

MANEJO Y PROCESAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA CRUDA DEL CANGREJO ACOCIL

Elba Fiorella Gómez Cestagalli

Estudiante de Postdoctorado en Ciencias. Universidad Centro Panamericano de Estudios Superiores, AI5519@unicepes.edu.mx
Salazar Norte #26, Col. Cuauhtémoc, C.P. 61506, Zitácuaro, Michoacán, México.

Resumen-- La transformación del cangrejo acocil entero en harina, se hizo con el propósito de determinar qué tipo de secado es el óptimo, para evitar la desnaturalización de los componentes de la materia experimental. Comprendió en primera instancia la aplicación de los procesos de limpieza y preparación del material experimental, para proceder al secado (Gil et. al, 2007; Martínez, 2014). El primer secado aplicado fue el convencional con una temperatura a 60°C por 48 horas; durante este proceso se observó cocción con deshidratación continua, compactación y caramelización del material obtenido con un color caoba oscura y olor fuerte a pescado. Y el segundo secado con aire desprovisto de humedad con una temperatura de 40°C por 72 horas, dio como resultado un material liviano, suelto y crocante con un color rosado intenso y olor suave a pescado. Al producto de estos dos tipos de secado se les realizó una determinación de proteína cruda y digestibilidad in vitro, encontrándose diferencias. El tipo de producto obtenido al secado, cambió la estructura física y posiblemente química lo cual podría afectar en forma positiva o negativa los resultados biológicos en el empleo en la alimentación animal.

Palabras clave-- digestibilidad in vitro, procesos, proteína cruda, secado, temperatura, transformación.

Abstract -- The transformation of the whole acocil crab into flour was carried out with the purpose of determining the optimal type of drying to avoid denaturation of the components of the experimental material. It comprised in the first instance the application of the cleaning and preparation processes of the experimental material, to proceed to drying (Gil et. al, 2007; Martínez, 2014). The first drying applied was conventional drying with a temperature of 60°C for 48 hours; during this process, cooking was observed with continuous dehydration, compaction and caramelization of the material obtained with a dark mahogany color and strong fishy odor. And the second drying with air devoid of humidity at a temperature of 40°C for 72 hours, resulted in a light, loose and crunchy material with an intense pink color and a mild fishy odor. The product of these two types of drying was subjected to a determination of crude protein and digestibility in vitro, and differences were found. The type of product obtained by drying changed the physical and possibly chemical

structure, which could positively or negatively affect the biological results in the use in animal feed.

Key words – in vitro digestibility, processes, crude protein, drying, temperature, transformation.

INTRODUCCIÓN

El cangrejo acocil de agua dulce *Procambarus clarkii*, una especie exótica invasora que se ha criado y expandido en forma natural desde el sitio de origen de llegada al Valle del Cauca, Municipio Palmira en el Zanjón Romero hasta la laguna de Sonso, Municipios como Jamundí, Santiago de Cali y Yumbo (Flórez-Brand et al., 2011). La especie habita principalmente en galerías construidas por ellos en los taludes de los canales de riego del cultivo de caña de azúcar que es el que impera en la zona, se alimenta de material vegetativo en descomposición y pequeños animales que crecen en la vegetación desarrollada en los taludes (Holdich et al, 1999; Bardarch et al, 1990; Davis, 1987^a; Lovell, 1989); Aunque se cría en forma natural, su capacidad de reproducción y sobrevivencia es alta según lo investigado (Re-Araujo, 1985; Smithe, 1975). Existen especies de animales que han sido clasificadas como potencialmente invasoras que pueden causar daños de diferente grado, como depredadores del medio ambiente donde viven o van colonizando, dentro de estas especies tenemos el cangrejo acocil de agua dulce *Procambarus clarkii*, el cual es nativo de México y Estados Unidos, y está distribuido por todo el mundo llegando a Colombia al Departamento del Valle del Cauca, y no tiene depredador natural que la controle. Ante este potencial riesgo, se requiere generar metodologías que permitan el control de este tipo de especies. Un posible método de control podría ser el empleo de ésta en la alimentación animal. Teniendo en cuenta que la harina de crustáceos es de buena calidad nutricional y varía según la disponibilidad de proteína (Cira L., et al., 2002 y Ramírez J., 1980), el *Procambarus clarkii* es un crustáceo del orden decápoda que a través de procesos adecuados de transformación para la elaboración de harina, conservaríamos su valor nutricional como materia prima, va a depender en primer instancia de los procesos fisicoquímicos que se le apliquen para ser transformada en una presentación que permita ser conservada al medio ambiente natural por largo tiempo sin afectar su calidad (Gil et al., 2007; Martínez, 2014), por otra parte los procesos que se realicen al respecto deben ser de tal índole que no alteren el valor nutricional de algunos de sus componentes y sea asequibles para la

