

INFLUENCIA DE TRES DIETAS EXPERIMENTALES EN EL CRECIMIENTO DE POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei* (BOONE, 1931)

Influence of Three Experimental Diets in the Growth of Postlarvae of *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931)

María Lista¹ y Carlos Velásquez²

¹Postgrado en Ciencias Marinas, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.
Email: mlstalfon@hotmail.com ²Centro de Investigaciones Ecológicas Guayacán, Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

RESUMEN

Se evaluó el incremento del peso en las postlarvas de *Litopenaeus vannamei* alimentadas con las dietas experimentales: OL, a base del oligoqueto *Pontodrilus litoralis*, ISO constituida por el isópodo *Tylos wegeneri* y OLI, la mezcla de estos organismos, más la dieta comercial K, que sirvió de control. A éstas se les analizó lípidos, proteínas y carbohidratos como sustratos energéticos más importantes. Se realizó un diseño aleatorio con tres réplicas por dietas y 30 postlarvas por litro (pls/l) por cada unidad experimental, las cuales se les suministró una ración alimenticia del 15% de su biomasa, tres veces al día (0700, 1300 y 1900 h) por dos meses. A los 60 días del experimento, el peso promedio de las postlarvas alimentadas con la dieta K fue de 55,41 mg, lo que demuestra la calidad de esta dieta comparada con las experimentales, de éstas OLI fue la mejor, ya que las postlarvas adquirieron pesos promedios de 30,86 mg, en comparación con aquellas que se les suministró OL e ISO que presentaron pesos de 12,92 y 14,02 mg, respectivamente. También se extrajeron quincenalmente 30 postlarvas por unidad experimental y se les realizó análisis de varianza doble, concluyéndose que existen diferencias altamente significativas entre las dietas, los períodos quincenales y de éstos con las dietas, formándose tres grupos en la prueba *a posteriori* de Duncan: K, OLI y OL-ISO. Se comprobó la potencialidad de las dietas experimentales como alimento de postlarvas, resaltando OLI que probablemente, al ser enriquecida podría llegar a cubrir completamente los requerimientos nutricionales de postlarvas de *L. vannamei*.

Palabras clave: Oligoquetos, isópodos, postlarvas, dieta.

ABSTRACT

The increment of weight in the postlarvae of *Litopenaeus vannamei* was evaluated by experimental diets: OL, with the oligochaeta *Pontodrilus litoralis*, ISO constituted by the isopod *Tylos wegeneri* and OLI, the mixture of these two organisms, in addition to the commercial K diet, that served as control. All were analyzed for lipids, proteins and carbohydrates. Experimental design included three repetitions for diets, and 30 pls/l for each experimental unit, which were given a nutritive portion of 15% of their biomass, three times/day (0700, 1300 y 1900 h) for two months. Through the 60 days of experimentation, the average weight of the postlarvae fed with diet K was of 55.41 mg, what demonstrates the quality of this diet compared with the experimental ones. OLI was the best of these diets, since the postlarvae acquired average weights of 30.86 mg, in comparison with those that were given OL and ISO, that presented weights of 12.92 and 14.02 mg, respectively. Fortnightly, 30 postlarvae were also extracted in each experimental unit and analyses of double variance was carried out. The concluded was that highly significant differences existed among the diets, the fortnightly periods, and their interaction, being formed three groups were formed in the *a posteriori* Duncan's test: K, OLI and OL-ISO. It was proven the The potential of these experimental diets as post-larvae food was trested, indicating that OLI was probably best, and if enriched, it could end up completely covering the nutritional requirements of *L. vannamei*.

Key words: Oligochaeta, isopods, post-larvae, diet.

INTRODUCCIÓN

Uno de los inconvenientes que ha confrontado la acuicultura, es el suministro de alimentos que cumplan con los re-

querimientos nutricionales de las especies objeto de cultivo. Con este fin se realizan ensayos con dietas de diversos orígenes, a manera de diversificarlas y bajar costos. En las últimas décadas se le ha prestado la atención a especies de oligoquetos e isópodos, por ser organismos ricos en nutrientes esenciales para el desarrollo de las especies en cultivo [6].

