

# BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

<b>Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina de camarón <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).</b> Alexandra Elizabeth Bermúdez-Medranda, Vanessa Hanoi Acosta Balbas y Fernando Ramón Isea-León.....	98
<b>Preferencia de frutas en aves que visitan un comedero en la ciudad de Caracas (Venezuela).</b> Bárbara Santana y Cristina Sainz-Borgo.....	112
<b>Fijación de nitrógeno atmosférico en altas montañas tropicales: páramos de Venezuela.</b> Ernesto Medina.....	129
<b>Plantas del Jardín Botánico del Orinoco, ciudad Bolívar, Estado Bolívar, Venezuela.</b> Wilmer A. Díaz-Pérez, Luis Chacón y Magdalena Ochoa.....	146
<b>Revisión del escarabajo excavador género <i>Llanoterus</i> García y Camacho, 2018 (Coleoptera: Noteridae: Noterini). Parte I.</b> Mauricio García y Alfredo Briceño. ....	204
<b>Índice acumulado 1967 – 2023. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas en su 56 Aniversario.</b> Teresa Martínez Leones.....	272
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES.....	321
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....	332

Vol.57, N° 2, Pp.98-349, Julio-Diciembre 2023

UNA REVISTA INTERNACIONAL DE BIOLOGÍA PUBLICADA  
POR  
LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA



## Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la harina de camarón *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)

Alexandra Elizabeth Bermúdez-Medranda<sup>1\*</sup>, Vanessa Hanoi Acosta Balbas<sup>2</sup> y  
Fernando Ramón Isea-León<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Acuicultura y Ciencias del Mar. Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola, Inocuidad y Salud Ambiental (SAISA). Bahía de Caráquez, Manabí EC130104, Ecuador. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5451-3990>

<sup>2</sup>Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Acuicultura y Ciencias del Mar. Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología de Sistemas Acuáticos (BIOECOSISTEMA). Bahía de Caráquez, Manabí EC130104, Ecuador.

<sup>3</sup>Universidad Técnica de Manabí. Facultad de Acuicultura y Ciencias del Mar. Grupo de Investigación en Nutrición y Alimentación Acuícola (GINAA), Bahía de Caráquez, Manabí EC130104, Ecuador.

\* Autor para correspondencia: [alexandra.bermudez@utm.edu.ec](mailto:alexandra.bermudez@utm.edu.ec)

### RESUMEN

La harina de cabeza de camarón (HCC) se ha convertido en una de las principales opciones de producción y exportación en Ecuador por su uso aplicable en acuicultura, piscicultura y avicultura dado su alto valor proteico. En este estudio se determinó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la HCC *Penaeus vannamei*. Se analizaron muestras colectadas entre 2015 y 2019 procedentes de una empresa ecuatoriana. Los resultados promedios de humedad ( $8,4 \pm 1,5\%$ ), grasa total ( $9,4 \pm 1,1\%$ ), cenizas ( $22,4 \pm 0,8\%$ ) y proteínas ( $50,9 \pm 2,4\%$ ) no mostraron diferencias significativas entre años. Los parámetros microbiológicos, colorantes y metales pesados, mostraron valores ubicados dentro de los niveles de calidad exigidos internacionalmente para este producto.

**Palabras clave:** proteínas, exportación, *Penaeus vannamei*, metales pesados, colorantes.

## **Physicochemical and microbiological characterization of shrimp meal *Penaeus vannamei* (Boone, 1931)**

### **ABSTRACT**

Shrimp head meal has become one of the main products for export in Ecuador for its applicable use in aquaculture, fish farming and poultry farming given its high protein value. In this study, the physicochemical and microbiological quality of shrimp *Penaeus vannamei* head meal was determined. Samples collected between 2015 and 2019 from an Ecuadorian company were analyzed. The average results of humidity ( $8.4 \pm 1.5\%$ ), total fat ( $9.4 \pm 1.1\%$ ), ash ( $22.4 \pm 0.89\%$ ) and protein ( $50.9 \pm 2.4\%$ ), showed no significant differences between years. The microbiological parameters, dyes and heavy metals showed values within the internationally required quality levels for this product.