combinación con otros ingredientes permitiendo hacer una mezcla homogénea sin disgregación o aglomeración de partículas o componentes (Kirk et. al, 1996, Hart, 1991; Nollet, 1996; James, 1999, Copservir, 2004; Fennema, 1993; Mc Callum y Higgs, 1989; Barlow y Pike, 1990; Pike et al.1990; Hardy y Castro, 1994, Pedersen y Opsvedt, 1992; Romero *et al.* 1994, Huisman *et al.*, 1992). La calidad proteica es un componente que amerita una consideración especial en el momento de diseñar una dieta, para lograr un buen balance y suplir los requerimientos nutricionales de la especie alimentar, este atributo de su valor nutricional está definida básicamente por su digestibilidad y contenido de aminoácidos esenciales (De la Higuera,1987). La combinación adecuada de los procesos que garanticen el valor nutricional de la materia prima, el apoyo científico de la nutrición, la calidad de la línea de los animales debe conducir a obtener la mejor eficiencia y eficacia en el rendimiento productivo del animal. Los procesos que se practiquen deben de ser los más eficientes desde el punto de vista económico, funcional y operacional. El cangrejo acocil de agua dulce *Procambarus clarkii*, valdría ser evaluado como fuente alternativa de alimentación animal por la disponibilidad regional y el bajo consumo por el humano, lo cual permitiría la conversión de este en producción de huevo o carne, alimentos de gran valor biológico en la alimentación humana. Para lo anterior, se debe determinar el efecto de los procesos y del sistema de secado en la calidad de la harina de cangrejo acocil de agua dulce *P. clarkii*; como son el pre-cocido al vapor, molido y secado, avalando la primera etapa evaluativa de una materia prima.

DESARROLLO

Localización

La producción de la harina de cangrejo acocil de agua dulce *P. clarkii*, se realizó en el laboratorio de Operaciones Unitarias y Procesos Agroindustriales y en el laboratorio de Tecnologías de Carnes, y determinación de proteína cruda y digestibilidad in vitro en el laboratorio de Nutrición de la Universidad Nacional de Colombia situada en la ciudad de Palmira a 1000 msnm, con una temperatura de 24° C y pluviosidad de 800 milímetros al año.

Selección de los procesos de producción de la harina

Estos procesos se seleccionaron a partir de los procedimientos establecidos en el manejo de elaboración de harinas de crustáceos en la industria (Cira L., et al., 2002 y Ramírez J., 1980; Huisman et. al, 1992; Jensen, 1986; Anderson et. al, 1997 y Andrade et. al, 2007), adaptados a los equipos de los laboratorios.

A) Procesos de manejo de la Materia Prima:

- 1) se recibió los cangrejos recién capturados por los pescadores del corregimiento de Rozo, los cuales entregaron en el laboratorio de operaciones unitarias y procesos agroindustria.

- 2) se ubicó la materia prima en mesas de acero inoxidable para ser revisada y limpiada de cualquier material ajeno (hojas, ramas, piedras, animales en dudoso estado de descomposición), se lavó para retirar barro u otros residuos.
- 3) insensibilizó con una temperatura de menos de 20 grados centígrados durante 24 horas.