En los países tropicales estas necesidades y costos se acentúan debido a que las dietas formuladas son producidas en países industrializados, y en ocasiones no cumplen completamente con los requerimientos nutricionales de algunas especies en sus fases larvianas, de crecimiento, engorde y reproducción [8].

El cultivo de camarones comenzó a establecerse en Venezuela a partir de 1990, llegándose a cultivar y producir 1000 ha y 3500 TM, respectivamente. El camarón blanco, *Litopenaeus vannamei* es una especie de importancia comercial que se adapta a técnicas de cultivos intensivo y semi-intensivo, presenta rápido crecimiento; tolera altas temperaturas y salinidades y se reproduce durante todo el año en condiciones adecuadas [14, 20]. No obstante, los contenidos porcentuales de proteínas, lípidos, carbohidratos y otros nutrientes esenciales deben suministrarse adecuadamente en las diferentes etapas de los ejemplares para lograr excelentes tasas de conversión alimenticia [14]. Esto nos condujo a realizar bioensayos de cultivo en *L. vannamei* utilizando dietas constituidas por el oligoqueto *Pontodrilus littoralis* y el isópodo *Tylos wegeneri*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las colectas de los ejemplares de *P. littoralis* y de *T. wegeneri*, se realizaron manualmente en la zona intermareal de la playa de Guayacán, costa Norte de la Península de Araya, extrayéndolos del sedimento con un nucleador de 15,25 cm de diámetro. Estos organismos fueron lavados y trasladados en una cava con hielo hasta el laboratorio para secarlos en un liofilizador, triturarlos por licuefacción a máxima velocidad, en una licuadora doméstica, durante 5 min y posteriormente se tamizaron las harinas o dietas para obtener un tamaño promedio de 375 μ m. Las dietas se conservaron a 4°C en bolsas plásticas y se identificaron de la siguiente forma: OL con un 100% de harina de *P. littoralis*; ISO, 100% de harina de *T. wegeneri* y OLI, mezcla de las dos harinas en un 50% cada una. A las dietas se les analizó lípidos [12], carbohidratos [10], proteínas [16], ceniza y humedad [19].

Para evaluar el efecto nutritivo de estas dietas (OL, ISO y OLI), se elaboró un diseño aleatorio con tres réplicas para cada una, más la dieta comercial K que sirvió de control. Se realizó una siembra de 30 pls/l en acuarios plásticos, con un peso promedio inicial de 0,60 mg, salinidad de 35 \pm 1% y temperatura de 25 \pm 1°C, suministrándoles una ración alimentaria del 15% de su biomasa, repartida tres veces al día (07:00 am, 1:00 pm y 07:00 pm), por 2 meses. Diariamente se recolectó el alimento sobrante y se secó en una estufa a 40°C por 24 ho-

ras, para determinar por diferencia la cantidad de alimento ingerido. El 20% del sobrante colectado correspondió a las heces [23]. Cada 15 días se extraían al azar 30 ejemplares por cada unidad experimental para pesarlos en una balanza marca Sartorio digital de 0,0001 g de apreciación. Los datos de pesos sirvieron para ajustar la cantidad de alimento a suministrar en los próximos 15 días.

Se determinó el grado de diferencia entre los pesos quincenales de las postlarvas de *L. vannamei* con relación a los factores tiempo y dietas, mediante ANOVA de dos vías, estableciéndose diferencias entre las dietas K, OL, ISO y OLI mediante la prueba *a posteriori* de Duncan [9] y de esta manera determinar la influencia de las dietas en el peso de las postlarvas. También se estableció diferencias en la cantidad de alimento ingerido, mediante ANOVA sencillo y la prueba *a posteriori* de Duncan [9].

