



ESTRATEGIAS

para obtener proteína a partir de
productos y sub-productos
de la pesca normalmente no aprovechados

Strategies to obtain protein from fishery
products and by-products usually not exploited

Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 22-31. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0002>

Julio Humberto Córdova Murueta *, María de los Ángeles Navarrete del Toro y Fernando García Carreño

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C., Av. Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo
de Santa Rita Sur, La Paz, B.C.S. 23096, México.

E-mail: jcordova@cibnor.mx

Resumen

Se presenta una descripción de dos métodos utilizados para obtener proteínas de origen marino de alto valor nutricional a partir de desperdicios de la pesca o de especies de bajo valor que normalmente no son aprovechadas. En el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha contribuido para el mejoramiento de las metodologías utilizadas a nivel mundial utilizando como materia prima a las vísceras derivadas del procesamiento de bivalvos, calamares, peces y muchos otros, que fácilmente se pueden incorporar a procesos para la obtención de proteína y otros productos con potencial para dar valor agregado.

Palabras clave: Concentrados de proteína, desperdicio de pesquerías, valor agregado.

Abstract

This study provides a description of two methods used to obtain marine proteins of high nutritional value from fishery waste or low-value by-products. The Biochemistry Lab from Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) has contributed to the improvement of worldwide methodologies using as raw material the viscera from processing bivalves, squid, fish and many other by-products, which can be easily incorporated into processes for obtaining protein and other products with added-value potential.

Key words: protein concentrate, fishery waste by-products, value-added.

Antecedentes

La industria pesquera del noroeste de la República Mexicana representa una de las principales actividades económicas de la región. De acuerdo a estadísticas de pesca, cuatro estados de la región Noroeste de México producen el 69% del volumen de total de la producción de México (Juárez-Torres *et al.*, 2007). En nuestro país existe materia prima de origen marino con potencial de aprovechamiento: especies de bajo valor comercial o de captura incidental, como en el caso de la pesquería de camarón, que no son de interés y devueltas sin vida al mar produciendo contaminación y afectando la ecología; 114,000 toneladas de peces, crustáceos y moluscos al año (Lopez-Martinez *et al.*, 2010).

Otra fuente importante de materia prima son las vísceras derivadas del procesamiento de bivalvos, calamares, crustáceos y peces, que fácilmente se pueden incorporar a procesos con potencial para generar productos con valor agregado o

para producir alimentos para animales (entre otras posibilidades). Se sabe que los desechos de la industria pesquera pueden llegar hasta el 75% de la captura, dependiendo de la especie y el proceso aplicado (Rustad *et al.*, 2011).

Los subproductos de la pesca (desechos) resultan ser fuentes valiosas de componentes como proteínas, colágeno, polisacáridos, aceites, pigmentos, vitaminas, minerales y enzimas entre otros (Arvanitoyannis y Kassaveti, 2008; Stepnowski *et al.*, 2004; Gómez-Guillén *et al.*, 2011). Tienen o pueden tener un uso potencial en alimentos, fármacos y aplicaciones en acuicultura, agricultura e industria. Esta posibilidad debe contemplarse como una oportunidad para la reducción de costos de producción de las distintas pesquerías, así como incremento de la disponibilidad y posible comercialización de nuevos compuestos y productos a partir de subproductos de la pesca; sin embargo, con frecuencia el tratamiento que se les da no es siempre el adecuado y hace que la utilidad de esos productos se vea reducida, tal es el caso de las llamadas “harinas de pescado” que son expuestas a muy altas temperaturas, lo cual reduce su utilidad (Córdova-Murueta *et al.*, 2007).