B) Procesos de transformación se realizaron en el laboratorio de operaciones unitarias y procesos industriales y comprendió:

- 1) Un proceso de pre-cocido al vapor, para ello se utilizó el tanque extractor con capacidad de 100L provisto para calentamiento con vapor directo de la unidad de extracción multipropósitos ref. EXL80M304 de industrias químicas FIQ LTDA, el cual tiene una canastilla de acero inoxidable donde se depositó la materia prima para su pre-cocción al vapor directo por 3 minutos, se retiró la canastilla del tanque extractor y la materia prima se ubicó nuevamente en las mesas de acero inoxidable para su climatización a temperatura ambiente.
- 2) molienda en el laboratorio de tecnologías de carnes con el molino de carnes MOBBA.
- 3) secado en este punto la materia prima transformada en masa se dividió en dos grupos para determinar la calidad del secado: El primer sistema de secado consistió en secar la muestra en un horno convencional *precision scientific treas* con una temperatura de 60° C durante 48 horas, con flujo de calor interno. El segundo sistema consistió en el secado con un horno artesanal elaborado en el laboratorio de operaciones unitarias y procesos industriales con una temperatura de 40° C durante 72 horas el cual ofrece corrientes de aire desprovistos de humedad y salida del flujo del aire con humedad.

La evaluación del efecto del tipo de secado en la calidad de la harina se realizó en el laboratorio de nutrición animal de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, utilizando:

- 1) técnica de Kjeldahl para determinar nitrógeno y
- 2) digestibilidad in vitro con pepsina diluida según Olsen (1969, Torry modificado).

Variables para analizar

- a) Contenido de proteína cruda según tipo de secado empleado.
- b) Digestibilidad in vitro con pepsina diluida empleando el método con pepsina diluida según Olsen (1969, Torry modificado).

DISCUSIÓN Y ANALISIS DE RESULTADOS

La obtención de un producto idóneo para evaluar el valor nutritivo de la harina de cangrejo acocil de agua dulce *P. clarkii*.

clarkii, comprende los siguientes pasos:

- Adecuación de la materia prima bruta acocil de agua dulce *P. clarkii* entero para el proceso de secado.
- El secado para la obtención de la harina.

A. *La adecuación y transformación de la materia prima*: son procesos ya estandarizados en la industria de alimentos para consumo animal, descrita en materiales y métodos.

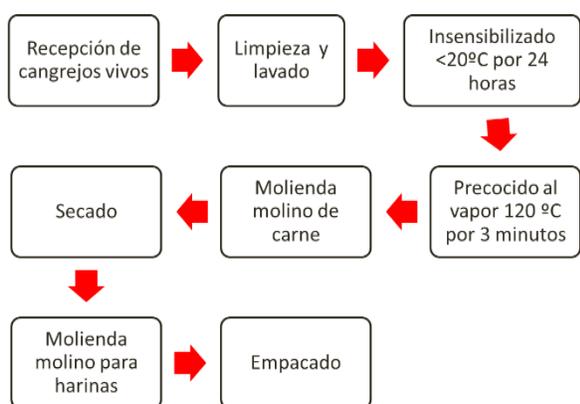


Figura 1. Diagrama de procesos de la materia prima.

B. *Secado*: En cuanto al sistema de secado empleado se observaron algunas diferencias físicas y químicas en el proceso de obtención del producto final que podría afectar el valor nutritivo del material de estudio, dentro de estos cambios hay procesos físicos como es en el caso del sistema de secado convencional, donde el material experimental durante el proceso de cocción, acompañado de una deshidratación continua y quedando al final un producto compacto, caramelizado de color caoba oscuro y de aroma a pescado penetrante. Según lo investigado por el Departamento de Ciencias Farmacéuticas y de la Salud, de la Facultad de Farmacia. Universidad CEU San Pablo. Boadilla del Monte, Madrid; frente al proceso generado de cocción por el horno tradicional o convencional que funciona a través de aire caliente, el cual fluye dentro de una cámara elevando la temperatura interna de los alimentos, cambiando sus propiedades originales y provocando cambios significativos en la composición química por modificación de la biodisponibilidad y el contenido de otros compuestos (M. Achón Tuñón., et al. 2018). Confirma que los cambios que experimento la

materia prima en este proceso con el horno convencional son causa de este tipo de cocción.

