

EVALUACIÓN DE NIVELES DE INCLUSIÓN DE HARINA DE CANGREJO ROJO DE TIERRA (*Gecarcinus ruricola*) EN LA DIETA DE JUVENILES DE CAMARÓN BLANCO *Litopenaeus schmitti*.

Iliana Fraga *, José Galindo y Barbarito Jaime

Centro de Investigaciones Pesqueras, Ministerio de la Industria Alimenticia, 5ta. Ave. y 246, Playa, CP 19100, Ciudad Habana, Cuba.
(*) Autor correspondiente: Email: ifraga@cip.telemar.cu

RESUMEN

Un diseño experimental completamente aleatorizado se desarrolló, durante 7 semanas, para evaluar el efecto de niveles de inclusión (0, 5, 10 y 15%) de harina de cangrejo (HC) *Gecarcinus ruricola*, sobre el crecimiento del camarón *Litopenaeus schmitti*. Los juveniles de camarón (peso medio inicial 0.44 ± 0.02 g), se distribuyeron en recipientes con 40 L de agua de mar a una densidad de 17.8 g/m^2 . El contenido de metales pesados (Pb, Cd, Cu, Zn) de la HC, dietas y camarones, se determinó por el método de absorción atómica. La calidad proteica de los alimentos experimentales se evaluó por el método del cómputo químico. Las dietas que contenían HC promovieron los más altos crecimientos ($P < 0.05$). Los juveniles que consumieron alimento con 5% de HC alcanzaron los mejores indicadores nutricionales. El cómputo químico mostró la arginina como primer amino ácido limitante (AAL) en todas las dietas, la lisina como segundo AAL en las dietas con HC y la histidina como segundo AAL en la dieta control. La relación entre el nivel de inclusión de HC en la dieta, el peso final (PF) y el factor de conversión del alimento (FCA) se describió por las ecuaciones cuadráticas: $\text{PF} = -0.0035 \text{ S}^2 + 0.0603 \text{ S} + 1.1765$, $R^2 = 0.875$ y $\text{FCA} = 0.0122 \text{ S}^2 - 0.2026 \text{ S} + 4.347$, $R^2 = 0.882$, lo que sugiere un nivel de inclusión óptimo de HC en la dieta de 8.4%.

Palabras claves: dietas artificiales; harina de cangrejo; cultivo de camarón; *Gecarcinus ruricola*; *Litopenaeus schmitti*.

EVALUATION OF LAND RED CRAB MEAL (*Gecarcinus ruricola*) DIFFERENT LEVELS IN DIETS FOR WHITE SHRIMP *Litopenaeus schmitti*.

ABSTRACT

In order to evaluate the effect of red earth crab meal (CM) *Gecarcinus ruricola* inclusion levels (0, 5, 10 and 15%) on the growth of white shrimp *Litopenaeus schmitti*, a completely randomized experimental design was carried out during 7 weeks in laboratory conditions. Juveniles (initial average weight 0.44 ± 0.02 g) were distributed in containers with 40 L seawater at a density of 17.8 g/m^2 . Heavy metal (Pb, Cd, Cu, Zn) content in CM, diets and shrimp muscle were determined by atomic absorption. Protein quality of food was evaluated by the method of chemical score. Diets containing CM promoted the highest growth ($P < 0.05$). The best nutritional indexes were reached with food that included 5% CM. Chemical score showed arginine as the first limiting amino acid (LAA) in all diets, lysine as second LAA in diets containing HC and histidine as second LAA in the control diet. The relation of CM inclusion level in diet with final weight (FW) and food conversion rate (FCR) were described by the following quadratic equation: $\text{FW} = -0.0035 \text{ S}^2 + 0.0603 \text{ S} + 1.1765$, $R^2 = 0.875$ and $\text{FCA} = 0.0122 \text{ S}^2 - 0.2026 \text{ S} + 4.347$, $R^2 = 0.882$, respectively, which suggested that optimum SHM inclusion level in practical diets was 8.4%.

Key words: artificial diets; crab meal; shrimp culture; *Gecarcinus ruricola*; *Litopenaeus schmitti*.

La búsqueda de ingredientes de bajo costo y alta calidad en la elaboración de las dietas para camarón es de importancia fundamental en la acuicultura teniendo en cuenta que el alimento es el costo operacional mas elevado de esta industria (New, 1976; Lawrence, 1985; Villarreal *et al.*, 2004; Galindo *et al.*, 2009; Jaime *et al.*, 2009).