**Key words:** proteins, export, *Penaeus vannamei*, heavy metals, dyes.

**Recibido / Received:** 09-02-2023 ~ **Aceptado / Accepted:** 17-04-2023

### **INTRODUCCIÓN**

La producción de camarón en Ecuador proviene principalmente de la acuicultura, siendo la adaptación de *Penaeus vanamei* la más efectiva a las condiciones de cultivo, lo que ha permitido el desarrollo de esta actividad a gran escala (Burgos 2018), llegando a ser la especie acuícola de mayor relevancia dentro del comercio exterior, generando ingresos de US\$ 337 330 000 desde enero hasta octubre de 2020 (CNA 2020). Una preocupación constante en la acuicultura son los altos costos de los alimentos balanceado de alta calidad proteica, por lo que varios investigadores han propuesto fuentes proteicas de harinas de origen animal y vegetal (Barragán *et al.* 2017, Hleap-Zapata *et al.* 2017) que reemplacen a la harina de pescado, entre ellas las harinas de residuos de crustáceos como los camarones (Silva-Espinel 2018).

El cultivo de camarón no consiste únicamente en obtener su carne, sino también en el aprovechamiento de los desechos no consumibles como el cefalotórax y cutícula o caparazón, los cuales pueden ser transformados de manera eficiente, mediante procedimientos industriales, logrando que esta industria sea más sostenible y amigable con el ambiente (Caicedo *et al.* 1982, Sánchez *et al.* 2018). La cabeza es el residuo más importante en la industria del procesamiento del camarón, la cual representa el 35 a 45% del peso total del animal, a pesar de ello este subproducto aporta una importante fuente de quitina, proteínas y otros nutrientes (Carmona 2004).

El aprovechamiento de los materiales excedentes de la industria camaronera para la formulación de derivados da un mayor valor agregado, donde se destaca la producción de harinas para consumo animal; por lo tanto, el objetivo de la elaboración de harina de cabeza de camarón (HCC), es generar un producto no solo con un alto contenido de proteínas, si no que sea fácil de mezclar con otras harinas y asegurar su fácil asimilación y digestión (Salas *et al.* 2015, Espinoza-Chaurand *et al.* 2015). Así mismo la HCC presenta un perfil de aminoácidos comparable con la harina de soya o de pescado y una amplia variedad de estimulantes de alimentación o quimio atractantes (Carranco *et al.* 2011) otorgándole un mayor valor agregado.

En líneas generales, el proceso de fabricación de la harina de cabezas de camarón se inicia con la recepción del producto, su cocción se realiza a 100 °C, luego pasa por un prensado y secado para obtener un máximo de 10% de humedad. De allí sigue la etapa de molido, y previo al empacado se añade un antioxidante para evitar el enranciamiento de la grasa (Soriano 2015). Esta harina de residuos de camarón procesada industrialmente en Ecuador, sigue los protocolos estandarizados que garantizan un buen estado de conservación del producto (Meléndez 2010).

Varios autores han reportado la composición proximal de harina de residuos de camarón y cabezas de camarón: (Rahman y Koh 2014, Pizarro *et al.* 2007, Khempaka *et al.* 2011, Rahman y Koh 2016) en relación a contenidos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, ceniza y quitina. En algunos casos elaboraron harina de camarón para alimentar aves de corral, con el fin de medir el efecto en el huevo de las gallinas ponedoras. En la Tabla 1 se resumen los resultados promedios de la composición porcentual.

La formulación de harina a base de excedentes de la industria camaronera, está siendo empleada como una fuente alterna de proteína cruda en la avicultura (Salas *et al.* 2015) y piscicultura (Espinoza-Chaurand *et al.* 2015). No obstante, el proceso de la elaboración de la HCC debe cumplir con las exigencias establecidas por los mercados nacionales e internacionales, ya que los estudios existentes se han centrado más en la composición proximal de la misma que en medir parámetros de inocuidad en el producto, ante este vacío de la información, el presente estudio planteó caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente muestras de HCC procedentes de una empresa, durante un periodo de cinco años con potencialidad para alimentación de aves de corral, pollos de engorde, animales mono gástricos y peces.

**Tabla 1.** Composición porcentual promedio de subproductos del camarón *Penaeus vannamei*.

Componentes	(Pizarro <i>et al</i> 2007)	(Rahman y Koh 2014)	(Khempaka <i>et al.</i> 2011)	(Rahman y Koh 2014)
Proteína bruta (%)	58,2	54,4	36,6	54
Extracto etéreo (%)	8,9	9,7	10,28	9,7
Fibra cruda (%)	11,1	8,5	19,4	8,4
Ceniza (%)	22,6	15,8	21,7	15,7
Calcio (%)	7,2		4,9	
Fósforo (%)	1,6		1,2	
Quitina (%)		10,7	18,9	10,6
Materia seca (%)		88,3	95,7	

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras

Se obtuvieron muestras anuales de HCC *Penaeus vannamei* de una empresa exportadora entre los años 2015 al 2019. Anualmente se tomaron 500 g de harina de cabezas de camarón por triplicado. Los diferentes análisis se realizaron en el Laboratorio de Nutrición de Organismos Acuáticos, Laboratorio de Química y Laboratorio de Microbiología de la Escuela de Acuicultura y Pesquería y Laboratorio del Instituto de Investigaciones de la Universidad Técnica de Manabí.