Por otra parte, el secado con aire desprovisto de humedad dio un producto suelto, liviano, crocante de un color rosado intenso y un aroma suave a pescado.

El secado por deshidratación reside en la extracción del agua contenida en los alimentos, por métodos físicos, permitiendo que el nivel de agua descienda a porcentajes óptimos para su conservación por períodos de tiempo. En los alimentos deshidratados, debido al porcentaje mínimo de agua, los microorganismos no logran proliferar y quedan estancadas la mayoría de las reacciones químicas y enzimáticas (Demam J.M. 1990). Por lo anterior explicado los procesos de secado por deshidratación se convierten en una alternativa eficiente para la preservación de alimentos y el incremento de su vida útil (Barbosa-Canovas G., et al. 2000). Teniendo en cuenta esta conceptualización del proceso de deshidratación podemos constatar que el material expuesto a este método no sufrió cambio de sus propiedades originales, el secado retiró el agua contenida en la materia prima a través de circulación de aire desprovisto de humedad y no hace cocción en ella, como sucedió con el secado con el horno convencional.

Ambos productos fueron molidos en el laboratorio de nutrición animal de la sede, en un molino WILLEY MILL a 0.5 mm de espesor, el producto ya transformado en harina, se tomaron 6 muestras de cada producto para repetir varias veces los analices y obtener un resultado comparativo; se le determino contenido de proteína cruda y se le realizo una digestibilidad in vitro con pepsina según Olsen (1969, Torry modificado), los resultados de las muestras fueron similares lo cual se unificaron y se observan en la Tabla.1.



Imagen 1. Horno convencional.



Imagen 2. Horno artesanal deshidratador.

En la Tabla 1, muestra una diferencia alta en el contenido de proteína cruda y digestibilidad in vitro comparando los dos sistemas de secado, siendo superior el sistema de aire desprovisto de humedad, diferencia que debe afectar el valor nutritivo de la calidad de la materia prima, condición que llevaría a considerar que tipo de secado es el que se debería de emplear en la evaluación química de calidad de una materia prima.

Tabla 1. Efecto de tipo de secado en contenido de proteína y en la digestibilidad in vitro.

VARIABLES	TIPO DE SECADO	
	CONVENCIONAL	CON AIRE DESPROVISTO DE HUMEDAD
Proteína Cruda %	38	50
Digestibilidad in vitro %	35	49

Igualmente se debe tener en cuenta la pérdida moderada de algunos aminoácidos por reacciones de Maillard, la desnaturalización o coagulación superficial o completa de las proteínas que modifica su digestibilidad, la pérdida de nutrientes y vitaminas termolábiles que dependen de la transferencia de calor durante el horneado, de la temperatura y tiempo, lo que, a su vez, varía según la naturaleza, tamaño y forma del alimento (Caracuel García, 2008). Frente a este criterio expuesto se puede deducir que el proceso de horneado tradicional para el estudio evaluativo de la materia prima acocil de agua dulce entero *P. clarkii*, con objetivo nutricional afecta significativamente compuestos indispensables en la nutrición animal.

CONCLUSIONES

- Según los resultados obtenidos, el proceso de secado empleado afecta la composición física y química del material experimental, con un mayor

contenido de proteína cruda y mejor digestibilidad in vitro con el sistema de secado con aire desprovisto de humedad.

- El tipo de secado que se utilice en una materia experimental es determinante para mejorar la obtención y calidad de nutrientes que afectaría la nutrición animal.
- El producto físico obtenido de secado compacto y acaramelado v/s crocante y liviano, podría ser indicativos de cambios estructurales en la composición interna del material experimental que puede con llevar a efectos químico- biológicos en el alimento animal y en el rendimiento productivo de los animales alimentados con ellos.
- Se recomienda investigar otros métodos para la transformación del *P. clarkii* en harina, que no afecte su valor nutricional, se apto para la alimentación animal y viable económicamente para su comercialización.
- A partir de la harina del *P. clarkii* que arrojo mejores resultados en proteína cruda y digestibilidad, se recomienda realizar futuros estudios de perfil en aminoácidos y ácidos grasos para determinar calidad nutricional.