El desarrollo acelerado de la acuicultura a nivel mundial, ha motivado una demanda creciente de harina y aceite de pescado, alcanzado precios tan

elevado que dejan un margen reducido de las ganancias en la comercialización de los camarones, donde los alimentos balanceados juegan un papel preponderante para asegurar su sostenibilidad.

El principal insumo de la industria de los piensos es la harina y aceite de pescado, que representan un 50 % y un 20 % de los costos, respectivamente. Aunque se han destinado importantes recursos de investigación y desarrollo para encontrar sustitutos económica y técnicamente viables para la hari-

na y aceite de pescado (Davis y Arnold, 2000; Cruz-Suarez *et al.*, 2004; Davis *et al.*, 2004), las formulaciones de los alimentos balanceados son aún dependientes de estos ingredientes (Fraga *et al.*, 1996; Tacon *et al.*, 2000; Fraga y Galindo, 2002), lo que ha motivado la búsqueda acelerada de fuentes capaces de sustituirlos o al menos reducir su inclusión en las dietas, para lograr piensos más económicos y amigables con el medio ambiente (Tacon *et al.*, 2000).

La HC y los subproductos del proceso industrial, pudieran constituir ingredientes no convencionales en la fabricación de piensos para organismos acuáticos. Castell (1986) empleó el extracto proteico de cangrejo (*Cancer irroratus*) en la Dieta Estándar de Referencia para estudios nutricionales. Recientemente, algunos artículos refieren el empleo del cangrejo *Pleuncodes planipes* en dietas para camarón *Litopenaeus vannamei*, en sustitución de las harina de pescado, camarón y soya (Villarreal *et al.*, 2004 y Villarreal *et al.*, 2006).

Algunos autores han consignado que la presencia de factores de crecimiento en las harinas de crustáceos permite que los camarones alcancen la talla comercial en un periodo de tiempo menor (Smith *et al.*, 2005; Goytortua *et al.*, 2006). De igual forma se ha considerado que el efecto atrayente de las mismas estimula el consumo y reduce los desechos en el estanque, además de mejorar la palatabilidad de los alimentos con altos niveles de proteína de origen vegetal (Chamberlain y Hunter, 2001; Galicia, 2003).

El cangrejo rojo de tierra *G. ruricola* es un recurso que permanece virgen en su medio natural y aparece en grandes cantidades en las zonas costeras del archipiélago cubano. Se ha consignado que este crustáceo forma parte de la dieta natural de la fauna salvaje y son pocas las personas que lo consumen por su contenido en metales pesados.

El objetivo de este trabajo es evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de cangrejo rojo de tierra *Gecarcinus ruricola*, en sustitución de la harina de pescado, en la dieta de juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Un diseño experimental completamente aleatorizado con 4 tratamientos y tres réplicas cada uno, se desarrolló en condiciones controladas durante 7 semanas, en el laboratorio de nutrición del Centro

de producción de “semilla” de camarón de Manzanillo, provincia Granma, Cuba. Los juveniles de camarón blanco *Litopenaeus schmitti*, con un peso medio inicial de 0.44 ± 0.02 g, procedieron de los estanques de precría de la granja camaronera de CALISUR, Río Cauto, provincia Granma. Los mismos se distribuyeron a razón de 17.6 g/m^2 en 12 tanques plásticos rectangulares ($65 \times 40 \times 27$ cm) con 40 L de agua de mar filtrada por filtro de arena ($10 \mu\text{m}$) y cartucho ($1 \mu\text{m}$), con aireación constante.

Durante todo el experimento se empleó un fotoperiodo de 12:12 horas luz: oscuridad. Diariamente se renovó el 30% del agua de los recipientes cuando se procedió a las operaciones de limpieza y se registraron las incidencias de mudas y muertes. Además se controlaron los parámetros físico-químicos para mantener valores de temperatura, oxígeno y salinidad entre $27\text{--}28^\circ\text{C}$, $4\text{--}5 \text{ mg/L}$ y entre $37\text{--}38$ ups respectivamente. Semanalmente se determinaron el pH y el amonio con valores promedios de 8.1 ± 0.05 y $0.2 \pm 0.01 \text{ mg/L}$ respectivamente.

La harina de cangrejo rojo de tierra (HC) se elaboró a partir ejemplares capturados en la Ciénaga de Zapata, litoral sur-central de la isla de Cuba. Los mismos se cocieron en agua por 10 minutos, se escurrieron, fragmentaron y secaron en una estufa con recirculación de aire forzado a 60°C durante 20 horas. Posteriormente se redujo a polvo en un molino de martillo con tamiz de 1 mm.