La tasa de conversión de los alimentos se calculó mediante la ecuación de Nascimento y col. [18] y el índice de eficiencia alimentaria (IEA) y coeficiente de eficiencia proteica (CEP) según Pereira y col. [19].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis porcentual de ceniza, humedad, sustratos energéticos (proteínas, lípidos y carbohidratos totales) y otros elementos no determinados de las cuatro dietas (TABLA I) muestra que la dieta comercial K contiene mayor cantidad de proteínas y carbohidratos en relación a las dietas obtenidas en el laboratorio, OL, ISO y OLI; presentando esta última el máximo valor de proteínas, lípidos y carbohidratos y la dieta OL el menor valor. El porcentaje de ceniza y humedad fue alto en todas las dietas.

El análisis de varianza doble (TABLA II) aplicado a los pesos de las postlarvas de *L. vannamei*, alcanzados en las cuatro extracciones quincenales (FIG. 1), arrojó diferencias altamente significativas ($P < 0,001$) entre las dietas K, OL, ISO y OLI; los periodos quincenales y de éstos con las dietas, mani-

TABLA I
SUSTRATOS ENERGÉTICOS TOTALES, CENIZA,
HUMEDAD Y OTROS ELEMENTOS PRESENTES
PORCENTAJES EN LAS DIETAS

| | K | OL | ISO | OLI |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Proteínas | 41,50 | 22,70 | 25,32 | 30,24 |
| Lípidos | 11,47 | 8,56 | 9,33 | 14,55 |
| Carbohidratos | 8,63 | 3,43 | 3,74 | 4,57 |
| Ceniza | 12,03 | 23,82 | 24,98 | 20,29 |
| Humedad | 8,20 | 19,50 | 20,35 | 12,15 |
| Otros elementos | 18,17 | 22,00 | 16,28 | 18,20 |

K= control. OL= 100% harina de *Pontodrilus littoralis*. ISO= 100% harina de *Tylos wegeneri*. OLI= mezcla de las dos harinas (1:1).

TABLA II
RESUMEN ESTADÍSTICO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS LOGARITMOS DEL PESO (MG)
EN LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*

| Fuente de variación | Gl | Sc | Mc | Fs |
|---------------------------|---------------|--------|--------|-----------|
| Columnas (Dietas) | a-1=3 | 84,03 | 28,01 | 230,09*** |
| Filas (Extracciones) | b-1=3 | 319,93 | 106,64 | 876,04*** |
| Cols.x Fls. (Interacción) | (a-1) (b-1)=9 | 13,33 | 1,48 | 12,17*** |
| Error (Dentro del grupo) | a.b(n-1)=1424 | 173,35 | 0,12 | |
| Total | a.b.n-1=1439 | 590,64 | | |

Gl= Grados de libertad. Sc= Suma cuadrática. Mc= media cuadrática. Fs= valor experimental de la prueba de Fisher. ***= P<0,001, altamente significativo.

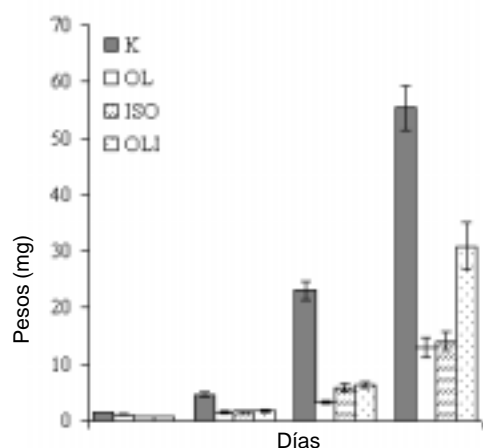


FIGURA 1. PESOS QUINCENALES DE LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*.

festándose en un incremento exponencial en los pesos de las postlarvas. Mediante la prueba *a posteriori* de Duncan (TABLA III) se observó la formación de tres grupos; uno constituido por las que ingirieron la dieta K, otro por OLI y el último integrado por OL e ISO.

