanto a la gestión de residuos y subproductos por parte de las empresas va a depender principalmente del tipo de residuo, pero en general es un aspecto que no constituye para las empresas una prioridad absoluta sino relativa en función de lo problemático que sea el residuo principal de cada granja. En este sentido, considerando que de los subproductos animales no destinados al consumo humano más destacables son caparazones y conchas, uno de los principales campos de acción pasa por aplicar técnicas de minimización y buscar posibilidades reales de valorización de los residuos en aras a reducir los costes asociados a la gestión (Gallé, Macías, Rodríguez, Zufía & Revuleta, 2007).

Por otro lado, la tendencia a sustituir ingredientes de origen marino de alta demanda y costo como la harina de pescado, nuevos sustitutos de la harina de pescado se ha hecho prioritario en los últimos años, sobre todo cuando en la actualidad se cuenta con información de la digestibilidad y eficiencia proteica de algunas especies de interés comercial, y la gama de nuevos productos que permiten mejorar el papel de las enzimas digestivas de los organismos (Reynier Valdez, 2005).

Lo antes mencionado ha implicado que se requiera determinar qué recursos deben ser explotados para ese fin, con el fin de minimizar el impacto negativo en grandes zonas de pesca y del hábitat que en conjunto con la biota permitan que exista un equilibrio. Por ello, actualmente se lleva a cabo la evaluación de los subproductos y desechos originados por la agroindustria para obtener sustitutos de las fuentes convencionales de proteína (soya y harina de pescado, entre otras). El uso de tales residuos permitiría a escala mundial disminuir su acumulación, así como los problemas de manejo y disposición en beneficio de la calidad del ambiente (Hernández Vergara, Olvera Novoa, Pérez Rostro, Clemente del Río & Ochoa Urquijo, 2009).

Así mismo se debe proponer sustitutos parciales o totales para la harina de pescado, que permitan generar dietas digeribles y sobre todo asimilables, como ha sido el caso de los

ensilados de subproductos pesqueros, los cuales se ha reportado que presentan una calidad nutrimental adecuada, son de fácil preparación y su materia prima es además de bajo costo, abundante (Balsinde Ruano, Fraga Castro & Galindo López, 2004; Hernández Vergara *et al.*, 2009).

En este trabajo se hace una revisión de lo que se ha publicado sobre la gestión de los subproductos de la pesca, abordando principalmente dos aspectos:

- (1) La caracterización de las sustancias generadas durante la fase de la producción.
- (2) La gestión de los residuos en acuicultura.

Los trabajos serán discutidos y analizados en función de los triunfos y fracasos, así como de las estrategias establecidas para mejorar los resultados obtenidos. Para finalizar con estrategias futuras.

Industria acuícola y generación de sub-productos

En los últimos años, los aspectos medioambientales de las actividades de cultivo son uno de los temas más debatidos y estudiados, especialmente al tratar con los residuos y subproductos de la actividad.

La definición de desecho o subproducto en la industria pesquera varía según la especie así como por los métodos de manejo postcosecha y de procesamiento; sin embargo generalmente son considerados como desechos la cabeza, huesos, piel y vísceras (Kristbergsson & Arason, 2007).

Se ha establecido que de la gran mayoría de las operaciones pesqueras, destinadas a la producción de mariscos y pescados para consumo humano, un 60% de lo capturado es manejado como residuos (Shahidi, 2006). Estos desechos, dependiendo de sus características y de los hábitos alimentarios de cada país, se arrojan al medio ambiente y aumentan la contaminación.

Sin embargo, los subproductos del procesamiento de la industria pesquera son fuentes valiosas de componentes tales como proteínas, pigmentos, vitaminas, minerales y enzimas (Arvanitoyannis & Kassaveti, 2008), por lo que estos residuos pueden recuperarse y aprovecharse en forma eficiente no sólo para reducir el impacto ambiental que generan, sino que también tienen o pueden tener un uso potencial en alimentos, fármacos y otras

aplicaciones en la acuicultura, agricultura e industria en general, convirtiéndose en coproductos y llegan a representar, en algunos casos, un excelente campo de oportunidades de negocio (Shahidi, 2006). Entre ellas, la utilización de los sub-productos para la alimentación animal, ya que representan una fuente importante de proteína de alta calidad así como de energía (Kassaveti & Arvanitoyannis, 2008).