Las dietas experimentales se formularon con 0, 5, 10 y 15% de inclusión de harina de cangrejo rojo *Gecarcinus ruricola*. (Tabla 1), teniendo en cuenta los estudios de requerimientos nutricionales de las especie (Galindo *et al.*, 1992; Galindo *et al.*, 2002). Las mismas se asignaron aleatoriamente entre los recipientes. El alimento se distribuyó manualmente, dos veces al día con una ración diaria del 10% de la biomasa (40% a las 08:00h y 60% a las 16:00h). Tanto a la HC como a las dietas experimentales se les realizó el análisis proximal siguiendo las técnicas descritas por AOAC (1995).

Para determinar el contenido de metales pesados (Pb, Cd, Cu y Zn) en la HC, dietas experimentales y tejido de los camarones tratados, se empleó la técnica de absorción atómica con llama, previa extracción con APDC/DDDC y metilisobutil cetona (Pb y Cd) y de forma directa por el método Tecator para Cu y Zn. (Tessier, *et al.*, 1979).

Tabla 1. Composición porcentual (g/100 g de dieta) y nutricional (g/100 g de peso) de las dietas empleadas en el experimento con diferentes niveles de harina de cangrejo en sustitución parcial de la harina de pescado.

| Ingrediente | Patrón (HC 0%) | HC 5% | HC 10% | HC 15% |
|---------------------------|----------------|-------|--------|--------|
| Harina pescado | 29 | 24,75 | 21,75 | 17,75 |
| Harina cangrejo rojo | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Harina soya | 22 | 22 | 22 | 22 |
| Trigo entero molido | 28 | 28 | 28 | 28 |
| Levadura torula | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Aceite pescado | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Premezcla vitaminas | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Premezcla minerales | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Carbonato de calcio | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Fosfato dicálcico | 2 | 2 | 2 | 2 |
| CMC | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Vitamina C | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| Relleno, | 4,75 | 4 | 2 | 1 |
| Proteína bruta (%) | 33,45 | 32 | 31,34 | 30,04 |
| Lípidos totales (%) | 5,66 | 6,66 | 7,74 | 8,76 |
| Carbohidratos totales (%) | 27,19 | 27,64 | 28,33 | 28,60 |
| Fibra bruta (%) | 2,39 | 3,44 | 4,42 | 5,43 |

Cada una de las fórmulas se evaluaron separadamente por el método del cómputo químico (García, 1993), empleando como proteína de referencia, la composición aminoacídica del músculo de la cola del camarón blanco *L. schmitti* (Gallardo *et al.*, 1989). La composición aminoacídica de los ingredientes proteicos se tomó de Díaz-Guzmán (1996).

Al final del experimento se contaron y pesaron individualmente todos los camarones por tratamiento para calcular crecimiento, factor de conversión del alimento (FCA=alimento añadido/ ganancia en peso); eficiencia proteica (EP= ganancia en peso/proteína ingerida); crecimiento relativo (CR= peso final-peso inicial/peso inicial x 100); ganancia en peso (GP = peso final-peso inicial) y supervivencia (S= cantidad de camarones al final/ cantidad de camarones al inicio x 100).

Los resultados de pesos finales, crecimiento, factor de conversión del alimento y supervivencia se compararon a través de un ANOVA de clasificación simple y la prueba de Turkey ($P \leq 0.05$) luego de comprobar su normalidad mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y la homogeneidad de varianza, a través de la prueba de Bartlett. Los valores de supervivencia se transformaron a arco seno y todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica (StatSoft, Tulsa, OK, USA).

Se realizaron análisis de regresión y correlación entre crecimiento y niveles de inclusión de harina de cangrejo, así como FCA y niveles de harina de cangrejo, ajustándolos a una ecuación polinomial cuadrática (Shearer, 2000; Hernandez-Llamas, 2009):

$$y = a_0 + a_1S + a_2S^2$$

donde, y representa el peso final (PF), o factor de conversión del alimento (FCA), a_0 , a_1 , a_2 , los coeficientes de regresión y S el nivel de inclusión de HC. La tendencia del nivel óptimo de inclusión de PF o FCA (Y_m) se calculó a partir de la ecuación $Y_m = -a_1(2a_2)^{-1}$ (Gurure *et al.*, 1995).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis proximal de las fuentes proteicas incluyendo la HC demostró que esta última se distingue por su elevado contenido en grasa (26%), proteína (26%) y ceniza (25%) (Tabla 2).