La cantidad de alimento ingerido quincenalmente por las postlarvas de *L. vannamei* alimentadas con las dietas K, OL, ISO y OLI, se indica en la FIG. 2. Se observa que existen diferencias altamente significativas en cuanto al consumo de las diferentes dietas, hecho que se corrobora mediante el ANOVA sencillo realizado (TABLA IV). En la prueba *a posteriori* de Duncan (TABLA V) se obtuvo la formación de dos grupos; uno constituido por las que ingirieron la dieta K y otro por las dietas formuladas a base del oligoqueto y el isópodo.

La TABLA VI muestra los promedios de los pesos finales (PF), tasa de conversión alimenticia (TC), índice de eficiencia alimentaria (IEA) y coeficiente de eficiencia proteica (CEP) de las postlarvas de *L. vannamei* alimentadas con las dietas K, OL, ISO y OLI, adquiriendo las que ingirieron la dieta K pesos promedios de 55,41 mg y con OLI, 30,86 mg. En cambio, a las que se les suministraron las dietas OL e ISO presentaron pesos promedios de 12,92 y 14,02 mg, respecti-

vamente. La TC fue más eficiente en la dieta K (2,73:1), aunque en OLI no es despreciable su valor, 4,00:1, el cual le confiere cierta eficiencia, siendo en OL e ISO menos eficiente con valores de TC de 14,03:1 y 19,49:1, respectivamente. Los valores decrecientes del IEA en las postlarvas alimentadas con OLI, OL, K e ISO, fueron de 0,0142; 0,0110; 0,0081 y 0,0080, respectivamente y las del CEP en las postlarvas alimentadas con OLI, OL, ISO y K fueron de 0,1596; 0,1294; 0,0888 y 0,0787, respectivamente.

Las dietas objeto de estudio ISO y OLI, presentaron 25,32 y 30,24% de proteínas, respectivamente, coincidiendo el valor de OLI con el porcentaje de proteínas utilizado por Colvin y Brand [8] para *L. vannamei*, ya que determinaron que el nivel óptimo de proteínas es de un 30%, no obstante la dieta K presentó niveles muy por encima de este valor (41,50%), obteniendo las postlarvas los mejores pesos. Incluso el porcentaje de proteínas en ISO está en concordancia con los valores señalados por Shewbart y col. [22] para *P. aztecus*, quienes mencionaron que esta especie necesita valores porcentuales de proteínas en un intervalo de 23-31% para lograr mejores pesos.

Lim y Akiyama [15] señalan que las proteínas son utilizadas por los camarones para la síntesis de nuevos tejidos que le sirven para crecimiento, reproducción y para remplazar los tejidos degenerados y atrofiados; por lo tanto, el suministro inadecuado de las proteínas en las dietas ocasionan bajo peso en los ejemplares cultivados, debido a que toman proteínas de sus tejidos para mantener sus funciones vitales. Posiblemente los bajos pesos obtenidos por las postlarvas de *L. vannamei* alimentadas con las dietas OLI, ISO y OL, notable en estas dos últimas, guarden relación con la cantidad de proteínas que contienen.

Akiyama y col. [3] mencionaron que los niveles de lípidos recomendados en los alimentos comerciales para camarones deben estar en un intervalo de 6,00-7,50% y que no deben excederse del 10%, ya que valores por encima influyen en la reducción del crecimiento. Uno de los factores que se asocia a estos bajos requerimientos de lípidos es la baja actividad de las lipasas en los crustáceos, por lo que niveles elevados de lípidos en las dietas (> 10%) no son aprovechados por éstos or-

TABLA III
MATRIZ DE DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DEL LOGARITMO DEL PESO ALCANZADO
POR LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*

| Medias | Dietas | N | OL 0,306 | ISO 0,342 | OLI 0,453 | K 0,911 | D |
|--------|--------|-----|-------------|--------------|--------------|------------|---|
| 0,306 | OL | 360 | X | | | | |
| 0,342 | ISO | 360 | 0,036NS | X | | | |
| 0,453 | OLI | 360 | 0,147* | 0,111* | X | | |
| 0,911 | K | 360 | 0,605* | 0,569* | 0,458* | X | |
| | | D | 0,068 | 0,062 | 0,051 | | |

N= número de ejemplares. D= Duncan. Abreviaturas iguales a la TABLA I.