Recuperación de proteínas de los sub-productos

La recuperación de proteínas a partir de los desechos de la pesca puede hacerse mediante la aplicación de diversos métodos, los cuáles pueden ser mediante procesos mecánicos, de extracción, o bien por la aplicación de procesos de hidrólisis (Taylor & Himonides, 2007) buscándose aplicar tecnologías simples y de bajo costo. El primer uso que se les da a los sub-productos de la pesca es para la obtención de harinas y aceites, los cuales se destinan a la elaboración de alimentos en acuicultura (Bechtel, 2006). Sin embargo, por diversas razones, en ocasiones no es conveniente transformar los sub-productos en harina. Por ejemplo, cuando la materia prima no está cerca de las plantas procesadoras y por cuestiones económicas no conviene transportarla, otro caso es cuando la planta está en su máxima capacidad y no admite más material, o por restricciones de calidad establecidas por la compañía (Windsor & Barlow, 1981). En cualquier de estas condiciones u otras, es conveniente considerar otro tipo de tecnologías para la transformación de los dichos sub-productos pesqueros. Dentro de las alternativas más reportadas son la obtención de ensilados e hidrolizados, de los cuáles se hablará con más detalle a continuación.

Ensilados

El uso de ensilados en la alimentación durante el cultivo de organismos ha sido ampliamente estudiado, esto se atribuye a la similitud que hay entre esta proteína con la del organismo, así mismo por los bajos costos de producción, sobre todo cuando se compara con los de la harina de pescado (Shira, 2006).

El ensilado es un alimento proteico, de alta humedad y de fácil preservación puede definirse como un producto líquido pastoso obtenido a partir de la acción de las enzimas sobre el pescado entero, partes o residuos y es comúnmente usado como componente de raciones alimenticias para animales.

Los ensilados biológicos se basan en la fermentación ácido-láctica y se ha elaborado con especies de pescado de bajo valor comercial, desechos de peces marinos y del pescado de las industrias (Vidotti, 2003). En su elaboración se han empleado, como inóculo, distintas cepas de bacterias ácido-lácticas y melaza como fuente de carbohidratos (Cira, Huerta, Hall & Shirai, 2002; Plascencia-Jatomea Olvera-Novoa, Arredondo-Figueroa, Hall & Shirai, 2002; González & Marin, 2005; Ramírez-Ramírez, Huerta, Arias, Prado & Shirai, 2008).

Los ensilados pueden presentar diversas especificaciones, en términos del contenido de aminoácidos, digestibilidad, palatabilidad, dependiendo de la materia prima, del proceso de producción empleado y del nivel de inclusión en la dieta (Balsinde Ruano *et al.*, 2003). Los ensilados se han obtenido principalmente a partir de la cabeza, vísceras y otros desechos que se generan de la industria pesquera, en forma seca o húmeda (Balsinde Ruano *et al.*, 2003, Llanes Iglesias, Toledo Pérez & Lazo de la Vega, 2006; Hernandez Vergara *et al.* 2009). El proceso de obtención de ensilados en general se considera bastante sencillo (Figura 1) e incluso al igual que durante la obtención de la harina de pescado, se puede obtener también aceite, el cual por sus propiedades podría ser aprovechado dentro de la industria de acuicultura.

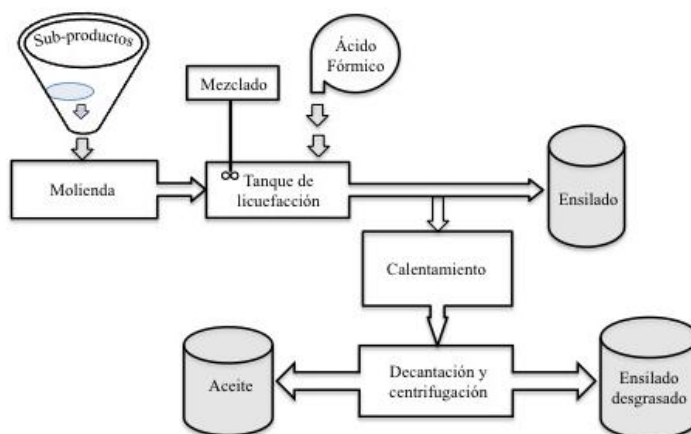


Figura 1. Diagrama general que muestra el proceso de obtención de ensilados

Adaptado de: Windsor & Barlow, 1981.