Las dietas que incluyeron HC en su fórmula, promovieron los mayores crecimientos ($P < 0.05$) comparados con los camarones que no consumieron HC. Los mejores resultados de FCA y CR se alcanzaron con la dieta que contenía 5% de harina del crustáceo (Tabla 3). Entre los tratamientos, no

Tabla 2. Composición promedio de las fuentes proteicas empleadas en la elaboración de las dietas experimentales. Todos los valores están expresados en g/100 g de peso seco.

| Ingredientes | Proteína cruda (%) | Lípidos (%) | Fibra (%) | Ceniza (%) | Hidratos de carbono (%) |
|--------------------|--------------------|-------------|-----------|------------|-------------------------|
| Harina de pescado | 65 | 7 | 1 | 15 | 3.4 |
| Harina de cangrejo | 26* | 26 | 11 | 25 | 12 |
| Harina de soya | 42 | 4.8 | 4.5 | 9 | 30 |
| Levadura torula | 45 | 2.5 | 2.1 | 8 | 32 |

*Incluye nitrógeno no proteico de quitina.

Tabla 3. Resultados de crecimiento, factor de conversión del alimento (FCA), y supervivencia de juveniles de camarón blanco *L. schmitti* alimentados con diferentes niveles de harina de cangrejo de tierra *Gecarcinus ruricola* en la dieta. (Los resultados se expresan en $n \pm DS$)

| Tratamientos | HC 0% (Patrón) | HC 5% | HC 10% | HC 15% |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Nivel de inclusión (%) | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Peso final (g) | 1,16 \pm 0.04 ^c | 1,44 \pm 0.01 ^{ab} | 1,38 \pm 0.02 ^b | 1,31 \pm 0.02 ^b |
| FCA | 4,4 \pm 0.1 ^c | 2,9 \pm 0.05 ^a | 3,2 \pm 0.07 ^b | 3,5 \pm 0.04 ^b |
| Supervivencia (%) | 91 \pm 8.0 ^a | 100 \pm 0.001 ^a | 96,9 \pm 0.1 ^a | 96,9 \pm 0.1 ^a |
| Crecimiento relativo (%) | 158 \pm 10.1 ^c | 227 \pm 5.87 ^a | 213,6 \pm 0.1 ^a | 197,9 \pm 0.1 ^b |
| Ganancia en peso (g) | 0,73 \pm 0.02 ^c | 1 \pm 0.01 ^a | 0,94 \pm 0.01 ^a | 0,87 \pm 0.02 ^b |
| Índice de muda | 8 \pm 1.0 ^c | 14 \pm 1.5 ^a | 16 \pm 2.3 ^a | 11 \pm 1.8 ^b |

Exponentes diferentes difieren significativamente $P < 0.05$

se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) con relación a la supervivencia, la cual varió entre 91 y 100%. El mayor índice de muda se alcanzó con la dieta que incluyó 10% de HC. Estos resultados indican que la adición de HC a niveles entre 5 y 15% estimuló el crecimiento de los camarones.

Se ha consignado por algunos autores los efectos que ejerce la adición de harina de crustáceo a las dietas para camarón, ya sea por el aporte de quitina, como de nutrientes (carotenos, colesterol, ácidos grasos) esenciales para las funciones metabólicas de estos organismos (Cuzon y AQUACOP, 1989; Ricque *et al.*, 2000; Villarreal *et al.*, 2004; Williams *et al.*, 2005; Villarreal *et al.*, 2006). En esta investigación, el aporte de lípidos de la HC empleada en las dietas experimentales (1.31% HC 5%, 2.6% HC 10% y 3.9 % HC 15%), pudo haber influido en el mejor desarrollo de los camarones.

El análisis de regresión mostró una relación significativa entre los pesos finales y los niveles de

inclusión de HC en la dieta (Fig. 1) que se describen a través de la ecuación cuadrática:

$$PF = - 0.0035 x^2 + 0.0603 x + 1.1765$$

con un coeficiente de correlación $R^2 = 0.875$, y nivel óptimo de inclusión de HC = 8.6.

De forma similar se alcanzó una respuesta significativa en el FCA con los niveles de inclusión de HC en las dietas (Fig. 2) que se describen a través de la ecuación:

$$FCA = 0.0122 x^2 - 0.2026 x + 4.347$$

con un valor de $R^2 = 0.882$ y nivel óptimo de inclusión de HC = 8.3.

Goytortua *et al.*, (2006) al reemplazar parcialmente harina de pescado por harina de cangrejo rojo *Pleurocodes planipes*, alcanzó mejor eficiencia en el crecimiento y conversión del alimento que incluyó el 15% de HC, así como mejor digestibilidad de los lípidos.

