

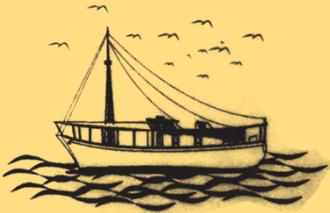
BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

- DINÁMICA REPRODUCTIVA DEL CANGREJO (*CALLINECTES DANAÉ*) (DECAPODA: PORTUNIDAE) DE LA ISLA DE MARGARITA, VENEZUELA.**
Idar quijada, Leo Walter González, Nora Eslava y Francisco Guevara 112
- LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA (*EISENIA FETIDA*) COMO ALTERNATIVA PROTEICA EN EL ENGORDE DE PRE-JUVENILES DEL CAMARÓN *PENAEUS VANNAMEI*.**
Ángela Zambrano, Rodolfo Panta-Vélez, Juan Vélez, Vanessa Acosta y Fernando Isea-León..... 134
- RIQUEZA Y COMPOSICIÓN DE LA AVIFAUNA DEL MANGLAR CAPITAN CHICO, MARACAIBO, VENEZUELA.**
Sonsirée Ramírez, Enrique Narváez y Anderson Saras..... 149
- ¿QUÉ SABEMOS DE LAS ESPECIES EXÓTICAS EL TEJEDOR AFRICANO (*PLOCEUS CUCULLATUS*), LA MONJITA (*LONCHURA MALACCA*) Y LA ALONDRA (*LONCHURA ORYZIVORA*) EN VENEZUELA?**
Cristina Sainz-Borgo..... 165
- FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DE LOS BOSQUES RIBEREÑOS DEL HUMEDAL LAGUNA OJO DE AGUA, LA URBANA, MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA.**
Wilmer Díaz-Pérez, Nathalit Mojica y Judith Rosales..... 186

Vol.55, N^o 2, Julio-Diciembre 2021
Pp- 112- 311.

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





BOLETÍN DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS

NUEVAS ESPECIES DE PARACYMUS THOMSON, 1867 (COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: LACCOBIINI). PARTE II: NUEVOS REGISTROS DE VENEZUELA. <i>Mauricio García</i>	199
EFFECTO TÓXICO DEL Ni(II) SOBRE LA ACTIVIDAD DE LA UREASA EN UN LODO ANAERÓBICO GRANULAR. <i>Julio Marín, Karelis Fernández, Laugeny Díaz y Nancy Angulo</i>	222
NOTAS SOBRE LA FAMILIA TORRIDINCOLIDAE EN VENEZUELA (INSECTA: COLEOPTERA). <i>Mauricio García</i>	240
PHANOCERUS GUAQUIRA NUEVA ESPECIE DE ESCARABAJO ACUÁTICO (COLEOPTERA: ELMIDAE) DE YARACUY, VENEZUELA. <i>María Leal-Duarte, Alfredo Briceño-Santos y José Elí Rincón Ramírez</i>	254
INSTRUCCIONES A LOS AUTORES	262
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	302

Vol.55, N^o 2, Julio-Diciembre 2021
Pp- 112- 311.

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



DOI: <http://www.doi.org/10.5281/zenodo.5780425>

**LA HARINA DE LOMBRIZ DE TIERRA (*EISENIA FETIDA*) COMO ALTERNATIVA
PROTEICA EN EL ENGORDE DE PRE-JUVENILES DEL CAMARÓN *PENAEUS
VANNAMEI*.**

*Ángela Zambrano¹, Rodolfo Patricio Panta-Vélez², Juan Vélez-Chica³, Vanessa Acosta² y Fernando Isea-León⁴

¹Maestría de Investigación en Acuicultura, Universidad Técnica de Manabí (UTM), Escuela de Acuicultura y Pesquería (EAP), Bahía de Caráquez, cantón Sucre, Manabí. Ecuador. 131401. Ángela Zambrano, <https://orcid.org/0000-0002-7012-9913>.

²Grupo de Investigación en Biodiversidad y Ecología de Sistemas Acuáticos (BIOECOSISTEMA), Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, EC131401 Ecuador. Rodolfo Patricio Panta-Vélez, <https://orcid.org/0000-0003-2969-0765> y Vanessa Acosta, <https://orcid.org/0000-0002-1631-7462>.

³Grupo de Investigación en Sanidad Acuícola e Inocuidad y Salud Ambiental (SAISA). Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, EC131401 Ecuador. Juan Vélez-Chica, <http://orcid.org/0000-0002-6660-6940>.

⁴Grupo de Investigación de Nutrición y Alimentación Acuícola (GINAA). Departamento de Acuicultura, Pesca y Recursos Naturales Renovables, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Técnica de Manabí, Bahía de Caráquez, Manabí, EC131401 Ecuador. Fernando Isea-León, <https://orcid.org/0000-0002-3766-5108>.