Las investigaciones sobre los atributos de los ensilados de los sub-productos de la pesca en el desarrollo de organismos cultivados han sido un tópico que comenzó a manejarse desde ya algunos años. Son numerosos los estudios realizados en los cuáles se ha establecido que los ensilados de los sub-productos de la pesca pueden ser utilizados con éxito en el cultivo de diferentes organismos, en la tabla 1 se muestran algunos casos de éxito. En general se reporta que hay una mejora en los diversos parámetros utilizados como indicadores, al compararse dietas tradicionales contra aquellas que contienen ensilados. Los efectos benéficos dependieron principalmente del proceso y del nivel de inclusión.

Tabla 1. Inclusión de ensilados en el desarrollo de organismos cultivados

Organismo	Indicador	Tratamiento		
		Control	Ensilado Químico	Ensilado Biológico
Tilapia ¹	Peso final (g)	30 ^a	29.9 ^a	29.6 ^a
	Supervivencia (%)	96 ^a	95 ^a	97 ^a
Camarón ²	Peso final (g)	2.45 ^b	3.24 ^a	-
	Supervivencia (%)	97 ^a	100 ^a	-
Microalgas ³	Rendimiento (g/L)	1.6 ^b	-	2.85 ^a
	Productividad volumétrica (g/L)	0.97 ^b	-	1.69 ^a
¹ Llanes, Toledo, Savon & Gutiérrez (2012) ² Fraga-Castro & Jaime-Ceballos (2011) ³ Sánchez-Torres, Juscamiat-Morales, Vargas-Cardenas & Oliveros-Ramos (2008)				

Los ensilados como cualquier proceso e insumo presentan ventajas y desventajas cuando son comparados con las harinas (Tabla 2) una de las más críticas es su vida de anaquel. El tiempo de almacenamiento afecta negativamente la preservación de los ensilados, durante el almacenamiento se ha visto que presentan procesos deteriorativos relacionados con la oxidación de lípidos, sobre todo si se utilizaron desechos de organismos ricos en grasa, esta oxidación a su vez induce que las proteínas formen complejos, indisponiendo así algunos aminoácidos (Ferrz de Arrada, 2007) de ahí que se recomienda su uso casi inmediato.

Tabla 2. Algunas ventajas y desventajas de harinas, ensilados e hidrolizados de los sub-productos de la pesca

Producto	Ventajas	Desventajas
Harina	• Balance adecuado de aminoácidos y ácidos grasos. • Vida de anaquel prolongada • Tiempo de obtención cortos • Fácil distribución • Mercado ampliamente establecido	• Altos costos de inversión • Equipo especializado • Olores desagradables durante la producción.
Ensilados	• Balance adecuado de aminoácidos y ácidos grasos. Contenidos más elevados de lisina y menor contenido de azufre. • Bajos costos de inversión • Producción flexible • Opción muy viable donde la disponibilidad de pescado es baja. • No se han reportado efectos adversos aún.	• Equipo especializado • Tiempo de obtención de la menos 5 días • Alta susceptibilidad a la oxidación • Olores desagradables durante la producción. • Altos costos para su distribución • Comercialización limitada • Producción local
Hidrolizados	• Balance adecuado de aminoácidos. • Alta actividad protectora • Atractantes • Vida de anaquel prolongada • No se detectan olores muy intensos durante la producción • Fácil distribución • Amplio mercado	• Costos de inversión y producción pueden ser elevados. • Tecnología más especializada • Tiempo de obtención de al menos 2 días. • Requiere tratamientos posteriores. • Pueden presentar efectos adversos en los organismos dependiendo del grado de hidrólisis, materia prima y porcentaje de inclusión

Hidrolizados

La hidrólisis proteica consiste en la rotura del enlace peptídico y en consecuencia la generación de péptidos de menor tamaño o incluso de aminoácidos libres si no hay control adecuado de la hidrólisis (Vioque, Clemente, Pedroche, Yust & Millan, 2001). Son varias las actividades biológicas que han sido descritas en diferentes hidrolizados proteicos, algunas de ellas se muestran en la tabla 3. Además presentan propiedades funcionales, como la de formar soluciones de baja viscosidad, buena solubilidad, no imparten sabor aún a altas concentraciones, poseen alta capacidad emulsificantes y espumante, por lo que poseen diferentes aplicaciones en la industria alimentaria (Van der Ven, Muresan, Gruppen, De Bont, Merck & Voragen, 2002).