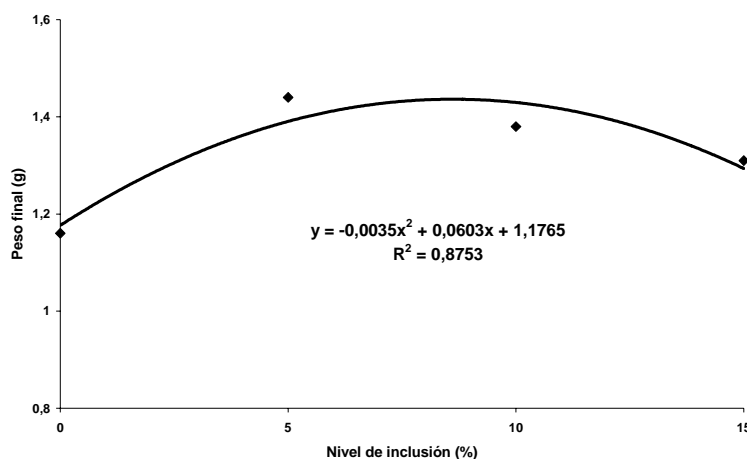


Fig. 1. Variación del peso final según niveles de harina de cangrejo empleados en la dieta.

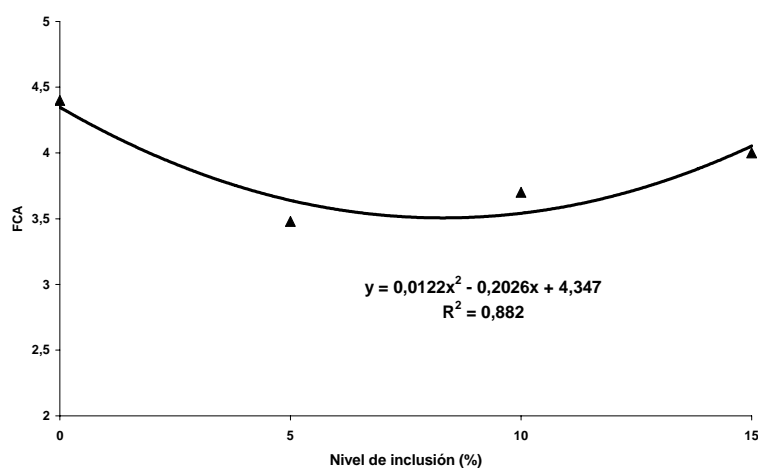


Fig. 2. Variación del FCA según niveles de harina de cangrejo empleados en la dieta

Sin embargo, Chamberline y Hunter (2001) consignaron que la harina de cangrejo tiene la desventaja de introducir cantidades elevadas de calcio en la fórmula, por lo que recomendaron niveles de inclusión máximos del 3%.

Los resultados del cómputo químico realizado a las dietas experimentales (Fig. 3) mostraron que están representados todos los aminoácidos esenciales para *L. schmitti*, apareciendo como primer aminoácido limitante (AAL) para todas las fórmulas la arginina. Como segundo AAL en las dietas que incluyó harina de cangrejo se identificó la lisina. La histidina apareció como segundo AAL en la dieta control que no contenía harina de este crustáceo.

Según la lista de dosis máxima de contaminantes recomendados para humanos por la comisión MIXTA FAO/OMS del Codex Alimentario (FAO/OMS, 2000; AAFCO, 1996), los niveles de los

diferentes metales analizados tanto en el cangrejo, como en las dietas ensayadas y el músculo de los camarones tratados, fueron bajos (Tabla 4). A pesar de que los niveles de cobre de los organismos que consumieron los alimentos que incluían HC están próximo al máximo permisible, no deben resultar dañinos en condiciones de cultivo comercial debido a que los camarones sólo consumen alrededor del 40% del alimento balanceado (Parker *et al.*, 1989). El contenido de metales pesados en los cangrejos de tierra, puede estar asociado a las fuentes de alimentación de los mismos (FAO, 2000), o fuentes de contaminación fundamentalmente de tipo industrial, por lo que este aspecto se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar las zonas de captura de los cangrejos para su empleo en alimentos balanceados o para el consumo humano (Arencibia, G., comunicación personal).