*Dirección para correspondencia: veronicazame@hotmail.com

RESUMEN

La harina de pescado constituye el principal aporte proteico en la formulación de dietas para camarones; sin embargo, su costo se ha encarecido en los últimos años, originando la necesidad de investigar materias primas para su formulación. En este estudio se analiza el efecto de la harina de lombriz de tierra *Eisenia fetida* en el engorde de pre-juveniles de *Penaeus vannamei*. Se ensayaron tres dietas experimentales: T1 = 100% harina de pescado (HP); T2 = 50% harina de lombriz (HLO) y 50% HP; T3 = 100% HLO. Los camarones ($0,81 \pm 0,01$ g de peso promedio) fueron alimentados durante los 15 días. Los individuos fueron colocados en tanques de 1 ton de capacidad con 200L de agua salada, a una densidad de siembra de 24 ind/m², 30 pre-juveniles/ tanque, bajo condiciones controladas (30 ups, $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, pH 7,8 y oxígeno disuelto 5,54 mg/L). El mayor crecimiento corporal y ganancia de peso fue obtenido en los tratamientos T3 ($6,81 \pm 0,042$ cm; $2,02 \pm 0,034$ g) y T2 ($6,69 \pm 0,049$ cm; $1,90 \pm 0,035$ g). No se observaron diferencias significativas en relación al factor de conversión del alimento ($P > 0,05$) (T1: $0,77 \pm 0,018$; T2: $0,75 \pm 0,02$; T3: $0,76 \pm 0,01$). La supervivencia de los camarones fue del 100% en las tres

dietas. Los resultados sugieren que la harina de *E. fetida* puede ser usada como una alternativa nutricional (de bajo costo) durante la etapa pre-juvenil de camarones pudiendo sustituir parcial y/o totalmente (50 y 100%) a la harina de pescado como alimento balanceado.

Palabras clave: cultivo; crecimiento; dietas; Ecuador; sustitución proteica.

EARTHWORM MEAL (*EISENIA FETIDA*) AS A PROTEIN ALTERNATIVE FOR PRE-JUVENILE SHRIMP BREEDING *PENAEUS VANNAMEI*

ABSTRACT

Fishmeal constitutes the main protein contribution in the formulation of shrimp diets; however, its cost has become more expensive in recent years, giving rise to the need to investigate raw materials for its formulation. In this study, the effect of *Eisenia fetida* earthworm meal on the fattening of pre-juvenile *Panaeus vannamei* is analyzed. Three experimental diets were tested: T1 = 100% fish meal (HP); T2 = 50% worm meal (HLO) and 50% HP; T3 = 100% HLO. The shrimp (0.81 ± 0.01 g of average weight) were fed during the 15 days. The individuals were placed in 1ton tanks with 200L of salt water, at a sowing density of 24 ind/m², 30 pre-juveniles/tank, under controlled conditions (30 ups, $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, pH 7.8 and dissolved oxygen 5.54 mg/L). The highest body growth and weight gain was obtained in treatments T3 (6.81 ± 0.042 cm; 2.02 ± 0.034 g) and T2 (6.69 ± 0.049 cm; 1.90 ± 0.035 g). No significant differences were observed in relation to the feed conversion factor ($P > 0.05$) (T1: 0.77 ± 0.018 ; T2: 0.75 ± 0.02 ; T3: 0.76 ± 0.01). Shrimp survival was 100% on all three diets. The results suggest that *E. fetida* meal can be used as a nutritional alternative (low cost) during the pre-juvenile stage of shrimp, being able to partially and/or totally substitute (50 and 100%) for fish meal. as balanced food.

Keywords: culture; grow; diets; Ecuador; protein substitutions.

Recibido / Received: 15-06-2021 ~ **Aceptado / Accepted:** 30-07-2021

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la actividad acuícola ha sido desarrollada principalmente en base al cultivo del camarón blanco *Panaeus vannamei*, constituyendo el rubro más

importante después de las exportaciones de petróleo. En la región costera, se concentra la mayor producción a nivel nacional; y en la provincia de Manabí, es donde se evidencia el más rápido crecimiento y expansión (Glencross *et al.* 2007, FAO 2021). Sin embargo, los costos operacionales han incrementado entre el 50 y 70%, debido a la inversión en el alimento.

En las dietas de engorde, se usa generalmente formulaciones de harina de pescado como la principal fuente proteica (55-60%), debido a que constituye un alimento altamente digerible, y contiene una buena composición en aminoácidos esenciales y lípidos, que permite cumplir con la mayoría de los requerimientos nutricionales de las especies cultivadas (Bernal-Rodríguez *et al.* 2013, Hua *et al.* 2019). A pesar de su uso generalizado a nivel mundial, su precio se ha encarecido en los últimos años, generando la necesidad de conocer otras fuentes alternativas de origen vegetal y/o animal, que sirvan como sustituto de los alimentos balanceados convencionales en condiciones controladas de cultivo, a bajo costo y alta rentabilidad (Hua *et al.* 2019).

En este sentido, la harina de lombriz de tierra se proyecta como una alternativa no convencional de aporte de proteínas de bajo costo, ya que se ha demostrado que la biomasa de *Eisenia fetida* posee niveles adecuados de nutrientes esenciales, debido a su alto contenido de proteínas (> 60%), minerales y de lípidos (>11%) para la alimentación tanto humana como animal (Shieh-Tsung *et al.* 2015, Vielma y Medina 2006, Musyoka *et al.* 2019). Además, desde el punto de vista toxicológico, no representa ningún riesgo nutricional, dado que los elementos contaminantes Hg y Pb son mínimos (Vielma *et al.* 2007).