El grupo Bioquímica del CIBNOR ha trabajado por un par de décadas en el establecimiento de técnicas para la recuperación de proteína y otros subproductos de la industrialización de la pesca (De-la-Fuente-Betancourt *et al.*, 2009; Córdova-Murueta *et al.*, 2013; Rocha-Estrada *et al.*, 2010). El mismo grupo de investigación también ha desarrollado métodos para evaluar uno de los aspectos más importantes de calidad de productos proteicos y alimentos fabricados con estos ingredientes; la digestibilidad de la proteína contenida, ya que algunos métodos como el de la elaboración de “harinas” utilizan excesivo calor en su producción, lo que hace difícil su digestión y aprovechamiento.

En el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha desarrollado un método que ayuda a determinar la calidad de la proteína

obtenida y que puede substituir a la evaluación directa en animales y que además es tardada (semanas), tediosa, costosa y sujeta a variables ambientales. El método se basa en el uso de las enzimas digestivas del organismo que se pretende alimentar el cual fue probado y demostrado en una investigación realizada en el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR (Ezquerro-Brauer *et al.*, 1997). Siendo la proteína una de las moléculas nutritivas más importantes que necesitan los seres vivos, es importante que se investigue la manera de obtener su máximo aprovechamiento, tanto en la forma como se asimila en el sistema digestivo y la forma de mantener un abasto suficiente para las necesidades de humanos y animales.

Con esta finalidad se han desarrollado procesos como el de producción de surimi para recuperar y darle uso a proteínas de los productos y subproductos de la pesca. En estos procesos se incluyen organismos marinos con nulo o bajo valor comercial, por lo que la obtención de

proteína de este tipo de materia prima resulta ventajoso y de suma importancia para el máximo aprovechamiento de los recursos pesqueros. En este documento vamos a explicar dos métodos muy atractivos para la obtención de proteína de calidad a partir de productos de la pesca: hidrólisis enzimática y solubilización por pH.

Proceso de solubilización/precipitación.

Un proceso que se puede aplicar para recuperar la proteína de especies de bajo valor comercial y de los desperdicios de la industria de la pesca es el de solubilización/precipitación por pH. En el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR, se ha utilizado con éxito en la obtención de concentrados de proteína a partir de músculo y/o vísceras de calamar gigante (*Dosidicus gigas*), almeja (*Megapitaria squalida*), langostilla (*Pleuroncodes planipes*) y cabezas de camarón (*Penaeus vannamei*). La obtención de proteínas musculares por medio de este proceso fue desarrollado por Hultin y colaboradores (Hultin y Kelleher, 2001) (Figura 1).



Figura 1. Proceso de solubilización y precipitación por cambio de pH en proteínas de calamar

El proceso de solubilización por pH está basado en someter a las proteínas musculares de la materia prima a diferentes valores de pH, ácido o alcalino, seguida de la precipitación (también por cambio de pH) de las proteínas que lograron solubilizarse, lo que al final resulta en la recuperación de un concentrado de proteína útil

en la elaboración de productos tipo gel (Hultin *et al.*, 2000; Undeland *et al.*, 2002; Kristinsson y Liang, 2006) o como fuente de proteínas para suplementar alimentos. Este proceso también permite la separación selectiva de proteínas de forma fácil separando huesos, espinas o escamas entre otros. También se eliminan reacciones indeseables durante el manejo, tales como el efecto de enzimas microbianas o del mismo organismo que pueden deteriorar la materia prima, las cuales son reducidas o eliminadas durante el proceso (Figura 2) por efecto de pH ácido o alcalino (Kristinsson y Hultin, 2003).

La solubilidad de la proteína muscular en la mayoría de especies es alta a valores de pH muy bajos (ácido) o muy altos (alcalino), como se observa en la Figura 3, donde se procesó músculo de calamar a valores de pH desde 2 hasta 13, dando diferentes cantidades de proteína solubilizada. Por lo tanto a conveniencia se puede escoger entre pH 2 o pH 12,