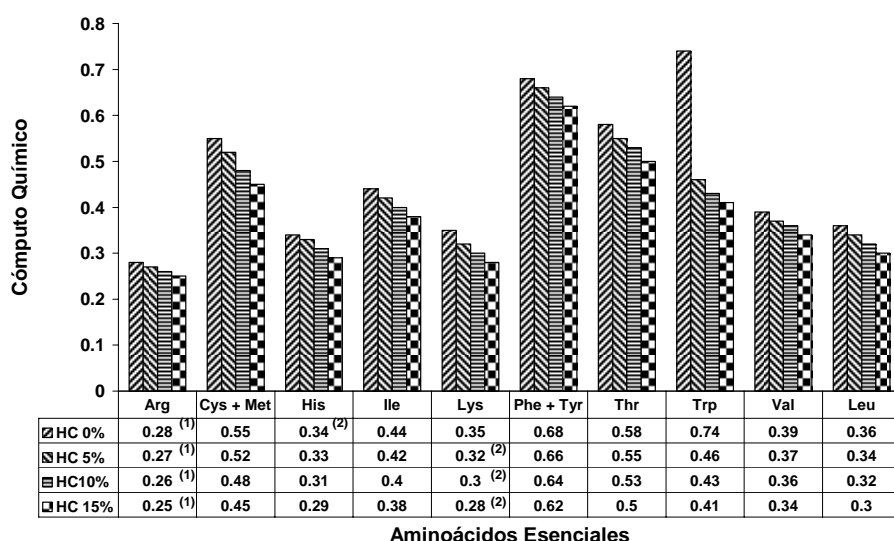


Fig. 3. Resultados del Cómputo Químico realizado a las dietas experimentales.
(1) primer aminoácido limitante (2) segundo aminoácido limitante.

Tabla 4 Contenido de metales pesados (Pb, Cd, Cu, Zn) en harina de cangrejo, dietas, camarones que consumieron dietas con harina de cangrejo y dieta patrón. Los resultados se expresan en mg/kg \pm DS.

| | Metales pesados analizados | | | |
|--|----------------------------|-------------------|------------------|-----------------|
| | Pb | Cd | Cu | Zn |
| Harina de cangrejo | 0,02 \pm 0.001 | 0,01 \pm 0.001 | 0,34 \pm 0.002 | 0,52 \pm 0.04 |
| Dietas con harina de cangrejo | 0,01 \pm 0.005 | 0,04 \pm 0.003 | 0,23 \pm 0.001 | 0,79 \pm 0.01 |
| Dieta Patrón | 0,01 \pm 0.005 | 0,08 \pm 0.001 | 0,13 \pm 0.005 | 0,61 \pm 0.03 |
| Camarón patrón | 0,06 \pm 0.01 | 0,02 \pm 0.005 | 0,36 \pm 0.008 | 0,26 \pm 0.04 |
| Camarón alimentado con dietas HC 5%, HC 10% y HC 15% | 0,04 \pm 0.003 | 0,02 \pm 0.0007 | 0,48 \pm 0.03 | 0,25 \pm 0.01 |
| Dosis máxima según Codex Alimentario para humanos | 1.0 | 0,04 | 0,5 | 50.0 |

Las formas de procesamiento e introducción de las harinas de crustáceos en las fórmulas para camarón son diversas. Entre ellas se puede mencionar: el extracto proteico de cangrejo (Castell, 1986), el hidrolizado de cangrejo rojo *Pleuroncodes planipes* (Galicia, 2003), la harina de cangrejo rojo *P. planipes* (Villareal *et al.*, 2004 y Villareal *et al.*, 2006), coextruidos de subproductos de camarón (Ricque *et al.*, 1998).

La tecnología de extrusión permite mezclar productos frescos con extensores como cereales y obtener un producto que puede funcionar como fuente proteica de bajo costo y fácil almacenamiento. Todas estas propiedades lo convierten en candidato para la reducción de la harina de pescado en los piensos y el aumento de las fuentes

proteicas vegetales, además de mejorar los índices nutricionales del mismo y reducir el costo de la tonelada de camarón producido (Ricque *et al.*, 1998; Cruz-Suarez *et al.*, 1993).

Los resultados de esta investigación indicaron que la HC, elaborada a partir de ejemplares procedentes de la Ciénaga de Zapata, puede ser incluida en la dieta entre un 5 – 15%, con un óptimo del 8.4%, al presentar características nutricionales que favorecen el crecimiento, FCA y no contiene ningún elemento tóxico para las especies que lo consuman.

Se recomienda evaluar las poblaciones de cangrejo rojo de tierra en el país, que garantice capturas sostenibles del recurso.