### Análisis químico proximal

**Humedad:** Se analizó por el método de la estufa (AOAC 2010. 19th 930.15). Tres muestras de 3 g se secaron a 110°C durante 24 horas hasta obtener un peso constante. La diferencia en peso húmedo y seco representa el contenido de humedad de la muestra y se expresa como un porcentaje de peso original. El Equipo utilizado fue el horno mufla HYSC MF-05 CAP. 4,5 L.

**Grasa:** El contenido graso fue determinado por el método de Soxhlet (AOAC 2010. 19th 920.39). La grasa se extrajo de 1 g de la muestra con un solvente orgánico (éter de petróleo) durante 3 h. Se utilizó el extractor de grasa automatizado BUCHI E-812/E-816. Se realizaron tres lecturas por muestra.

**Proteínas:** Las proteínas se determinaron mediante el método de Kjeldahl (AOAC 2010. 19th 954.01), el cual consiste en una digestión de la muestra (0,5 g) en medio ácido (15 mL ácido sulfúrico 97-99%), utilizando catalizadores inorgánicos (pastillas Kjeldahl). El valor resultante de nitrógeno (N) volátil se multiplica por el factor 6,25. Se utilizó el digestor BUCHI Speed Digester K-436 y un destilador BUCHI Distillation K-355. Se realizaron tres lecturas por muestra.

**Cenizas:** Tres muestras de 3 g fueron calcinadas a 550°C en una mufla durante 8 horas (AOAC 2010. 19th 938.08). Las cenizas fueron pesadas y el resultado se estimó como porcentaje. Se realizaron tres lecturas por muestra.

### **Análisis microbiológico**

Se determinó la presencia de *Salmonella* spp en muestras de 25 g según el Manual de Análisis Bacteriológico de la Administración de Drogas y Alimentos USA-FDA 2016 (Andrews *et al.* 2022). Asimismo, la presencia de *Escherichia coli* y coliformes totales (AOAC 2002a. 19th 991.14), coliformes fecales (Peter *et al.* 2020), aerobios mesófilos totales (AOAC 2002b. 990.12) y hongos y levaduras (Valerie *et al.* 2017).

### **Análisis de Aflatoxina**

Se determinó la presencia de aflatoxinas en muestras de 5 g mediante una prueba de ELISA (Colak *et al.* 2006).

### **Análisis de metales pesados**

Se realizaron análisis de mercurio, plomo y cadmio en 3 g de muestras de harina, por triplicado y por año, mediante el método estandarizado de la AOAC (2010).

### **Análisis de colorantes**

Los colorantes Verde malaquita y Leuco verde de malaquita fueron determinados en 5 g de muestras con el método Sanders *et al.* (2005).

## Análisis Estadístico

Las variables categóricas bromatológicas se organizaron, procesaron y analizaron mediante procedimientos estadísticos descriptivos (medidas de dispersión tales como la media y desviación estándar) en una hoja de cálculo Excel. Para los análisis microbiológicos se empleó el análisis de varianza de una vía, previo análisis de supuestos de homogeneidad y normalidad, para el análisis de los datos resultantes de las variables en estudio. En caso de diferencias significativas se aplicó la prueba de Duncan, utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Centurión XIX (USA).