Tabla 3. Actividad biológica y funcional de hidrolizados de origen marino

Especie	Enzima	Propiedad	Referencia
Pescado de bajo valor económico	Papaína y Flavorasa	Antioxidante y Antibacteriana	1
Lenguado	Alcalasa	Antioxindante Espumante Emulsificante	2
Cazon (<i>Mustelus mustelus</i>)	Tripsina, Pepsina	Antioxidante	3
Salmon atlántico (<i>Salmo salar</i>)	Pepsina, Pancreatina, Termolisina	Antihipertensivo Antioxidante	4
Calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>)	Alcalasa	Antihipertensivo	5
¹ Deng, Huo, & Xie (2008) ² Gimenez, Aleman, Montero, & Gomez-Guillen (2009) ³ Bougatef, Hajji, Balti, Lassoued, Triki-Ellouz, & Nasri (2009) ⁴ Nakajima, Yoshie-Stark & Ogushi (2009) ⁵ Alemán, Giménez, Pérez-Santin, Gómez-Guillen, & Montero (2011)			

Por los efectos benéficos que han sido detectados en diversos organismos por el uso de los hidrolizados obtenidos a partir de productos marinos es como insumo durante el desarrollo y crecimiento de diversos animales acuícolas. En diversos estudios realizados principalmente peces y camarones, se ha visto que la adición de hidrolizados puede generar altos niveles de de compuestos nitrogenados activos de bajo peso molecular, específicamente (péptidos, nucléotidos, derivados de aminoácidos), los cuáles favorecen el desarrollo de los organismos. Algunos estudios se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Inclusión de hidrolizados en el desarrollo de organismos cultivados

Organismo	Indicador	Tratamiento	
		Control	Hidrolizado
Larvas de Lenguado ¹	Peso final (g)	29.8 ^a	26.2 ^a
	Supervivencia (%)	81 ^b	92 ^a
Camarón ²	Peso final (g)	4.9 ^b	4.8 ^a
	Supervivencia (%)	76 ^a	68 ^a
	Sabor	80 ^b	90 ^a
¹ Lian, Lee & Bengtson (2008)			
² Sánchez-Sánchez (2010)			

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas y por tanto los usos de los hidrolizados, dependen de la enzima que se utilice, el grado de hidrólisis y las condiciones en las que se desarrolle la reacción (pH, temperatura, tiempo de reacción) (Dzwolak & Ziajka, 1999). Los métodos de hidrólisis proteica más frecuentemente usados son la hidrólisis enzimática, la hidrólisis ácida y una combinación de ambas, sin embargo estos aunque dan procesos con mayor control, también pueden implicar mayores gastos o producción de residuos, por lo que una alternativa es mediante el uso de las enzimas propias del organismo, la autohidrólisis, ya que distintos estudios han encontrado la presencia de alta actividad enzimática, específicamente proteasas, en músculo y vísceras de calamar (Leblanc & Gill, 1982; Rodger, Weddle, Carig, & Hastings, 1984; Sugiyama, Kousu, Hanabe, & Okuda, 1989). En estudios llevados a cabo en *Loligopalei* se estableció que los subproductos de esta especie de calamar (músculos y vísceras) al ser perfectamente molidos se hidrolizaron completamente los tejidos por acción de las enzimas endógenas presentes (Lian, Lee, C. & Park, 2005). El esquema general de la obtención de hidrolizados se muestra en la figura 2.