REFERENCIAS

- AAFCO (1996). Association of American Feed Control Officials. *American Academy of Pediatrics* 97(3), 413-416.
- AOAC (1995). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist*, Vol. 1, 16th ed. Washintong, DC, USA., 1234 pp.
- Castell, J.D., Kean, J.C., McCann, D.G.C., Boghen, D.D., Conklin, O.E. & D'Abramo, L.R.D. (1986). A standard reference diet for crustacean research. II. Selection of purification procedures for production of the rock crab (*Cancer irroratus*) protein ingredient. *J. World Aqua. Soc.* 20, 100 pp.
- Chamberlain, G.W. & Hunter, B. (2001). Feed Additives: Global Shrimp OP: 2001. Preliminary Report. *Global Aquaculture Advocate* 4(4), 61– 65.
- Cruz-Suárez, L.E., Ricque-Marie, D., Martinez-Vega, J.A. & Wesche-Ebeling, P. (1993). Evaluation of two shrimp byproduct meals as protein sources in diets for *Penaeus vannamei*. *Aquaculture* 115, 53 – 62.
- Cruz-Suárez, L.E., Nieto-López, N., Ricque-Marie, D., Gujardo-Barbosa, C. & Scholz, U. (2004). Uso de harinas de subproductos avícolas en alimentos para *L. vannamei*. En: L.E. Cruz-Suarez, D. Ricque-Marie, M.G. Nieto-López (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*.
- Cuzon, G. y AQUACOP (1989). Selected ingredient for shrimp feed. En: *Advances in Tropical Aquaculture*. Tahiti, Feb. 20 – March 4, 1989. IFREMER. *Actes de Colloque* 9, 405 – 412.
- Davis, D.A., Samocha, T.M., Bullis, R.A., Patnaik, S., Browdy, C., Stokes, A. & Atwood, H. (2004). Practical diets for *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931): Working towards organic and/or all plant production diets. En: L.E. Cruz-Suarez, D. Ricque-Marie, M.G. Nieto-López (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola VII. Memorias del VII Simposium Internacional de Nutrición Acuicola*.
- Davis, D.A. & Arnold, C.R. (2000). Replacement of fish meal in practical diets for the Pacific White shrimp, *Litopenaeus vannamei*. *Aquaculture* 185, 291 – 298.
- Díaz-Guzmán, J.R. (1996). Principales ingredientes a utilizar en dietas para acuicultura. En: Soler Jaramillo, M. del P., Rodríguez Gómez, H., Victoria Daza, P. (Eds.). *Fundamentos de nutrición en acuicultura*. INPA, Republica de Colombia, pp: 179-236.
- FAO/OMS (2000). Informe de la 32^a Reunión del Comité Codex sobre aditivos alimentarios y contaminantes de los alimentos.
- Fraga, I. & Galindo, J. (2002). Programa de producción de alimento para la acuicultura en Cuba. MIP-CIP, 11 pp.
- Fraga, I., Galindo, J., Reyes, R., Alvarez, J.S., Gallardo, N., Forrellat, A. & R. González (1996). Evaluación de diferentes fuentes proteicas para la alimentación del camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.* 20(1), 5 – 9.
- Galicia-González, A. (2003). Utilización de hidrolizado de langostilla (*Pleuroncodes planipes*) como aditivo en alimentos para juveniles de camarón *Litopenaeus*. *Tesis de Maestría*, Centro de Investigaciones Biológicas del Noreste, La Paz, BCS., México, 131 pp.
- Galindo, J., Álvarez, J.S., Fraga, I., Reyes, R., Jaime, B. & Fernández, I. (1992). Requerimientos de lípidos en juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Rev. Cub. Invest. Pesq.*, 17(2): 23-36.
- Galindo, J., Fraga, I., De Arazoza, M. Alvarez, J.S., Ramos, D. & González, R. (2002). Requerimientos nutricionales en juveniles de camarón blanco (*Litopenaeus schmitti*): evaluación de dietas prácticas. *CIVA 2002* (<<http://www.civa2002.org>>), pp: 84-94 (revisado 23 de abril del 2009)
- Galindo, J., Jaime, B., Fraga, I. & Alvarez, J.S. (2009). Empleo de subproductos de la caña de azúcar para la alimentación del camarón blanco del Caribe. *Rev. Electrón. Vet* 10(7), 12pp.
- Gallardo, N., González, R., Carrillo, O., Valdés, O. & Forrellat, A. (1989). Una aproximación a los requerimientos de aminoácidos esenciales de *Penaeus schmitti*. *Rev. Invest. Mar.* 10, 259 – 267.
- García, T. (1993): Nutrición. En: Alfonso, E., Ramos, L., Díaz, E., García, T., Rosas, C. (Eds.), *Manual del II Curso Internacional de Producción de Postlarvas de Camarones Peneidos del Atlántico de América*. Centro de Investigaciones Marinas, Universidad de La Habana, Cuba, pp. 97-115.