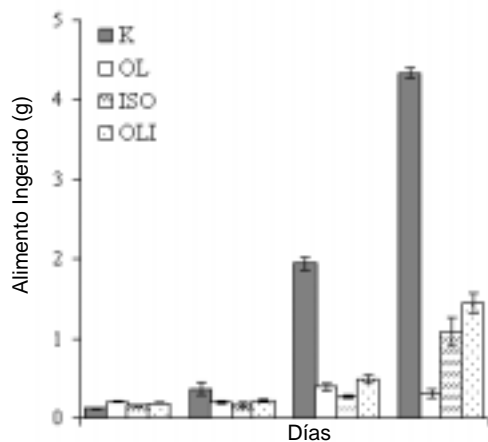


FIGURA 2. ALIMENTO INGERIDO QUINCENALMENTE POR LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*.

TABLA IV
RESUMEN ESTADÍSTICO DEL ANÁLISIS DE VARIANZA
DE LOS LOGARITMOS DEL ALIMENTO INGERIDO (MG)
POR LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*

| Fuente de variación | Gl | Sc | Mc | Fs |
|----------------------|----|--------|-----------|----------|
| Entre grupos | 3 | 430943 | 143647,67 | 31,44*** |
| Dentro de los grupos | 8 | 36550 | 4568,70 | |
| Total | 11 | 467493 | | |

ganismo [4]. El alimento comercial o dieta K presentó 11,47% de lípidos, valor superior al señalado por Akiyama y col. [3] y aún así las postlarvas de *L. vannamei* experimentaron los mejores incrementos en peso, debido posiblemente a que es una dieta enriquecida y a la fuente de sus lípidos, siendo estos de origen animal y vegetal. No obstante, en la dieta OLI, que presentó un exceso de lípidos al igual que la dieta K, los incrementos en pesos fueron menores, quizás por la baja actividad de las lipasas en las postlarvas como lo menciona Bautista [4]; sin embargo, las dietas OL e ISO presentaron los niveles de lípidos dentro del intervalo establecido, pero el porcentaje de proteínas fue bajo.

Bautista [5] mencionó que los niveles óptimos de carbohidratos en dietas para *Penaeus monodon* están en el orden del 20%. Sin embargo, Guillaume [13] señaló que para larvas de *P. japonicus*, las dietas deben presentar un 35% de carbohidratos totales. De esto se puede inferir que K, OL, ISO y OLI, presentaron porcentajes de carbohidratos muy por debajo de los valores señalados anteriormente y que el crecimiento de las postlarvas de *L. vannamei* pudo estar influenciado negativamente por este factor.

Para que una dieta tenga éxito nutricional, además de estar balanceada debe presentar una serie de propiedades, tales como tamaño de las partículas, estabilidad en el agua, ser atrayente y de buena apetencia [2]. Como se observa en la FIG. 2, la dieta más consumida después que las larvas alcanzan cierto tamaño fue la K, ya que está formulada apropiadamente con fines comerciales en comparación con las dietas OL, ISO y OLI, que fueron elaboradas naturalmente sin añadirles suplementos nutritivos que las conviertan en isoproteicas e isocalóricas. Akiyama y Chwang [2] señalan que los alimentos deben ser atrayentes y apetitosos a los camarones para que estos los ingieran continuamente, quizás sean éstas las razones por las cuales las dietas OL, ISO y OLI no fueron consumidas en grandes proporciones como la K (TABLA V). Una propiedad de las dietas experimentales, fue que su estabilidad en el agua es buena, ya que mantuvieron su integridad.