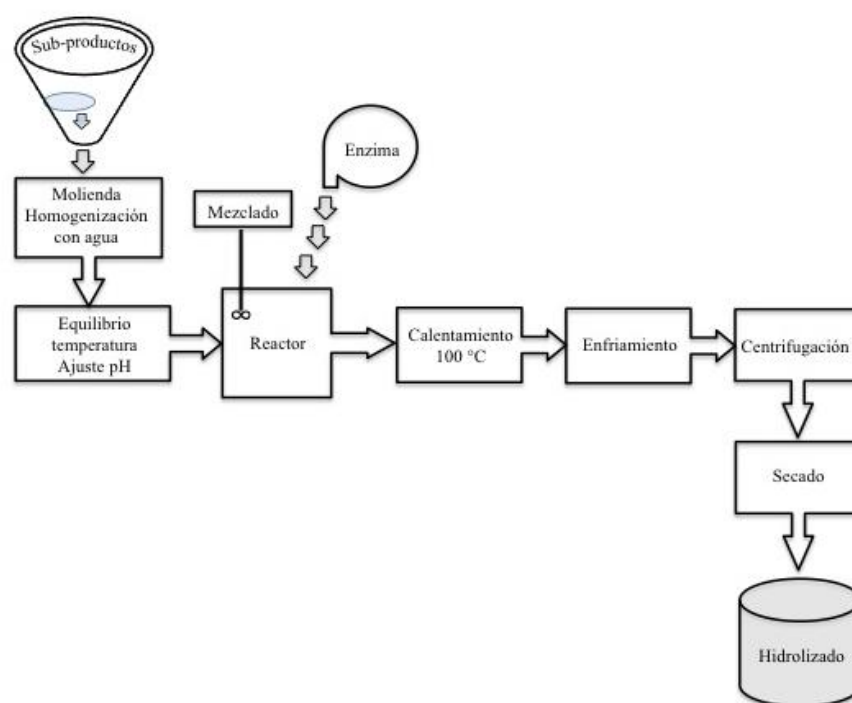


Figura 2. Diagrama general que muestra el proceso de obtención de hidrolizados.
Adaptado de: Ezquerra-Brauer, Cuevas-Acuña, Márquez-Ríos, Robles-Sánchez & Torres-Arreola (2013).

Los efectos benéficos atribuidos a los hidrolizados en el desarrollo de los organismos cuando sus dietas son suplementadas con hidrolizados de pescado no se discuten, sin embargo, hay que hacer mención que también se han observado algunas desventajas de los mismos (Tabla 2), como los efectos adversos en el organismo al momento de incluirlos en una dieta. Los efectos adversos detectados son debido a la gran cantidad de péptidos de bajo peso molecular y/o a la elevada presencia de compuestos como la histamina y nitrógeno volátil total, lo cual puede inducir un desbalance en el aprovechamiento de los aminoácidos y afectar el desarrollo de los organismos (Córdova-Murueta & García-Carreño, 2002; Lian, 2008). Finalmente, durante la obtención de los hidrolizados es importante considerar el grado de hidrólisis de los mismos, ya que esto puede modificar el perfil de aminoácidos y ácidos grasos.

Conclusiones

Los subproductos debido a sus propiedades pueden ser aprovechados en acuicultura. El progreso en el desarrollo de los productos a partir de los subproductos de la pesca debe venir integrado, considerando varios aspectos, tanto tecnológicos, cómo ambientales. El futuro de la utilización de los subproductos de la pesca es promisorio, que con una correcta orientación y aplicación de la tecnología adecuada puede propiciar grandes avances en términos de una correcta utilización de los recursos marinos y manteniendo un crecimiento sustentable.

Tendencias Futuras

El campo de los sub-productos de la pesca existe una gama muy amplia de opciones de estudio que deben ser exploradas con el fin de potencializar aún más su uso como ingredientes en el cultivo de organismos, entre ellas se podrían mencionar:

1. Continuar evaluando diferentes sub-productos como insumos en la elaboración de dietas con el fin de reducir costos. Aunque la harina de pescado y el aceite son los ingredientes ideales para utilizarse como ingredientes, se puede ganar más utilizando otras fuentes de proteínas y de obtención de los aceites, como el caso de los ensilados.
2. Desarrollar nuevo productos a partir de los sub-productos de la pesca y separar sus componentes, como se ha hecho ya con la cabeza de camarón, de la cual además de harina, se han obtenido los carotenoides.
3. La extracción de diferentes bio moléculas a partir del procesamiento de los sub-productos, como el caso de la obtención de péptidos con actividad bilógica detectada en los hidrolizados y que pueden llegar a potenciar el sistema inmune de los organismos cultivados.
4. Desarrollar procesos más económicos y viables que pueden ser aplicados al aprovechamiento de los sub-productos en localidades que no puedan soportar altas tecnologías por el consumo energético que esto implica.