- Goytortua-Bores, E., Civera-Cerecedo, R., Rocha-Meza, S. & Grren-Yee, A. (2006). Partial replacement of red crab (*Pleuroncodes planipes*) meal for fish meal in practical diets for the white shrimp *Litopenaeus vannamei*: Effects on growth and *in vivo* digestibility. *Aquaculture* 256 (1-4): 414 – 422.
- Gurure, R.M., Mocia, R.D. & Atkinson, J.L. (1995). Optimal protein requirement of young charc (*Salvelinus alpinus*) fed practical diets. *Aquacult. Nutr.* 1, 227 – 234.
- Hernández Llamas, A. (2009). Conventional and alternative dose-response models to estimate nutrient requirements of aquaculture species. *Aquaculture* 292, 207-213.
- Jaime, B., Fraga, I., Galindo, J. & Álvarez, J.S. (2009). Effect of shrimp head meal inclusion level in *Litopenaeus schmitti* juvenile's diet. *Rev. Invest. Mar.* 30(1):71 – 78.
- Lawrence, A.L., McVey, J.P. & Huner, J.V. (1985). Penaeid shrimp culture. En: Huner, J.P., Brown, E.E. (Eds), *Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States*, AVI Publishing Co., Inc., Westport Connecticut, USA.
- New, M.B.(1976). A review of dietary studies with shrimps and prawns. *Aquaculture* 9, 101-144.
- Parker, P.L., Anderson R.K. & Lawrence, A.A. (1989). A ¹³C and ¹⁵N tracer study of nutrition in aquaculture: *Penaeus vannamei* in a pond grow out system. En: Rundel, P.W., Ehleringer J.R., Nagy, K.A. (Eds.), *Stable isotopes in ecological research*, New York: Springer-Verloy Inc.
- Ricque, D., Cruz-Suárez, E., Carmomena, M. & Melo del Angel, A.L. (1998). Uso de coextruidos de subproductos de camarón en dietas para camarón. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L.E. (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposium Intrnacional de Nutrición Acuicola*, La Paz, B.C.S., México, 27 pp.
- Ricque, D., Cruz-Suárez, E., Camomena, M. & Melo del Angel, A.L. (2000). Uso de coextruidos de subproductos de camarón en dietas para camarón. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L.E. (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposium Intrnacional de Nutrición Acuicola*, La Paz, B.C.S., México, 27 pp.
- Shearer, K. (2000). Experimental design, statistical analysis And modeling of dietary nutrient requirement studies for fish:a a critical review. *Aquacult. Nutr.* 11, 263 – 272.
- Smith, D.M., Tabret, S.J., Barclay, M.C. & Irvin, S.J. (2005): The efficacy of ingredients included in shrimp feeds to stimulate intake. *Aquacult. Nutr.* 11, 263 – 272.
- Tacon, A., Dominy, W.G. & Pruder, G.D. (2000). Tendencias y retos globales de los alimentos para el camarón. En: Civera-Cerecedo, R., Pérez-Estrada, C.J., Ricque-Marie, D., Cruz-Suárez, L.E. (Eds.), *Avances en Nutrición Acuicola IV. Memorias del IV Simposium Intrnacional de Nutrición Acuicola*, La Paz, B.C.S., México, 27 pp.
- Tessier, A., Campbell, P.C. & Visón, M. (1979). Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry* 51(7), 844 – 851.
- Villarreal, H., Hernandez-Llamas, A., Rivera, M.C., Millan, A. & Rocha, S. (2004). Effect of substitution of shrimp meal, fish meal and soy meal with red crab *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) meal in pelleted diets for postlarvae and juvenile *Farfantepenaeus californiensis* (Holmes). *Aquaculture. Res.*35, 178 – 183.
- Villarreal, H., Civera-Cerecedo, R. & Hernandez-Llamas, A. (2006). Effect of partial and total replacement of fish, shrimp head, and soybean meals with red crab meal *Pleuroncodes planipes* (Stimpson) on growth of White shrimp *Litopenaeus vannamei* (Boone). *Aquacult. Res.* 37: 293 – 298.
- Williams, K.C., Smith, D.M., Barcaly, M.C., Tabrett, S.J. & Rinding, G. (2005). Evidence of a growth factor in some crustacean-based feed ingredients in diets for the giant tiger shrimp *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 250, 377 – 390.
- Whiteman, K.W. & Gatlin, D.M. (2005). Evaluation of fisheries by catch and by product meals in diets for red drum *Scianops ocellatus* L. *Aquacult. Res.* 36, 1572 – 1580.

Recibido: 8 de octubre del 2009

Aceptado: 26 de febrero del 2010