De hecho, su importancia como sustituto proteico de la harina de pescado en la elaboración de alimentos balanceados, ha sido demostrado en alevines de *Colossoma macropomum* (Morillo *et al.* 2013), *Oreochromis niloticus* (Musyoka *et al.* 2019) y en juveniles de *Litopenaeus vannamei* (Valenzuela-Quiñónez *et al.* 2012, Shieh-Tsung *et al.* 2015), en los cuales se han obtenido respuestas favorables en los ensayos de engorde y digestibilidad. Dada estas características, la harina de lombriz de tierra podría representar una alternativa potencial de proteínas para la industria camaronera. En Ecuador, no se conocen datos experimentales sobre su uso en las etapas iniciales del camarón blanco; es por ello que en esta investigación se estudia la harina de lombriz de tierra (*Eisenia fetida*) como alternativa proteica en el engorde de juveniles de *Penaeus vannamei*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en la estación experimental de engorde de organismos bioacuáticos, de la Escuela de Acuicultura y Pesquería, de la Facultad de Ciencias Veterinarias, de la Escuela de Acuicultura y Pesquería (EAP) de la Universidad Técnica de Manabí (UTM), extensión Sucre, Ecuador (0°37'11.60 "S; 80°25'25.42 "W). Se utilizaron los siguientes tratamientos, con tres replicas cada uno: Tratamiento 1 (alimento balanceado 100% harina de pescado), Tratamiento 2 (alimento balanceado 50% harina de pescado y 50% harina de lombriz), y Tratamiento 3 (alimento balanceado 100% harina de lombriz), los cuales fueron asignados aleatoriamente a cada tanque. Las lombrices vivas se obtuvieron de un emprendimiento comercial ubicado en la comunidad Cañita, parroquia Charapotó, Sucre, Ecuador. Luego se trasladaron hasta el laboratorio de Nutrición de Organismos Acuáticos de la EAP-UTM, donde se elaboró la harina.

La elaboración de la harina de lombriz se efectuó en el laboratorio de Nutrición de Organismos Acuáticos de la EAP-UTM. Se separó la lombriz del sustrato, y se procedió a un primer lavado (agua potable) para eliminar restos de materia orgánica y suelo provenientes del sistema de cultivo. El siguiente paso fue colocar las lombrices en agua y oxígeno durante 24 h, para el vaciado progresivo del contenido intestinal. Culminado este proceso, se procedió a realizar un segundo lavado, luego se escurrieron las lombrices para extraer el exceso de agua. El siguiente paso consistió en someter a las lombrices a un escaldado a 100°C por 5 minutos, para sacrificar a las lombrices rápidamente, facilitar el secado, y al mismo tiempo bajarle la carga microbiana. Posteriormente las lombrices sacrificadas fueron colocadas en bandejas de aluminio cubiertas con papel encerado y llevadas a un horno ventilado a 55°C por 24 h. Finalizado el proceso de secado, se realizó la molienda hasta obtener la harina de lombriz.

Análisis fisicoquímico de materias primas

Se efectuó el análisis proximal (porcentajes de humedad, ceniza, proteína y grasa) a las materias primas: Harina de pescado comercial (HP), harina de lombriz

(HLO), harina de afrecho de arroz (HAA) y harina de maíz amarillo (HMA) (AOAC 2000) (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis proximal (%) de las materias primas utilizadas para elaborar los alimentos balanceados.

Ingrediente	Composición nutricional (%)				
	Humedad	Proteína	Grasa	Ceniza	ENN
Harina de pescado	10,20 ± 0,39	68,62 ± 3,35	10,73 ± 0,87	8,44 ± 0,90	2,01 ± 0,01
Harina de lombriz	0,30 ± 0,051	78,12 ± 0,12	10,95 ± 5,19	4,21 ± 0,24	6,42 ± 0,39
Harina de maíz	11,82 ± 0,07	8,90 ± 0,33	2,85 ± 0,14	1,00 ± 0,01	75,43 ± 0,01
Harina de afrecho de arroz	13,17 ± 0,06	18,43 ± 0,33	3,36 ± 0,40	5,61±0,01	59,43 ± 0,03

ENN: Extractos no nitrogenados.

Formulación alimenticia

Una vez obtenido el análisis proximal, se registraron los datos en una hoja de cálculo Excel de programación lineal, con el fin de obtener las proporciones (Tabla 2) según las especificaciones de proteína requerido (35% Proteína cruda) por cada camarón en estado pre-juvenil, y de sustitución fijados como tratamientos (T1 = 0% HLO, 100% HP; T2 = 50% HLO y 50% HP; T3 = 100 % HLO y 0% HP).

Tabla 2. Proporciones de ingredientes y composición química de las dietas experimentales.