## RESULTADOS

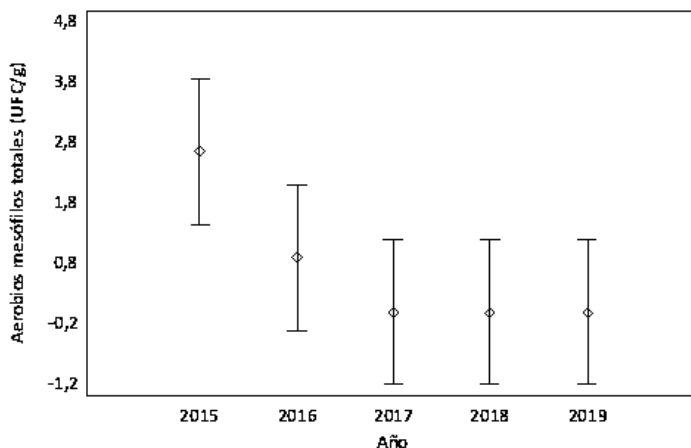
El promedio anual de los niveles de humedad fue de 8,4%, obteniéndose el valor más bajo en 2017 (6,8%) y el más alto en 2018 (11%). Los valores de grasa total muestran un descenso en el 2016 (8,1%) y en el 2019 un aumento llegando al valor de 10,7%, se obtuvo un promedio general de 9,4%. En relación con el nivel de proteína, el valor más bajo se registró en el 2018 (46,5%), mientras que para los otros años un porcentaje de 52,1% con un promedio general de 50,9%, por último, el nivel de cenizas promedio obtenido fue de 22,4%, se observa un incremento de dichos valores durante los años 2016 (23,0%) y 2017 (23,6%) a diferencia del 2015, 2018 y 2019 donde se mantuvieron constantes (21,7%). Los parámetros nutricionales no presentaron diferencias significativas entre ellos ( $p > 0,05$ ) entre las desviaciones estándar, con un nivel del 95,0% de confianza (Tabla 2).

**Tabla 2.** Composición fisicoquímica [g/100 g] de harina de cabezas de camarón  $\pm$  DE (n=3).

Año	Cenizas	Proteína	Grasa total	Humedad
2015	21,9 $\pm$ 0,8	52,1 $\pm$ 1,1	9,2 $\pm$ 1,3	7,8 $\pm$ 1,1
2016	23,0 $\pm$ 0,9	51,7 $\pm$ 2,0	8,1 $\pm$ 1,0	8,6 $\pm$ 0,9
2017	23,6 $\pm$ 0,6	51,8 $\pm$ 0,9	10,5 $\pm$ 0,8	6,8 $\pm$ 0,7
2018	21,7 $\pm$ 0,9	46,5 $\pm$ 1,0	8,7 $\pm$ 0,9	11,0 $\pm$ 0,8
2019	21,7 $\pm$ 0,4	52,4 $\pm$ 0,9	10,7 $\pm$ 0,9	7,9 $\pm$ 0,9
Valor de <i>P</i>	0,8	0,3	0,8	0,9

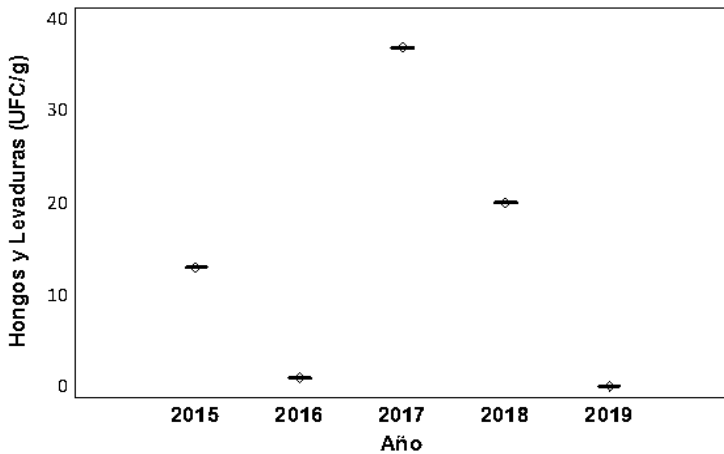
En el análisis microbiológico no se observó la presencia de *Salmonella* spp., *Escherichia coli*, coliformes totales y coliformes fecales. Sin embargo, los aerobios mesófilos totales mostraron valores de  $2 \times 10^4$  UFC/g en 2015 y  $4 \times 10^3$  UFC/g en 2016, a diferencia del período 2017-2019, donde hubo ausencia de mesófilos totales en las muestras (Fig. 1;  $p < 0,05$ ). Por otro lado, se observa una clara variación anual de hongos y levaduras en las muestras, registrándose valores significativamente mayores ( $p < 0,05$ ) en 2017 (37 UFC/g), mientras que no fueron detectados en 2019 (Fig. 2).