AGRADECIMIENTOS

Un especial agradecimiento al maestro Doctor Mario Augusto García Dávila, decano de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira, al maestro Doctor Arnobio López Galeano, profesor asociado de la Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, por la visión y apoyo en la investigación.

BIBLIOGRAFÍAS

- Anderson, J.S., Higgs, D.A., Beames, R.M., Rowshandeli, M., 1997. Fish meal quality assessment for Atlantic Salmon (*Salmo salar* L.) reared in sea water. *Aquaculture Nutrition*, 3(1), 25-38.
- Andrade Pizarro, R.D.; Chávez Baldovino, M.M.; Naar Osorio, V. 2007. Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de Harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus sp*). *Dyna*, noviembre, año/vol. 74, número 153. Universidad Nacional de Colombia. Medellín, Colombia. pp. 181-186. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal Universidad Autónoma del Estado de México. <http://redalyc>.
- Barbosa-Canovas G.; Vega-Mercado H. Deshidratación de Alimentos. España. Acribia S. A. 2000. pp. 235-255.
- Bardach J.; J. Ryther y W. McLarney, 1990. Acuicultura, criara y cultivo de organismos marinos y de agua dulce. AGT. Editor. México D.F.
- Barlow, S.M., Pike, I.H., 1990. Fish meal and oil markets 1990: future developments. *IFOMA*, 2