La buena calidad de la dieta la determina el valor de la tasa de conversión alimenticia, el cual debe estar alrededor de 2:1, preferiblemente 1:1 [24]; estos valores están influenciados por la baja calidad de las dietas y las raciones alimenticias inadecuadas [17], ya que producen altos valores en la tasa de conversión alimenticia.

La tasa de conversión alimenticia (TC) de la dieta K fue de 2,73:1, la cual podemos considerarla de buena calidad por estar alrededor de 2:1 como lo señala Young y Reinoso [24], aunque no se debe descartar la dieta OLI que presentó una TC de 4,00:1 sin estar complementada con otros elementos nutritivos que requieren las postlarvas. Liao y Liu [14] señalan que las dietas con bajas calorías implican altos valores de la tasa de conversión alimenticia, por lo que se clasifica como dietas de baja eficiencia, en

TABLA V
MATRIZ DE DIFERENCIAS ENTRE MEDIAS DEL LOGARITMO DEL ALIMENTO INGERIDO
POR LAS POSTLARVAS DE *Litopenaeus vannamei*

| Medias | Dietas | N | OL 73,33 | ISO 95,33 | OLI 137,00 | K 536,33 | D |
|--------|--------|----|-------------|--------------|---------------|-------------|---|
| 73,33 | OL | 12 | X | | | | |
| 95,33 | ISO | 12 | 22,00NS | X | | | |
| 137,00 | OLI | 12 | 63,67NS | 41,67NS | X | | |
| 536,33 | K | 12 | 463,00* | 441,00* | 399,33* | X | |
| | D | | 176,78 | 157,66 | 127,22 | | |

TABLA VI
PESOS FINALES (PF), TASA DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA (TC), ÍNDICE DE EFICIENCIA ALIMENTARIA (IEA)
Y COEFICIENTE DE EFICIENCIA PROTEICA (CEP) DE LAS POSTLARVAS DE *L. Vannamei*
ALIMENTADAS CON LAS DIFERENTES DIETAS

| Dietas | PF (mg) | TC | IEA | CEP |
|--------|---------|---------|---------------|---------------|
| K | 55,41 | 2,73:1 | 0,0081±0,0018 | 0,0787±0,0166 |
| OL | 12,92 | 14,03:1 | 0,0110±0,0059 | 0,1294±0,0687 |
| ISO | 14,04 | 19,49:1 | 0,0080±0,0002 | 0,0888±0,0060 |
| OLI | 30,86 | 4,00:1 | 0,0142±0,0052 | 0,1596±0,0535 |

este renglón se ubican las dietas OL e ISO que presentaron TC de 14,03:1 y 19,49:1, respectivamente.

El bajo IEA y CEP de las postlarvas alimentadas con la dieta K (0,0081 y 0,0787, respectivamente), evidencia que esta dieta es apetecible por las postlarvas, pero no es efectivamente aprovechada, ya que se requiere suministrarla en mayores cantidades para lograr buen crecimiento. Por su parte, con la dieta OLI, se registraron los mayores valores de IEA y CEP para las postlarvas (0,0142 y 0,1596, respectivamente), por encima de la dieta K, lo que refleja el valor intrínseco de esta dieta en cuanto al aprovechamiento de su contenido proteico (30,24%), a pesar de no ser isocalórica, estando en concordancia con Colvin y Brand [8], que obtuvieron el máximo crecimiento de *L. vannamei* en dietas con un 30% de proteínas.