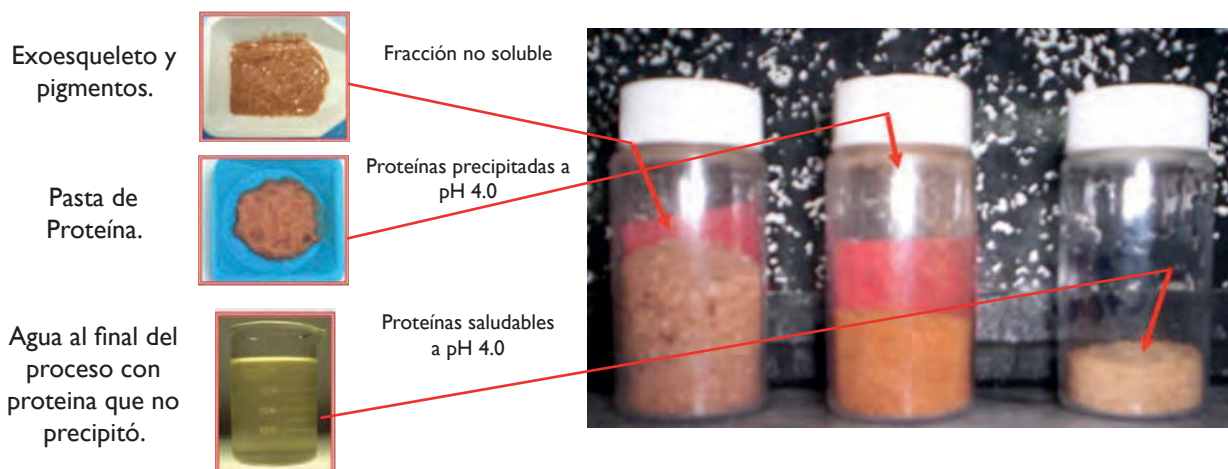


Figura 2. Recuperación de proteína y otros componentes contenidos en cabezas de camarón (cefalotórax) por el método de cambio de pH (pH-shift).

para solubilizar la proteína, que son los puntos con valores mas altos de proteína soluble en la gráfica (Figura 3). El pH para precipitar la proteína en este caso está dado por el punto con solubilidad mas baja (conocido como punto isoeléctrico), pH 5 (Figura 3).

Por lo tanto la proteína adquiere valores de solubilidad diferente a medida que se expone a cambiantes condiciones de acidez o alcalinidad.

La proteína recuperada con este procedimiento puede ser utilizada para elaboración de productos tipo gel (Figura 4), y como suplemento en alimentos.

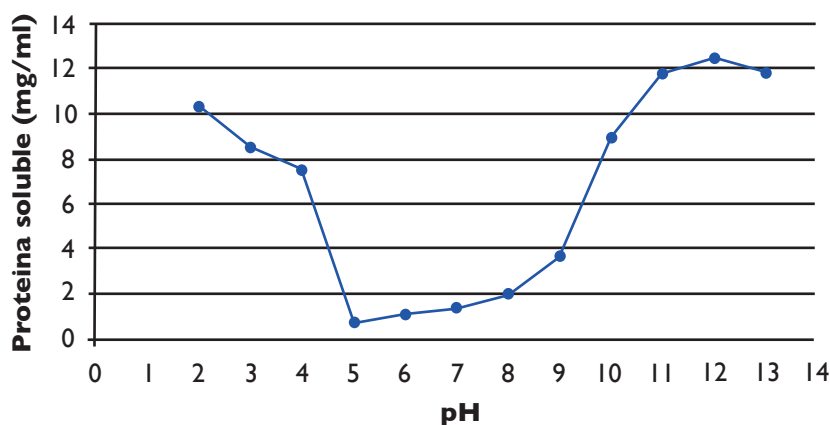


Figura 3. Curva de solubilización de músculo de calamar a diferentes valores de pH .