Ingredientes (%)	Dietas Experimentales		
	T1	T2	T3
Harina de pescado	45	21	0
Harina de lombriz	0	21	40
Harina de maíz amarillo	31	35	38
Afrecho de arroz	10	9	8
Aceite de pescado	9	9	9
Premix vitamíne	1	1	1
Premix minerale	1	1	1
Ligantes	3	3	3
Total (%)	100	100	100
Composición química de las dietas experimentales (g/100 g)			
Materia seca	95,80 ± 0,10	96,65 ± 0,01	96,36 ± 0,52
Humedad	4,20 ± 0,11	3,35 ± 0,11	3,98 ± 0,17
Proteína cruda	35,50 ± 0,44	35,24 ± 0,43	35,40 ± 0,46
Grasa cruda	4,37 ± 0,16	4,65 ± 0,12	5,51 ± 0,12
Cenizas	10,58 ± 0,40	8,17 ± 1,64	6,30 ± 0,78
ENN	45,35 ± 0,12	48,59 ± 0,23	48,81 ± 0,12

ENN: Extractos libres de nitrógeno

Elaboración de alimentos

Para la elaboración de los alimentos balanceados codificados (T1, T2, T3), se pesaron todas las harinas secas: HP, HLO, HMA, HAA, mezcla mineral, mezcla de vitaminas y carboximetilcelulosa (CMC). Posteriormente se colocaron en un recipiente mezclador marca DIMETAL, para homogeneizarlas, seguidamente se adicione el aceite de pescado y agua, hasta obtener una mezcla homogénea y manejable para llevar luego al molino de carne marca JR, y obtener los fideos de la mezcla, que serán deshidratados a 55°C por 24 h. Para posteriormente ser fragmentados en gránulos de acuerdo con el tamaño requerido por los camarones en esta fase de pre-juveniles. Una vez elaborados los balanceados se procedió a empaquetar y conservar el alimento a 4°C hasta su uso experimental.

Aclimatación y tratamiento de los pre-juveniles

Los pre-juveniles fueron suministrados por el Laboratorio LARVIZA, Ecuador. En el análisis en fresco, se encontraron organismos sanos y activos. Luego fueron aclimatados por 10 días bajo las siguientes condiciones: salinidad 30 ups, temperatura $25 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, pH 7,8 y oxígeno disuelto 5,5 mg/L. Para cumplir con el diseño experimental, se utilizaron nueve tanques circulares de plástico con 1000 litros capacidad, los cuales se llenaron con un volumen final de 200 litros de agua salada. El agua utilizada se filtró a través de dos bolsos de celulosa de $5 \mu\text{m}$ c/u, para su posterior desinfección con hipoclorito de sodio (10 g/ton agua). Se agregó amonio cuaternario ($^{+}\text{NH}_4$) (5 mL/ton agua) para contrarrestar bacterias y hongos y vitamina C (2 g/ton agua) para la declorinación. Posteriormente, se colocaron en cada tanque 30 pre-juveniles con un peso promedio $0,8 \pm 0,01$ g, y se distribuyeron de forma aleatoria a una densidad de siembra de 24 camarones/ m^2 , en total se utilizaron 90 individuos por tratamiento.

Alimentación de los pre-juveniles

Los organismos fueron alimentados con las dietas fijadas en los tratamientos, durante un periodo de 15 días. La ración diaria se suministró al 10% de la biomasa del camarón, en dos dosificaciones al día (09:00 y 16:00 h), 50% cada vez; sin embargo, el alimento suministrado por tratamiento se ajustó, según el consumo y biometrías realizadas. Semanalmente (cada siete días), a cada organismo, se midieron la longitud total (cm) con un vernier digital, y el peso total (g) con una balanza digital marca CE Electronic Balance (0,01 gramos de precisión). Para garantizar la calidad del agua en los tratamientos experimentales, la temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad (ups), pH y oxígeno disuelto (mg/L) fueron medidos diariamente, utilizando un oxímetro AZ8403, refractrometro ATC y pHmeter Isolab respectivamente.

Parámetros zootécnicos

Se determinaron los siguientes parámetros zootécnicos: Peso total (PT), Longitud total (LT), Factor de conversión alimenticia (FCA) y % de Supervivencia (% S).

Las ecuaciones utilizadas se muestran a continuación.

Peso Total (g)

$$Pt = Pf(g) - Pi(g)$$

dónde: Pf: peso final y

Pi: peso inicial

Longitud Total (CM)

$$Lt = Lf(cm) - Li(cm)$$

Dónde: Lf: longitud final y

Li: longitud inicial

Factor de Conversión Alimenticia

$$FCA = \frac{\text{Alimento ingerido (g peso seco)}}{\text{Peso húmedo ganado (g)}}$$

% de Supervivencia

$$S(\%) = \frac{\text{Cantidad inicial de camarones}}{\text{Cantidad final de camarones}} \times 100$$

Análisis estadísticos

Los resultados se presentan como promedio \pm desviación estándar. Todos los datos fueron contrastados con la prueba de normalidad de Shapiro Wilk modificado y la de Levene para la homogeneidad de varianza (Sokal y Rohlf 2012). Al no cumplir los supuestos de normalidad, se utilizó el análisis no paramétrico de Kruskal–Wallis y la comparación múltiple post hoc de Levene para determinar la existencia de diferencias significativas ($P < 0,05$).

RESULTADOS

La calidad del agua en los tratamientos evaluados no mostró cambios significativos en las variables fisicoquímicas durante el bioensayo, excepto en la temperatura ($P < 0,0018$) (T1: $25,92 \pm 0,07^\circ\text{C}$; T2: $25,58 \pm 0,08^\circ\text{C}$; T3: $25,54 \pm 0,09^\circ\text{C}$) (Tabla 3). La sobrevivencia de los camarones fue del 100% en todos los tratamientos.