Se detectó la presencia de aflatoxina en todas las muestras con un promedio de  $< 4,00$  ppb, valor que está por debajo del máximo establecido por U. S. Food and Drug Administration (Bogavantes-Ledezma *et al.* 2004), la cual indica que las muestras deben contener valores de  $\leq 20$  ppb. En general, no se detectaron metales pesados del 2015 al 2018, para las muestras del 2019 presentaron pequeñas concentraciones de mercurio ( $0,025 \pm 0,005$  mg/kg), plomo ( $0,02 \pm 0,006$  mg/kg) y cadmio ( $0,002 \pm 0,001$  mg/kg). Los colorantes Verde de malaquita y Leuco verde de malaquita solo fueron detectados en 2015 con valores menores de  $0,50$   $\mu$ g/kg.



**Figura 1.** Promedio anual de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g) de Aerobios Mesófilos totales presentes en harina de cabezas de camarón (*Penaeus vannamei*) en muestras colectadas entre 2015 a 2019 ( $\pm$  DE,  $P < 0,05$ ).





**Figura 2.** Promedio anual de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g) de hongos y levaduras presentes en harina de cabezas de camarón (*Penaeus vannamei*) en muestras colectadas entre 2015 a 2019 ( $\pm$  DE,  $P < 0,05$ ).

## DISCUSIÓN

El porcentaje de humedad se ubica dentro del rango de 3,3-14,1% reportado por Carranco *et al.* (2011) para harinas de subproductos de desechos de camarón. Se reconoce que valores superiores al 13% pueden ocasionar problemas de crecimiento microbiano y, por ende, deterioro de la materia prima.

El nivel proteico de la harina fue de 50,9%, superando al valor reportado (40,6%) por Salas *et al.* (2015), pero ubicados dentro de los rangos indicados por Mata (2017) de 44,1-6,8% y por Belandria y Morillo (2013) de 50,7%. En líneas generales el alto valor de proteínas está asociado con la composición de la materia prima, donde posiblemente quedan restos de carne adheridos a la cabeza. En este sentido, los resultados muestran que la harina derivada del residuo sólido del procesamiento de camarón, podría reemplazar parcialmente a las harinas de uso tradicional (soya, carne y hueso, sangre y pescado) en la fabricación de alimentos balanceados.

El contenido de grasa fue menor (9,4%) al reportado por Morillo *et al.* (2006) 10,4%, y del 12,0% por Belandria y Morillo (2013), sin embargo, se encuentra por debajo del 10% estipulado por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN 1988). Cabe destacar que las variaciones en el contenido de grasa en la HCC, dependen de la especie y zona de captura, así como del estado fisiológico, tamaño, sexo y edad de la

especie (Morillo *et al.* 2006, Carranco *et al.* 2011, Salas *et al.* 2015).

El alto nivel de cenizas en la HCC se debe especialmente al calcio y fósforo derivados del exoesqueleto (Barrientos 2003). El 22,4% obtenido en el presente estudio se encuentra dentro del rango de 12,8-35,9% reportado por Fanimo *et al.* (2000). Por otro lado, el valor promedio fue ligeramente superior al 20,24% encontrado por Carranco *et al.* (2011), posiblemente debido a una mayor proporción de exoesqueletos en la materia prima utilizada para la elaboración de la harina.

Los resultados de los análisis microbiológicos cumplen con lo establecido por la normativa ecuatoriana INEN (1988). Primera revisión 1988-04 de Harina de Pescado para consumo animal, usada como punto de comparación, por no existir una norma INEN específica para la HCC. La normativa refiere para el caso de los aerobios mesófilos valores máximos de  $10^6$  UFC/g, en tanto que para los hongos y levaduras establece un valor máximo de  $10^4$  UFC/g.

Si bien se detectó niveles de mercurio en 2018, el reglamento de la Comunidad Económica Europea (Diario Oficial de la Unión Europea 2006) indica que el límite máximo residual es de 0,5 mg/kg, por lo que el valor encontrado estaría por debajo de dicho límite. El mercurio, es un contaminante persistente que se encuentra en el ambiente, siendo tomado como indicador de la contaminación que puede existir entre los suelos y los efluentes de agua y es muy tóxico para los seres vivos (Tanimoto 2020).

Los dos colorantes evaluados fueron detectados en las muestras de 2015, en una concentración para ambos de 1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , valor por debajo del límite permisible de 1 ppb establecido por la Decisión CEE 657/2002 de la Comunidad Económica Europea (Diario Oficial de la Unión Europea 2002). Los colorantes verdes de malaquita y leuco verde de malaquita, inducen citotoxicidad al bioacumularse en los tejidos, especialmente en branquias, hígado y músculo (Laddawan *et al.* 2013, Jindal y Sinha 2029), de allí que su uso está prohibido en la acuicultura. En Ecuador, el Instituto Nacional de Pesca (INP), es el encargado de analizar los residuos provenientes de fármacos para cumplir con las normativas internacionales.