Proceso de hidrólisis enzimática

La hidrólisis enzimática un método por el cual se pueden obtener concentrados de proteína mediante el uso de enzimas (adicionadas o las mismas que se encuentran en la materia prima), para dividir a las proteínas en segmentos o péptidos, que son cadenas de aminoácidos mas pequeños que la proteína original, incluso hasta llegar a separar completamente cada aminoácido que forma parte de las proteínas. Los hidrolizados son el producto de proteínas que han sido seccionadas en péptidos

o fragmentos de varios tamaños por métodos enzimáticos. Los hidrolizados de proteína poseen características con valor biológico, tales como antioxidantes, antibióticos y anticancerígenos (Dziuba *et al.*, 1999) o bien como promotores de crecimiento y atractantes (Dziuba *et al.*, 1999; Córdova-Murueta y García-Carreño, 2002). Las propiedades y usos de los hidrolizados, dependen en gran medida

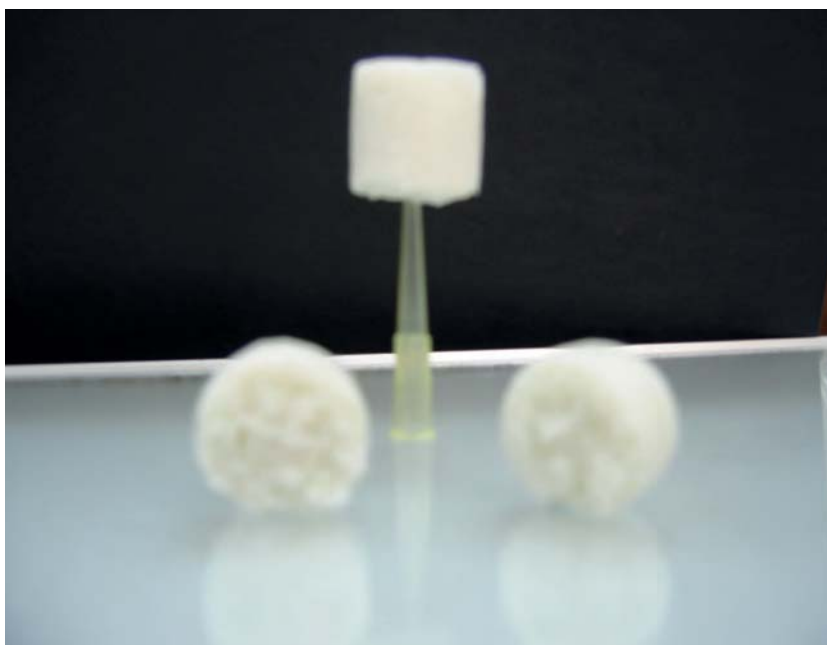


Figura 4. Geles elaborados con músculo de calamar por el método de solubilización/precipitación en el laboratorio de Bioquímica del CIBNOR.

de la enzima que se utilice en el proceso, el grado de hidrólisis que se le dé y las condiciones en las que se desarrolle la reacción (pH-temperatura) (Dzwolak y Ziajka, 1999). Para la obtención de hidrolizados funcionales (para usos específicos) se deben de tener en cuenta factores como las características deseadas del producto, la elección de la fuente adecuada de proteína y las enzimas con propiedades catalíticas acordes a las condiciones del proceso (temperatura y pH) así como asegurar que la acción catalítica de las enzimas sea detenida al final del proceso para evitar hidrólisis exhaustiva de las proteínas, pues es importante que las enzimas dejen de “hacer su trabajo” cuando la reacción llegó al punto deseado. Una manera de controlar el grado de hidrólisis es por

medio de la técnica de pH-stat (Ezquerro-Brauer *et al.*, 1997), mencionada al principio de este documento, que consiste en una titulación de la mezcla de reacción utilizando hidróxido de sodio (NaOH) para mantener el pH constante, ya que durante la reacción de hidrólisis se rompen los enlaces peptídicos, que son los encargados de mantener unidas las cadenas de aminoácidos que forman las proteínas. Por cada enlace peptídico que se rompe se libera un H^+ , lo que produce una disminución del pH en la mezcla de reacción, por lo tanto la cantidad de NaOH utilizada para mantener constante el valor del pH durante la reacción es utilizada para calcular el grado de hidrólisis de las proteínas en la reacción, lo cual se hace en un equipo diseñado para tal propósito (Figura 5). Al final, la recuperación del producto se hace por medio de centrifugación o filtración, dependiendo de las características del producto deseado. En el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se han

desarrollado técnicas para obtención de proteína de diversas especies marinas de bajo valor así como de algunos desperdicios de la industria pesquera: Manto, aletas y vísceras de calamar gigante, cabezas de camarón, vísceras de almeja, y langostilla.