Tabla 3. Parámetros Fisicoquímicos del agua en los tratamientos

Parámetros	Tratamientos			P Valor
	T1	T2	T3	
Temperatura ($^\circ\text{C}$)	$25,92 \pm 0,46^b$	$25,58 \pm 0,55^a$	$25,54 \pm 0,62^a$	0,0018
Oxígeno disuelto (mg/L)	$5,54 \pm 0,48$	$5,53 \pm 0,47$	$5,56 \pm 0,41$	0,9599
pH	$6,82 \pm 0,08$	$6,80 \pm 0,11$	$6,89 \pm 0,42$	0,8065

Letras distintas indican diferencias significativas.

La variación en la longitud total (cm) de los organismos durante el bioensayo, se muestra en la Figura 1. No se obtuvieron diferencias significativas ($KW_{(gl=2; n=270)}=0,54; P > 0,76$) al inicio del ensayo (T1: $4,99 \pm 0,041$ cm; T2: $4,96 \pm 0,047$ cm; T3: $4,97 \pm 0,039$ cm). A partir del día siete, se registró un aumento en el crecimiento de los pre-juveniles alimentados con las dietas T3 ($5,74 \pm 0,045$ cm) y T2 ($5,66 \pm 0,041$ cm), observando diferencias significativas ($KW_{(gl=2; n=270)}= 10,63; P < 0,01$) con respecto a T1 ($5,53 \pm 0,041$ cm). El mayor incremento ($6,81 \pm 0,042$) se registró el día 15 en T3 (100% HLO), seguido de T2 ($6,69 \pm 0,049$ cm) y T1 ($6,59 \pm 0,045$ cm).

En relación con el peso promedio (g) (T1: $0,81 \pm 0,017$ g; T2: $0,80 \pm 0,017$ g; T3: $0,83 \pm 0,015$ g) no se registraron diferencias significativas ($KW_{(gl=2;n=270)}= 2,40; P= 0,3006$) al inicio del bioensayo. La ganancia de biomasa se obtuvo a partir del séptimo día, con diferencias significativas ($KW_{(gl=2;n=270)} = 13,45; P < 0,01$) entre los tres tratamientos (T1: $1,09 \pm 0,022$ g; T2: $1,15 \pm 0,023$ g; T3: $1,21 \pm 0,020$ g). El mayor peso se encontró el día 15, siendo más elevado en los pre-juveniles alimentados con la dieta T3 ($2,02 \pm 0,035$ g) (100% HLO), seguido de T2 ($1,90 \pm 0,035$ g) y T1 ($1,86 \pm 0,039$ g) (Fig. 2).

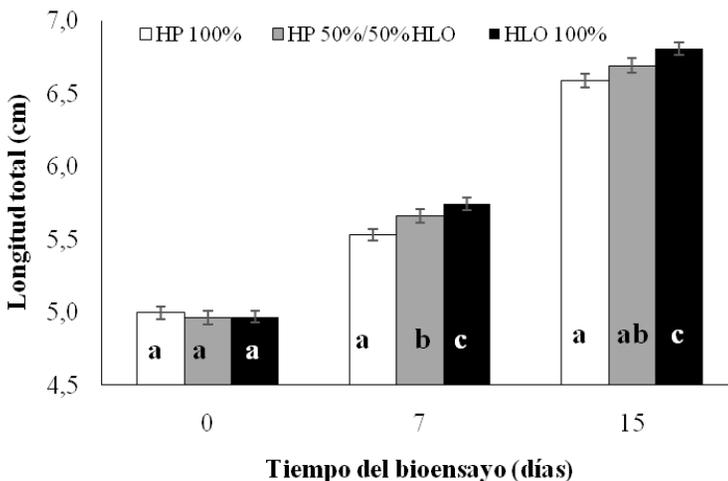


Figura 1. Variación de la longitud total (cm) de los pre-juveniles de camarón *P. vannamei* sometidos a diferentes dietas (HP: Harina de pescado, HLO: Harina de lombriz). Letras distintas indican diferencias significativas.

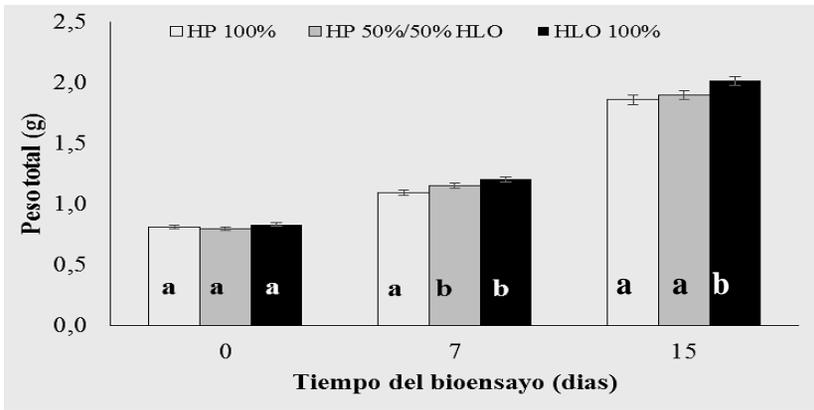


Figura 2. Peso total (g) de los pre-juveniles de camarón *P. vannamei* sometidos a diferentes dietas (HP: Harina de pescado, HLO: Harina de lombriz). Letras distintas indican diferencias significativas.