La aflatoxina estuvo presente en las muestras de todos los periodos de muestreo, pero en concentraciones por debajo de los límites establecidos. En este sentido, la FDA de los EEUU considera 20 ppb de aflatoxinas totales como límite máximo para los alimentos agrícolas primarios y sus derivados (Bogavantes-Ledezma *et al.* 2004). Es conocido que alimentar a *Penaeus vannamei* (camarón blanco) con dietas contaminadas con AFB1 en niveles de 400 ppb afectan al crecimiento, conversión alimenticia, y causan daños en el hepatopáncreas (Agulles 2008), mientras que se producen daños en hígado y tumores en truchas (*Oncorhynchus mykiss*) y tilapias (*Oreochromis niloticus*  $\times$  *O. aureus*) (Deng *et al.* 2010).

## CONCLUSIONES

Las harinas derivadas de los residuos sólidos del procesamiento de camarón constituyen una excelente fuente de proteína y grasa, con adecuada calidad microbiológica y toxicológica que permitiría reemplazar parcialmente a las harinas de uso tradicional (soya, carne, pescado) en la fabricación de alimentos balanceados, además de cumplir con los estándares nacionales e internacionales, demostrando que Ecuador puede producir y exportar harina de la más alta calidad con responsabilidad social y ambiental.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGULLES, T. M. 2008. *Micotoxinas* en acuicultura. Engormix. <https://www.engormix.com/MA-micotoxinas/noticias/espana-micotoxinas-acuicultura-t12939/p0.htm>. Visitado el 26 de enero de 2020.

ANDREWS, W. H., A. JACOBSON Y T. HAMMACK. 2022. BAM Capítulo 5: *Salmonella*. FDA. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>.

AOAC. 2002a. AOAC-19. 991.14. 2012. Determination of *Escherichia coli*. Association of Official Analytical Chemists. 635 (March).

AOAC. 2002b. AOAC-990.12. Determination of Aerobios mesofilos totales. Association of Official Analytical Chemists. 242 (March), 2002.

AOAC. 2010. Association of Official Analytical Chemists. In Official methods of analysis of AOAC International. 17° ed. AOAC International (17° ed, pp. 825–832). <https://doi.org/10.1093/jaoac/93.3.825>

BARRAGÁN, A., N. ZANAZZI, A. GOROSITO, F. CECCHI, M. PRARIO, J. IMERONI Y J. MALLO. 2017. Utilización de harinas vegetales para el desarrollo de dietas de pre-engorde y engorde de Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) -Using vegetable meal diets for developing pre-fattening and fattening of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Revista Electrónica de Veterinaria. 18(9): 1–15. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63653009025.pdf>.

BARRIENTOS, Z. (2003). Zoología general. Editorial Universidad Estatal a Distancia, CRC.

BELANDRIA, J. C Y N. J. MORILLO. 2013. Perfil de aminoácidos y contenido de pigmentos en las harinas de residuos de camarón. Zootecnia Tropical. 31(1): 24–34.

BURGOS, G. P., M. SURATY Y C. MACKAY. 2018. Exportación de harina de camarón al mercado chileno como una opción económicamente rentable en alimentos formulados para especies acuáticas. Exportación de Harina de Camarón al mercado Chileno como una opción económicamente rentable en alimentos formulados para especies acuáticas. <http://sigloxxi.espm.edu.ec/Ponencias/VI/ponencias/3.pdf>

BOGANTES-LEDEZMA P., D. BOGANTES-LEDEZMA Y S. BOGANTES -LEDEZMA. 2004. Aflatoxinas. Acta Médica Costarricense, 46(4): 174-178. [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022004000400004&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0001-60022004000400004&script=sci_arttext&tlng=en)

CAICEDO, M., A. CASTRO, A. HERRERA Y O. ROCA. 1982. Aprovechamiento de los desechos del camarón en la elaboración de Concentrados Proteicos y Derivados Quitinosos. Tesis Doctoral. Universidad de Magdalena.

CARMONA, L. 2004. Evaluación técnica del proceso de extracción y cuantificación de diferentes compuestos (pigmentos carotenoides, proteínas, quitina/quitosano, D-glucosamina) a partir del cefalotórax de camarón. Tesis de pregrado. Universidad de Costa Rica, San José.