Figura 5. Equipo de pH-stat utilizado para monitorear el grado de hidrólisis de las proteínas de interés, utilizando extractos de enzimas de animales o enzimas comerciales.

Paralelo al proceso de recuperación de proteína de organismos marinos, hay otros productos que se pueden obtener, los cuales son muy variados. Por ejemplo en el Laboratorio de Bioquímica del CIBNOR se ha recuperado quitina y quitosano a partir de cabezas de camarón (*P. vannamei*) y langostilla (*Pleuroncodes planipes*) después de haber sido procesados para obtener proteína, ya que los residuos de ambos procedimientos pueden constituir la materia prima que puede ser utilizada para otros procesos. El quitosano es una molécula que se obtiene a partir de la quitina, principal componente del exoesqueleto (la parte rígida al exterior de los camarones, que normalmente se desecha) de crustáceos como el camarón. Tanto la quitina como el quitosano en los últimos años han sido objeto de demanda debido a las amplias posibilidades de aplicación en variados sectores como la industria alimenticia, tratamiento de aguas residuales y en la agricultura. Este ejemplo de aprovechamiento de otros compuestos además de la proteína, sirve para ilustrar que hay muchas posibilidades para incorporar los subproductos de la pesca a la producción de moléculas con valor comercial. Por lo tanto, buscar la manera de aprovechar los subproductos de la pesca representa muchas ventajas

para la industria y para el ambiente. Tanto el método de hidrólisis enzimática como el de cambio de pH (pH-shift) tienen la ventaja de ser útiles para obtener proteína y otros componentes a partir de desechos que genera la industria pesquera.

Agradecimientos

Los autores agradecen los comentarios y atinadas sugerencias al manuscrito por dos revisores anónimos, a la DG Adriana Landa y DG Gerardo Hernández por el diseño y a la M. en C. Diana Dorantes por la edición del Abstract.

Literatura citada

- Arvanitoyannis, I.S. y A. Kassaveti. 2008. *Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses*. International Journal of Food Science & Technology 43(4): 726–745.
- Córdova-Murueta, J.H. y F.L. García-Carreño. 2002. *Nutritive value of squid and hydrolyzed protein supplement in shrimp feed*. Aquaculture 210:371–384.
- Córdova-Murueta, J.H., F.L. García-Carreño y M.D.L.Á. Navarrete. 2013. *pH-Solubilization process as an alternative to enzymatic hydrolysis applied to shrimp waste*. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 13:639–646.
- Córdova-Murueta, J.H., M.A. Navarrete-del-Toro y F.L. García-Carreño. 2007. *Concentrates of fish protein from bycatch species produced by various drying processes*. Food Chemistry 100: 705–711.
- De-la-Fuente-Betancourt, G., F. García-Carreño, M.A. Navarrete del Toro, J.H. Córdova-Murueta y M.E. Lugo-Sánchez. 2009. *Protein solubility and production of gels from jumbo squid*. Journal of Food Biochemistry 33(2): 273–290.
- Dziuba, J., P. Minkiewicz y D. Natecz. 1999. *Biologically active peptides from plant and animal proteins*. Polish Journal of Food and Nutrition Sciences 8(1): 3–16.
- Dzwolak, W. y S. Ziajka. 1999. *Enzymatic hydrolysis of milk proteins under alkaline and acidic conditions*. Journal of Food Technology 62: 393–395.
- Ezquerro-Brauer J.M., L. F. Garcia-Carreño, R. Civera y N. F. Haard. 1997. *pH-stat method to predict protein digestibility in white shrimp (Penaeus vannamei)*. Aquaculture 157: 251–262.
- Gómez-Guillén, M.C., B. Giménez, M.E. López-Caballero y M.P. Montero. 2011. *Functional and bioactive properties of collagen and gelatin from alternative sources: A review*. Food Hydrocolloids 25(8): 1813–1827.
- Hultin, H.O. y S.D. Kelleher. 2001. *Protein composition process for isolating a protein composition from a muscle source*. U.S. Patent 6,451,975. En: <http://patft.uspto.gov/netacgi/>



- nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6288216. (consultado el 11/09/2015)
- Hultin, H.O., S.D. Kelleher, Y.M. Feng, H.G. Kristinsson, M.P. Richards y I.A. Undenand. 2000. *High efficiency alkaline protein extraction*. U.S. Patent 6136959 A. En: <http://patft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect2=PTO1&Sect2=HITOFF&p=1&u=/netahtml/PTO/search-bool.html&r=1&f=G&l=50&d=PALL&RefSrch=yes&Query=PN/6136959>. (consultado el 11/09/2015)
- Juárez-Torres, M., M. Flores-Escobar y J. Luna-Martínez. 2007. *El Sector pesquero en México*. Documento interno de Financiera Rural. En: http://enp4.unam.mx/amc/libro_munioz_cota/libro/cap2/lec06_sectorpesqueroenmexico.pdf. (consultado el 11/09/2015)
- Kristinsson, H. y Y. Liang. 2006. *Effect of pH-shift processing and surimi processing on atlantic croaker (Micropogonias undulates) muscle proteins*. Journal of Food Science 71(5): C304–C312.
- Kristinsson, H.G. y H.O. Hultin. 2003. *Effect of low and high pH treatment on the functional properties of cod muscle proteins*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51(17): 5103–5110.
- Lopez-Martinez, J., E. Herrera-Valdivia, J. Rodríguez-Romero y S. Hernández-Vázquez. 2010. *Peces de la fauna de acompañamiento en la pesca industrial de camarón en el Golfo de California, México*. Revista de Biología Tropical 58(3): 925–942.
- Rocha-Estrada, J.G., J.H. Cordova-Murueta y F.L. Garcia-Carreno. 2010. *Functional properties of protein from frozen mantle and fin of jumbo squid Dosidicus gigas in function of pH y Ionic strength*. Food Science and Technology International 16(5): 451–458.
- Rustad, T., I. Storrø y R. Slizyte. 2011. *Possibilities for the utilisation of marine by-products*. International Journal of Food Science & Technology 46(10): 2001–2014. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02736.x>. (consultado el 11/09/2015)
- Stepnowski, P., G. Ólafsson, H. Helgason y B. Jastorff. 2004. *Recovery of astaxanthin from seafood wastewater utilizing fish scales waste*. Chemosphere 54(3): 413–417.
- Undeland, I., S.D. Kelleher y H.O. Hultin. 2002. *Recovery of functional proteins from Herring (Clupea harengus) light muscle by an acid or alkaline solubilization process*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50(25): 7371–7379.

Cita de este artículo:

Córdova-Murueta J.H. *, M. A. Navarrete del Toro y F. García-Carreño. 2018. Estrategias para obtener proteína a partir de productos y sub-productos de la pesca normalmente no aprovechados. Recursos Naturales y Sociedad, 2018. Vol. 4 (1): 22-31. <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2018.04.04.01.0002>

Sometido: 17 de Noviembre de 2016

Revisado: 27 de Marzo de 2017

Aceptado: 18 de Diciembre de 2017

Editor asociado: Dr. Eduardo Balart

Idioma Español Resumen: Ms.C. Diana Dorantes

Diseño gráfico editorial: Lic. Adriana Landa, Lic. Gerardo Hernández