Referencias

- Alemán, A., Giménez, B., Pérez-Santin, E., Gómez-Guillen, M.C. & Montero, P. (2011). Contribution of Leu and Hyp residues to antioxidant and ACE-inhibitory activities of peptide sequences isolated from squid gelatin hydrolysate. *Food Chemistry*, **128**, 334-341.
- Arvanitoyannis, I. S. & Kassaveti, A. (2008). Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *International Journal of Food Science and Technology* **43**, 726-745.
- Balsinde Ruano, M.P., Fraga Castro, I., Galindo López, J. (2003). Inclusión de ensilado de pescado como alternativa en la elaboración de alimento extruido para camarón de cultivo (*Litopenaeus schmitti*). II Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura 2003. <http://www.civa2003.org>, 303-309.
- Bougatef, A., Hajji, M., Balti, R., Lassoued, I., Triki-Ellouz, Y., & Nasri, M. (2009). Antioxidant and free radical-scavenging activities of smooth hound (*Mustelus mustelus*) muscle protein hydrolysates obtained by gastrointestinal proteases. *Food Chemistry*, **114**, 1198-1205.
- Cira, L. A., Huerta S., Hall, G. M. & Shirai, K. (2002). Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. *Process Biochemistry* **37**, 1359-1366.
- Córdova-Murueta, J.H. & García-Carreño, F.L. (2002). Nutritive value of squid and hydrolyzed protein supplement in shrimp feed. *Aquaculture*, **210**, 371-384.
- Cruz-Suárez, L.E., Rique-Marie, D., Martínez-Vega, J.A. & Wesche-Ebeling, P. (1993). Evaluation of two shrimp-by product meals as protein sources in diet for *Peanus vannamei*. *Aquaculture* **115**, 53-62.
- Deng, S. G., J. C. Huo, & C. Xie. (2008). Preparation by enzymolysis and bioactivity of iron complex of fish protein hydrolysate (Fe-FPH) from low value fish. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, **26**, 300-306.
- Ezquerro-Brauer J.M., Cuevas-Acuña D.A., Márquez-Ríos E., Robles-Sánchez M. & Torres-Arreola W. (2013). Actividad biológica de hidrolizados enzimáticos de especies marinas En: *Avances de Ciencia y Tecnología Alimentaria en México*. J.A. Ramirez de Leon, R., Uresti Marin, M.L., Aldana Madrid, Mg. G. Loarca Piña (Editores) pp 143-160. Editorial Plaza y Valdés. Madrid, España.
- Fraga-Castro, I. & Jaime-Ceballos, B. (2011) Efecto de ensilados de pescado e hígado de tiburón en el crecimiento de *Litopenaeus schmitti*, en sustitución de la harina y aceite de pescado. *Revista Electrónica de Veterinaria*, **12**, 1-15.
- Gimenez, B., Aleman, A., Montero, P., & Gomez-Guillen, M. C. (2009). Antioxidant and functional properties of gelatin hydrolysates obtained from skin of sole and squid. *Food Chemistry*, **114**, 976-983.
- González, D., Marín, M. (2005). Obtención de ensilados biológicos a partir de los desechos del procesamiento de sardinas. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias de LUZ* **15**, 560-567.
- Hernández Vergara M.P., Olvera Novoa M.A., Pérez Rostro C.I., Clemente del Río I.S., Ochoa Urquijo I.J. (2009). Uso de ensilados de subproductos pesqueros en dietas para organismos acuícolas. *Avances en la Investigación Agrícola Pecuaria, Forestal y Acuícola en el Trópico Mexicano 2009*. 21-28.