CARRANCO, M. E., C. C. CALVO, D. S. CARRILLO, C. R. RAMÍREZ, B. E. MORALES, G. L. SANGINÉS, M. B. FUENTE, G. E. ÁVILA Y R. F. PÉREZ-GIL. 2011. Harina de crustáceos en raciones de gallinas ponedoras. Efecto en las variables productivas y evaluación sensorial de huevos almacenados en diferentes condiciones. Cuban Journal of Agricultural Science. 45(2): 171–175.

CNA. 2020. Cámara Nacional de Acuicultura. [Documento en línea] Disponible en: <https://www.cna-ecuador.com/>. [Consulta 13-11-2020].

COLAK, H., E. B. BINGOL, H. HAMPIKYAN Y B. NAZLI. 2006. Determination of aflatoxin contamination in red-scaled, red and black pepper by ELISA and HPLC. Journal of Food and Drug Analysis. 14(3): 292–296. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.2476>

DENG. S. X., L. X. TIAN, F. J. LIU, S. J. JIN, G. Y. LIANG, H. J. YANG, Z. Y. DU Y Y. J. LIU. 2010. Toxic effects and residue of aflatoxin B1 in tilapia (*Oreochromis niloticus* × *O. aureus*) during long-term dietary exposure. Aquaculture. 307(3–4): 233–240. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.07.029>

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. 2002. Decisión de la Comisión, de 12 de agosto de 2002, por la que se aplica la Directiva 96/23/CE del Consejo en cuanto al funcionamiento de los métodos analíticos y la interpretación de los resultados. Official Journal.

DIARIO OFICIAL DE LA UNIÓN EUROPEA. 2006. REGLAMENTO (CE) No 1881/2006 DE LA COMISIÓN de 19 de diciembre de 2006 por el que se fija el contenido máximo de determinados contaminantes en los productos alimenticios. <https://www.boe.es/doue/2006/364/L00005-00024.pdf>

ESPINOSA-CHAURAND, L. D., A. SILVA-LOERA, Z. GARCÍA-ESQUIVEL Y L. M. LÓPEZ-ACUÑA. 2015. Using shrimp head meal as protein replacement of fish meal in diets for juvenile of *Totoaba macdonaldi* (Gilbert, 1890). Latin American Journal of Aquatic Research. 43(3): 457–465. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue3-fulltext-7>

FANIMO, A. O., O. O. ODUGUWA, A. O. ONIFADE Y T. O. OLUTUNDE. 2000. Protein quality of shrimp-waste meal. Bioresource Technology. 72(2): 185–188. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(99\)00108-X](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(99)00108-X)

HLEAP-ZAPATA, J. I., J. M. GONZÁLEZ-OCHOA Y M. F. MORA-BONILLA. 2017. Análisis sensorial de salchichas de tilapia roja (*Oreochromis* sp.) con adición de harina de lombriz (*Eisenia foetida*). Orinoquia. 21(1): 15. <https://doi.org/10.22579/20112629.390>

INEN. 1988. Harina de pescado para consumo animal. Requisitos 472. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_472.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_472.pdf)

JINDAL, R Y R. SINHA. 2019. Malachite Green Induced Ultrastructural Corneal Lesions in *Cyprinus carpio* and Its Amelioration Using *Emblica officinalis*. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology, 102(3): 377–384. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02549-6>

KHEMPAKA, S., C. CHITSATCHAPONG Y W. MOLEE. 2011. Effect of chitin and protein constituents in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. Journal of Applied Poultry Research. 20(1): 1–11. <https://doi.org/10.3382/japr.2010-00162>

LADDAWAN, M. S., K. KUNIHICO, F. ANA Y T. GONC. 2013. Toxicity and absorption of dietary leucomalachite green in Nile tilapia *Oreochromis niloticus*. 119–127. <https://doi.org/10.1007/s12562-012-0575-4>

MATA, L. CINA. 2017. Tabla de Composición de Materias Primas de Alimentos para Animales. [http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/29824/TABLA\\_DE\\_COMPOSICION\\_DOC\\_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/29824/TABLA_DE_COMPOSICION_DOC_FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MELÉNDEZ, D. 2010. Evaluación del efecto de dos métodos de secado sobre la calidad de harina de cabeza de camarón de cultivo *Litopenaeus vannamei*. Tesis de

pregrado. Universidad Autónoma de Nicaragua. 60 pp.