En la Figura 3 se muestra el factor de conversión alimenticia (FCA) de los pre-juveniles de *P. vannamei*. No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre los tratamientos evaluados (T1: $0,773 \pm 0,018$; T2: $0,757 \pm 0,02$; T3: $0,765 \pm 0,01$).

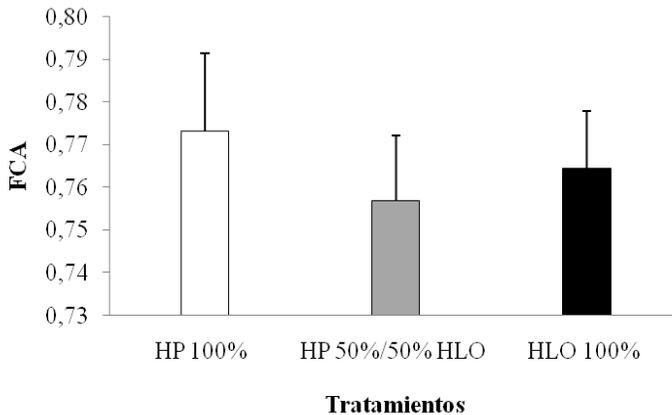


Figura 3. Factor de conversión alimenticia (FCA) en los pre-juveniles del camarón *P. vannamei* sometidos a diferentes dietas (HP: Harina de pescado, HLO: Harina de lombriz). Barra promedio; línea es el error estándar.

DISCUSIÓN

En los pre-juveniles de *P. vannamei* alimentados a partir de dietas con sustitución parcial y total (50 y 100%), de harina de pescado por harina de *E. fetida*, se muestran respuestas nutricionales favorables, fundamentadas en el aumento de longitud corporal y ganancia de peso. En el tratamiento con reemplazo parcial (50% HP; 50% HLO) se registraron incrementos significativos con respecto a la dieta con 100%HP; obteniendo que la inclusión total de la harina de lombriz (T3: 100% HLO) fue la que produjo el mayor crecimiento y biomasa. Estos resultados muestran su efecto positivo en los parámetros de crecimiento, posiblemente relacionado con su alto contenido nutricional, digestibilidad, entre otros.

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con los reportados por Valenzuela-Quiñónez *et al.* (2012) en juveniles de *L. schmitti*. Estos autores analizaron la respuesta de la sustitución parcial de harina de pescado (20 y 40%) por harina de *E. fetida*, pero no encontraron diferencias significativas con respecto al tratamiento con 100% de HP. Esto posiblemente se encuentra asociado a las diferentes proporciones de lípidos (similares o por debajo del 10%) utilizadas en los ensayos, por lo que requieren de elevados niveles de proteína, para lograr un excelente desarrollo de los camarones. Por otro lado, Jaime-Ceballos *et al.* (2006) en postlarvas de *L. schmitti*, utilizó la harina de la lombriz *Eudrilus eugeniae* como reemplazo de HP (5 a 30%), encontrando que los organismos alimentados con 10, 15, 20, 25 y 30%, también mostraron incrementos de peso ($P < 0,05$); señalando el mayor crecimiento en las dietas con 25 y 30% de HLO.

En relación con el factor de conversión del alimento, no se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) entre las dietas con sustitución de HLO y la fuente proteica aportada por HP; indicando que cualquiera de las dietas suministradas tuvo eficiencia con respecto a este parámetro zootécnico.

Para el caso de la supervivencia, esta fue del 100% en todos los tratamientos. Esto último representa un indicativo excelente para el cultivo de camarones, debido a la mínima pérdida de organismos, lo que asegura inclusive calidad en el agua por la asimilación del alimento. Estos resultados difieren de los reportados por Gil-Núñez *et al.* (2020), quienes obtuvieron % de supervivencia del 90% para niveles de proteína del 22 y 32% en la alimentación del camarón *P. vannamei*, y con dietas de mayor porcentaje de proteína (41%) presentaron un valor aún más bajo de supervivencia del

73,3%. Valores de supervivencia, incorporando una mezcla fermentada de batata dulce, también reporto porcentajes de supervivencia inferiores al obtenido en esta investigación (Traifalgar *et al.* 2019). Se conoce que, en su nutrición, los crustáceos peneidos se adaptan bien a los cambios en la composición de la dieta en las diferentes etapas de desarrollo, debido a que las enzimas digestivas, sintetizadas y secretadas en el hepatopáncreas, pueden hidrolizar una variedad de sustratos (Gamboa-Delgado *et al.* 2003). De forma general, es posible decir que los peneidos son clasificados como organismos omnívoros, los nutrientes ofrecidos a los camarones como proteína, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales son utilizados para la formación y mantenimiento de los tejidos y el suplemento de energía, asimismo, los elevados requerimientos proteínicos se atribuyen a sus hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros, y al uso preferencial de la proteína dietética sobre los carbohidratos como fuente energética; lo cual puede variar según la especie, estado fisiológico, tamaño y factores abióticos (Tacon 1989, Faillace *et al.* 2016).