- Hernández, C.; Olvera-Novoa, M.A.; Smith, D.M.; Hardy, R.W. y González-Rodríguez, B. (2011). Enhancement of shrimp *Litopenaeus vannamei* diets based on terrestrial protein sources via the inclusion of tuna by-product protein hydrolysates. *Aquaculture*, **317**, 117-123.
- Leblanc, E. L. & Gill, T.A. (1982). Comparative study of proteolysis in short-finned (*Illex illecebrosus*) and long-finned (*Loligo pealeii*) squid. *Compound Biochemistry and Physiology B: Biochem. Molecular Biology* **73**, 201-210.
- Lian, P, Chong, M.L., Bengston, D. (2008). Development of squid-hydrolysate based larval diet and its feeding performance on summer flounder, *Paralichthys dentatus*, larvae. *Journal of World Aquaculture Society* **39**, 196-204.
- Lian, P.Z., Lee, C.M. & Park, E. (2005). Characterization of squid processing byproduct hydrolysate and its potencial as aquaculture feed ingredient. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, **53**, 5587-5592.
- Llanes, J., Toledo, J., Savon, L. & Guitérrez, O. (2012). Utilización de silos pesqueros en la formulación de dietas semi-húmedas para tilapias rojas (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* **1**, 67-72.
- Nakajima, K., Yoshie-Stark, Y., & Ogushi, M.. (2009). Comparison of ACE inhibitory and DPPH radical scavenging activities of fish muscle hydrolysates. *Food Chemistry*, **114**, 844-851.
- Plascencia-Jatomea, M., Olvera-Novoa, M. A., Arredondo-Figueroa, J. L., Hall, G. M. and Shirai, K. (2002). Feasibility of fishmeal replacement by shrimp head silage protein hydrolysate in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) diets. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **82**, 753-759.
- Ramírez-Ramírez, J.C., Huerta, S., Arias, L. Prado, A. y Shirai, K. (2008). Utilization of fisheries by-catch and processing wastes for lactic acid fermented silage and evaluation of degree of protein hydrolysis and in vitro digestibility. *Revista Mexicana de Ingeniería Química* **7**, 1-10.
- Rodger, G., Weddle, R.B., Carig, P. & Hastings, R. (1984). Effect of alkaline protease activity on some properties of comminuted squid. *Journal of Food Science*, **49**, 117-119.
- Sánchez-Torres, H., Juscamaita-Morales, J., Vargas-Cardenas, J. & Oliveros-Ramos, R. (2008). Producción de la microalga *Nannochloropsis oculata* (Droop) Hibberd en medios enriquecidos con ensilado biológico de pescado. *Ecología Aplicada*, **1**, 149-158.
- Sánchez Sánchez, A. (2011). *Obtención de un Hidrolizado de Calamar Gigante y su uso Potencial como Ingrediente en Alimento para Acuicultura*. Tesis de Maestría. Universidad de Sonora. México.
- Shahidi, F. (2006). *Maximising the Value of Marine by-Products*, Shahidi, F. (Editor), CRC Press, St. Johns, Canada
- Shirai, K. 2006. Situación actual y perspectivas del uso de ensilado de subproductos pesqueros en la alimentación de organismos acuáticos cultivados. p. 420-433. En: *Avances en nutrición acuícola. VIII Simposium Internacional de Nutrición Acuícola* Cruz Suárez, L. E., M. Denis Ricque, M. Tapia Salazar, M. G. Nieto López, D. A. Villarreal Cavazos, A. C. Puella Cruz y A. García O. (Editores).. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N. L., México.

- Sugiyama, M., Kousu, S., Hanabe, M. & Okuda, Y. (1989). *Chemical properties in utilization of squid*. Oxonian Press: New Delhi-India.
- Van der Ven, C., Muresan S., Gruppen, H., De Bont, D.B.A., Merck K.B. & Voragen, A.G.J. (2002). EFTIR Spectra of whey and casein hydrolysates in relation to their functional properties. *Journal Agriculture and Food Chemistry*, **50**, 6943-6950.
- Vidotti, R. M., Carneiro, D., Macedo-Viegas, E. & Carneiro, D. J. (2003). Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology* **105**, 199-204.
- Vioque, J., Clemente, A., Pedroche, J., Yust, M. D. M., & Millan, F. (2001). Obtención y aplicaciones de hidrolizados protéicos. *Grasas y Aceites*, **52**, 132-136.
- Windsor, M. & Barlow, S. (1981). *Introduction to fishery by-products*. Fishing News Books Ltd. England. pp. 183