MORILLO, N., N. MONTIEL, J. BELANDRIA Y F. MÚJICA. 2006. Caracterización proximal de los desechos del procesamiento de los crustáceos (cangrejo y camarón) en el Estado Zulia. *Veterinaria Tropical*. 3: 71–83.

SÁNCHEZ, N. V. M., J. M. P. FRANCISCO Y E. F. NOVILLO. 2018. Aplicación de la Teoría de Restricciones en la actividad camaronera de ANDAMAR S. A. (Ecuador): Estrategias para el mejoramiento continuo. *Espacios*. Issn 0798 1015, 39 (Nº 39, 19).

PETER, FENG., D. STEPHEN, M. A. WEAGANT Y W. B. GRANT. 2020. BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. FDA. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>

PIZARRO, R. D. A., M. M. C. BALDOVINO Y V. N. OSORIO. 2007. En la obtención de harina de cabezas de camarón de cultivo (*Penaeus* sp). Evaluation of the cooking and drying procedures to obtain crop shrimp (*Penaeus* sp) heads flour. 181–186.

RAHMAN, M. Y K. KOH. 2014. Nutritional quality and in vitro digestibility of shrimp meal made of heads and hulls of black tiger (*Penaeus monodon*), White leg (*Litopenaeus vannamei*) and argentine red (*Pleoticus muelleri*) shrimps. *Journal of Poultry Science*. 51(4): 411–415. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0140002>

RAHMAN, M. Y K. KOH. 2016. Effect of shrimp meal made of heads of black tiger (*Penaeus monodon*) and white leg (*Litopenaeus vannamei*) shrimps on growth performance in broilers. *Journal of Poultry Science*, 53(2): 149–152. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0150008>

SALAS, C., A. CHACON Y L. ZAMORA. 2015. La harina de exoesqueleto de camarón en raciones para gallinas y pollos crecimiento y engorde. *Agron. Mesoam.* 26(2): 333–343.

SANDERS, P., B. DELEPINE Y B. ROUDAUT. 2005. Malachite green and leucomalachite green residues in fish flesh by liquid chromatography tandem mass spectrometry (*LC/MSMS*).

SILVA-ESPINEL, J. 2018. Elaboración de un bouillon a partir de los subproductos del camarón (*Penaeus vannamei*). *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 1(2): 23-32.

SORIANO, H. 2015. Estudio técnico para optimizar el Control de Calidad, en el Proceso de secado de la harina de pescado en la Compañía Industrial Pesquera “Junín SA Junsa” ubicado en la Parroquia Chanduy, Provincia de Santa Elena. Tesis de pregrado. Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena. 161 pp.

TANIMOTO, A. 2020. Determinación de concentraciones de mercurio en harinas de pescado, utilizadas en alimentación animal, en 3 empresas importadoras en el año 2017 en Guatemala. Tesis de pregrado. Universidad de San Carlos de Guatemala. 80 pp.

VALERIE, T., E. MICHAEL, P. B. STACK, H. A. K. MISLIVEC Y R. BANDLER. 2017. BAM Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins.FDA. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>

**BOLETÍN  
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS**

AN INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGY  
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA  
Vol. 57, No 2, Pp. 98-349, July-December 2023

**CONTENTS**

<b>Physicochemical and microbiological characterization of shrimp meal <i>Penaeus vannamei</i> (Boone, 1931).</b> Alexandra Elizabeth Bermúdez-Medrandá, Vanessa Hanoi Acosta Balbas y Fernando Ramón Isea-León.....	98
<b>Preference of fruits in birds that visit a feeder in the city of Caracas.</b> Bárbara Santana y Cristina Sainz-Borgo.....	112
<b>Atmospheric nitrogen fixation in high tropical mountains: Venezuelan paramos.</b> Ernesto Medina.....	129
<b>Plants of the Botanical Garden of the Orinoco, ciudad Bolívar, Bolívar State, Venezuela.</b> Wilmer A. Díaz-Pérez, Luis Chacón y Magdalena Ochoa.....	146
<b>Revision of the burrowing beetle genus <i>Llanoterus</i> García and Camacho, 2018 (Coleoptera: Noteridae: Noterini). Part I</b> Mauricio García y Alfredo Briceño.....	204
<b>Accumulated index 1967 – 2023. Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas on its 56 th Anniversary.</b> Teresa Martínez Leones.....	272
<b>INSTRUCCIONES A LOS AUTORES.....</b>	321
<b>INSTRUCTIONS FOR AUTHORS.....</b>	332