Las fuentes vegetales (soya, maíz entre otros) también se pueden utilizar en el alimento balanceado suministrado a los camarones; sin embargo, existen algunas desventajas en su uso acuícola, que incluyen un desbalance en el perfil de aminoácidos esenciales y baja palatabilidad (Álvares 2007, Faillace *et al.* 2016). Por ello, la harina de *E. fetida* es de interés en las etapas iniciales del camarón, debido a su elevado aporte proteico (>60%), bajo costo y digestibilidad (Chiu *et al.* 2015, Musyoka *et al.* 2019). Su uso como fuente alternativa de proteínas, induce un crecimiento y ganancia de peso significativo en pre-juveniles del camarón blanco *P. vannamei*. Es necesario continuar con trabajos que incluyan el alimento natural presente en los tanques de cultivo, y su posible efecto sobre las etapas iniciales de desarrollo. La harina de lombriz puede reemplazar eficientemente las fuentes de proteínas animales y vegetales convencionales insostenibles sin comprometer el crecimiento y con importantes aportes a la sostenibilidad ambiental.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio, indican que la harina de *E. fetida* constituye una alternativa proteica de bajo costo, que puede sustituir parcial o totalmente (50 y 100%) a la harina de pescado utilizada en el alimento balanceado suministrado al camarón *P. vannamei* en la etapa de pre-juvenil.

AGRADECIMIENTOS

Para esta investigación se contó con el apoyo del Ing. Víctor Adolfo Dávila Macías y el personal e instalaciones de la Escuela de Acuicultura y Pesquería de la Universidad Técnica de Manabí.

LITERATURA CITADA

ÁLVARES, S. 2007. Sustitución de harina de pescado por harina de soya e inclusión de aditivos en el alimento a fin de mejorar la engorda del camarón lanco *Litopenaeus schmitti*. Tesis Doctoral. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. La Paz, BCS, México. 118 pp.

AOAC. 2000. Official methods of analyses the association of official analytical chemists. 17th Edit. DC Washington. Estados Unidos.

BERNAL-RODRÍGUEZ, C., M. SPANOPOULOS-HERNÁNDEZ, C. HERNÁNDEZ, G. BARBA-QUINTERO Y J. RUELAS-INZUNZA. 2013. Sustitución parcial de harina de pescado por ensilado biológico en dietas para juveniles de camarón *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931). El Bohío boletín electrónico. 3(8): 22-30.

CHIU, S., S. WONG, Y. SHIU, C. CHIU, W. GUEI Y CH. LIU. 2015. Using a fermented mixture of soybean meal and earthworm meal to replace fish meal in the diet of white shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone). Aquaculture Research. 47(11): 3489–3500. doi:10.1111/are.12799

FAILLACE, J., R. VERGARA Y A. SUAREZ. 2016. Evaluación de una fórmula alimenticia para camarón de cultivo (*L. vannamei*) con inclusión de proteína vegetal a base de harina de soya. Revista AquaTIC. 44: 12-29.

FAO. 2021. National Aquaculture Sector Overview. Visión general del sector acuícola nacional - Ecuador.

GAMBOA-DELGADO J., C. MOLINA-POVEDA Y C. CAHU. 2003. Digestive enzyme activity and food ingesta in juvenile shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) as a function of body weight. Aquaculture Research. 34(15): 1403-1411.

GIL-NÚÑEZ, J., L. MARTÍNEZ-CÓRDOVA, R. SERVÍN-VILLEGAS, F. MAGALLON-BARAJAS, R. BÓRQUEZ-LÓPEZ, J. GONZÁLEZ-GALAVIZ, Y R. CASILLAS-HERNÁNDEZ. 2020. Production of *Penaeus vannamei* in low salinity, using diets formulated with different protein sources and percentages. Latin american journal of aquatic research. 48(3): 396-405. <https://dx.doi.org/10.3856/vol48-issue3-fulltext-2361>

GLENCROSS B., M. BOOTH Y G. ALLAN. 2007. A feed is only as good as its ingredients - a review of ingredient evaluation for aquaculture feeds. *Aquaculture Nutrition*. 13(1), 17-34. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2095.2007.00450.x>

HUA, K., J. COBCROFT, A. COLE, K. CONDON, R. DEAN, J. MANGOTT, C. PRAEGER, M. VUCKO, C. ZENG, K. ZENGER Y J. STRUGNELL. 2019. The Future of Aquatic Protein: Implications for Protein Sources in Aquaculture Diets. *One Earth*. 1(3): 316-329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.10.018>.

JAIME-CEBALLOS, B. Y J. GALINDO-LÓPEZ. 2006. Dietas prácticas para el cultivo de *Litopenaeus schmitti*: una revisión. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 7(12): 1-13.

MORILLO M., T. VISBAL, D. ALTUVE, F. OVALLES Y A. MEDINA. 2013. Valoración de dietas para alevines de *Colossoma macropomum* utilizando como fuentes proteicas harinas: de lombriz (*Eisenia foetida*), soya (*Glycinemax*) y caraotas (*Phaseolus vulgaris*). *Rev ChilNutr*, 40(2): 147-154. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000200009>.