- College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Hertfordshire. AL3 4PA, UK, 10 pp.
- [6] Caracuel García C. Técnicas de cocción saludables aplicables a la alimentación mediterránea. Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental. Anales 2008;21(1):171-9.
- [7] Cira, L., et al., 2002 y Ramírez J., 1980. Evaluación de las etapas de cocción y secado en la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*penaeus sp*)
- [8] Copservir. 2014. Manipulación de alimentos. http://geco.copservir.com/curso_umb/copservir_manipulacion_alimentos/documentos/preparacion_alimentos.pdf
- [9] Davis J. T., 1987a. Biología y antecedentes del cultivo del cangrejo de río (acocil) FONDEPESCA FOEXT/A1/87. Cuajimalpa, D. F.
- [10] De la Higuera, M., 1987. Requerimientos de proteína y aminoácidos en peces. Nutrición en Acuicultura, Vol II CALCYT, España, pp53-89.
- [11] Deman J.M. Principles of Food Chemistry. New York. Van Nostrand Reinhold. 1990. pp65-68.
- [12] Fennema, O. 1993. Química de los alimentos. Acribia, segunda edición. Zaragoza. España.
- [13] Flórez-Brand, Pablo Emilio, Espinosa-Beltrán, Javier Ovidio. 2011. Presencia y dispersión del cangrejo rojo americano (*Procambarus clarkii* Girard, 1852) (Decapoda: Cambaridae) en el Departamento del Valle del Cauca, Colombia Biota Colombiana [en línea], 12 (Julio-diciembre): [Fecha de consulta: 5 de agosto de 2014]. <http://redalyc>
- [14] Gil Hernández, Ángel; Fontecha Alonso, Javier; Juárez Iglesias, Manuela. 2007. Influencia de los procesos tecnológicos sobre el valor nutritivo de los alimentos Editores: Comité de Nutrición de la Asociación Española de Pediatría Título del libro: Manual Práctico de Nutrición en Pediatría Ciudad y año de publicación: Madrid. Editorial: Ergón ISBN 978-84-8473-594-6 Páginas, Inicial Final: 423-438
- [15] Hardy, R.W., Castro, E., 1994. Characteristics of the Chilean salmonid feed industry. Aquaculture 124, 307- 320.
- [16] Hart, F. L. 1991. Análisis moderno de los alimentos. Acribia. Zaragoza. España.
- [17] Holdich, D. M., R. Gydemo & W. D. Rogers. 1999. A review of possible methods for controlling nuisance populations of alien crayfish. In Gherardi, F. & D. M. Holdich. (eds.) Crustacean Issues 11: Crayfish in Europe as Alien Species (How to make the best of a bad situation?) A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands: 245 – 270.
- [18] Huisman, J., van Kempen, G.J.M., Bos, K.D., Verstraten, A.J.M.A., Fentener van Vlissingen, J.M., 1992. Effect of fish meal quality and biogenic amines on performance of piglets and chicken. Nutrition & Food Research Annual Report, TNO Biotechnology and Chemistry Institute, Zeist, the Netherlands, pp.12-13.
- [19] James, C.S. 1999. Analytical chemistry of foods. Second edition, Aspen publishers. New York.
- [20] Jensen, N.C., 1986. Evaluation of the influence of drying methods on the feed conversion value of fish meal for rainbow trout. Rec. of Ann. Conf. 1986, IFOMA, 2 College Yard, Lower Dagnall Street, St. Albans, Herts. AL3 4PA, UK, pp. 74-86.
- [21] Keyla Andrea Padilla-Frías, Clemente Granados-Conde, Glicerio Leon-Mendez, Yurica Arrieta Pineda, Miladys Torrenegra-Alarcon, 2018. Evaluación de la influencia de la temperatura en procesos de secado. Universidad de Cartagena, Colombia.
- [22] Kirk, R.S.; Sawyer, R.; Pearson, S. 1996. Composición y análisis de alimentos de Pearson. Segunda edición. Editorial Cecsca. México.
- [23] Lovell T., 1989. Nutrition and feeding of fish. An Avi Book. Published by Van Nostrand Reinhold. New York, U.S.A.
- [24] M. Achón Tuñón et al. 2018. Criterios de armonía funcional entre gastronomía y salud: una visión desde la comunidad científica. Nutr Hosp 2018;35(N.º Extra. 4):75-84. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.2131>
- [25] Martínez, 2014. Procesos de conservación y evaluación de riesgos en alimentos. Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Universidad de Córdoba – España. <http://www.iata.csic.es/IATA/dcon/>
- [26] McCallum, I.M., Higgs, D.A., 1989. Aspects of protein utilisation in juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Nutritive value of marine protein sources considering the effects of processing conditions. Aquaculture 77, 181-200.
- [27] Nollet, Leo M. L. 1996. Handbook of food analysis. M. Dekker, New York.
- [28] Olsen (1969) “Pepsin digestibility test (Torry Modificado). 1992. “Memorias Seminario Internacional sobre calidad de harinas de pescado en nutrición animal acuícola y pecuaria. Vol. II, Compilado de técnicas de análisis. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. 16-17 nov.
- [29] Pedersen, T.M., Opstvedt, J., 1992. Principal of quality control Norsildmel. Paper presented at the "Seminario Internacional sobre la Calidad de Harinas de Pescado en Nutrición Animal Acuícola y Pecuaria”, 16-17 nov. 1992, Monterrey, N.L., Mexico, 12 pp.
- [30] Re-Araujo A.D., 1985. Crecimiento y sobrevivencia de *Procambarus clarkii*, Girard

(Crustácea decápoda) con diferentes temperaturas y dietas isocalóricas. C.I.C.E.S.E. Colección de reimpresos. Ensenada, B.C. México.

- [31] Romero, J.J., Castro, E., Díaz, A.M., Reveco, M., Zaldivar, J., 1994. Evaluation of methods to certify the "premium" quality of chilean fish meals. *Aquaculture*, 124, 351-358.
- [32] Smithe, F. B. 1975. *Naturalist's color guide*. The American Museum of Natural History, New York. Part I: unnumbered pages.

Rol de Contribución	Autor
Conceptualización	Elba F. Gómez
Curación de Datos	Elba F. Gómez
Metodología	Elba F. Gómez
Administración del Proyecto	Elba F. Gómez
Recursos	Elba F. Gómez
Supervisión	Elba F. Gómez
Validación	Elba F. Gómez
Visualización	Elba F. Gómez
Redacción	Elba F. Gómez