MUSYOKA, S., D LITI, E OGELLO Y H. WAIDBACHER. 2019. Utilization of the earthworm, *Eisenia fetida* (Savigny, 1826) as an alternative protein source in fish feeds processing: A review. *Aquaculture Research*. 00: 1–15. DOI: 10.1111/are.14091.

SHIEH-TSUNG, CH., W. SAOU-LIEN, S. YA-LI, CH. CHIU-HSIA, G. WANG-CHEN Y L. CHUN-HUNG. 2015. Using a fermented mixture of soybean meal and earthworm meal to replace fish meal in the diet of white shrimp, *Penaeus vannamei* (Boone). *Aquaculture Research*. 47(11): 3489–3500. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/are.12799>.

SOKAL, R. Y J. ROHLF. 2012. *Biometry: the principles and practice of statistics in biological research*, Fourth edition. WH Freeman and Company. San Francisco. doi: 10.2307/2343822.

TACON, A. 1989. *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados manual de capacitación*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ab492s/AB492s00.htm>

TRAI FALGAR, R. F., J. PAGAPULAN, M. T. VALDEZ, J. B. ELLAMAR, E. J. C. OCAMPO Y L. L. ILAG. 2019. Fermented Sweet Potato Meal, a Sustainable Dietary Protein Ingredient for Juvenile *Penaeus vannamei*, Boone 1931. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah, IJA*. 71: 1-11. <https://doi.org/10.46989/001c.20973>

VALENZUELA-QUIÑÓNEZ, W., H. ESPARZA-LEAL, E. NAVA-PÉREZ Y G. RODRÍGUEZ. 2012. El cultivo de camarón en agua de baja salinidad con alimento a base de harina de lombriz. *Ra Ximhai*. 8 (3b): 131-136.

VIELMA, R., P. CARRERO, C. RONDÓN Y A. MEDINA. 2007. Comparación del contenido de minerales y elementos trazas en la harina de lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) utilizando dos métodos de secado. *Saber*. 19(1): 83-89.

VIELMA, R. Y A. MEDINA. 2006. Determinación de la composición química y estudios de solubilidad en la harina de lombriz *Eisenia foetida*. *Revista de la Facultad de Farmacia*. 48(1): 2-8.

BOLETÍN
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
AN INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGY
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA
Vol. 55, Nº 2, 2021

CONTENTS

REPRODUCTIVE DYNAMICS OF THE CRAB <i>CALLINECTES DANAÉ</i> (DECAPODA: PORTUNIDAE) FROM MARGARITA ISLAND, VENEZUELA. <i>Idar quijada, Leo Walter González, Nora Eslava y Francisco Guevara</i>	112
EARTHWORM MEAL (<i>EISENIA FETIDA</i>) AS A PROTEIN ALTERNATIVE FOR PRE-JUVENILES SHRIMP BREEDING <i>PENAEUS VANNAMEI</i>. <i>Ángela Zambrano, Rodolfo Panta-Vélez, Juan Vélez, Vanessa Acosta y Fernando Isea-León</i>	134
SPECIES RICHNESS AND COMPOSITION OF CAPITAN CHICO MANGROVE BIRD, MARACAIBO, VENEZUELA. <i>Sonsirée Ramírez, Enrique Narváez y Anderson Saras</i>	149
WHAT DO WE ABOUT <i>PLOCEUS CUCULLATUS</i>, <i>LONGHURA MALACCA</i> AND <i>LONGHURA ORYZIVORA</i> IN VENEZUELA? <i>Cristina Sainz-Borgo</i>	165
FLORÍSTIC AND ESTRUCTURE OF THE LAGUNA OJO DE AGUA WETLAND'S RIPARIAN FORESTS, LA URBANA, CEDEÑO MUNICIPALITY, BOLÍVAR STATE, VENEZUELA. <i>Wilmer Díaz-Pérez, Nathalit Mojica y Judith Rosales</i>	186

BOLETÍN
DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
AN INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGY
PUBLISHED BY THE UNIVERSITY OF ZULIA, MARACAIBO, VENEZUELA
Vol. 55, Nº 2, 2021

CONTENTS

NEW SPECIES OF PARACYMUS THOMSON, 1867 (COLEOPTERA: HYDROPHILIDAE: LACCOBIINI). PART II: NEW RECORD FROM VENEZUELA.	
<i>Mauricio García</i>	199
TÓXIC EFFECT OF Ni(II) ON UREASE SOBRE ACTIVITY IN ANAEROBIC GRANULAR SLUDGE.	
<i>Julio Marín, Karelis Fernández, Laugeny Díaz y Nancy Angulo</i>	222
NOTES ON THE TORRIDINCOLIDAE FAMILY IN VENEZUELA (INSECTA: COLEOPTERA).	
<i>Mauricio García</i>	240
PHANOCERUS GUAQUIRA NEW SPECIE OF ACUÁTIC BEETLE (COLEOPTERA: ELMIDAE) FROM YARACUY, VENEZUELA.	
<i>María Leal-Duarte, Alfredo Briceño-Santos y José Elí Rincón Ramírez</i>	254
INSTRUCTIONS FOR AUTHORS	302