Colvin [7] encontró para *Penaeus indicus* valores de coeficiente de eficiencia proteica (CEP) de 0,8-1,6 y Sedgwick [21] obtuvo para *P. merguensis* CEP comprendidos entre 0,4-0,9. Alava y Lim [1] trabajando con *P. monodon* encontraron valores de CEP de 0,14-0,34. Al comparar los valores obtenidos por estos investigadores para las especies de *Penaeus* con los encontrados en este ensayo, el reportado por Alava y Lim [1] está muy cerca del valor de CEP para OLI, sin embargo, para el resto de las dietas, los valores obtenidos fueron muy por debajo de lo señalado en *Penaeus* spp. Posiblemente entre otros factores, el estrés haya influido en estos bajos valores, puesto que causa alteraciones en el metabolismo del animal, el cual se ve reflejado en el aprovechamiento de los nutrientes y por lo tanto, en el destino metabólico de estos últimos [11].

CONCLUSIONES

El suministro de las diferentes dietas K, OL, ISO y OLI generaron incrementos de peso en las postlarvas de *L. vannamei*, siendo la dieta comercial utilizada como control (K), más eficiente por contar en su formulación con un adecuado balance energético, por lo obtuvieron los mayores pesos; en cambio, los pesos alcanzados por las postlarvas alimentadas con las dietas experimentales OL, ISO y OLI con respecto a K, son menores y se infiere que el desbalance de los sustratos energéticos influye en esta condición.

La dieta comercial K, fue el alimento ingerido en mayor cantidad por las postlarvas de *L. vannamei* por ser más atractiva, apetitosa y por su formulación. Sin embargo, de las dietas experimentales, con OLI, estos organismos adquirieron los mayores pesos, lo que la hace más efectiva que OL e ISO, convirtiéndose en un potencial alimento para camarones. Esta dieta con una formulación adecuada podría cubrir los requerimientos nutricionales de *L. vannamei*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALAVA, V.; LIM, C. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* juveniles in a controlled environment. **Aquaculture**. 8: 110-114. 1983.
- [2] AKIYAMA, D. M.; CHWANG, L. Requerimientos nutricionales del camarón y manejo del alimento. **Asociación Americana de Soya**. 238: 15-17. 1994.

- [3] AKIYAMA, D. M.; DOMINY, G. W.; LAWRENCE, A. L. Nutrición de camarones peneidos para la industria de alimentos comerciales. **Asociación Americana de Soya**. 3: 1-29. 1989.
- [4] BAUTISTA, C. Alimentación y Nutrición. En: **Crustáceos Tecnología de Cultivo**. Interamericana. London, 67-92. p.1988.
- [5] BAUTISTA, M. N. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy ratios in test diets. **Aquaculture**. 53: 229-242. 1986.
- [6] BOUGUENEC, V. Oligochaetes (tubificidae and Enchytraeidae) as food fish rearing: a review and preliminary test. **Aquaculture**. 102: 201-217. 1992.
- [7] COLVIN, L. B. Nutritional studies on penaeid prawn: protein requirements in compounded diets for juvenile *Penaeus indicus* (Milne Edward). **Aquaculture**. 7: 315-326. 1976.
- [8] COLVIN, L. B.; BRAND, C. The protein requirements of penaeid shrimp at various life-cycle stages with compounded diets in controlled environment systems. **Proc. World Maricu. Soc.** 8:821-840. 1977.
- [9] DÍAZ, A. Diseños completamente aleatorizados. Capítulo 4. En **Diseño estadístico de experimentos**. 1ª edición. Editorial Universidad de Antioquia, Colombia. 347 pp. 1999.
- [10] DUBOIS, M. K.; GILLES, H.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analyt. Chem.** 28: 350-356. 1956.
- [11] ECHEVERRÍA, G.; MARÍN, P.; RIAZA, A.; AMEZAGA, R.; ZAMORA, S. Iniciación al estudio de la alimentación de la lubina (*Dicentrarchus labrax* L.). **Cuad. Marisq. Publ. Tec.** 8: 89-94. 1987.
- [12] FOLCH, J.; LEE, M.; SLOARE-STANLEY, G. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **J. Biol. Chem.**, 226: 497-509. 1957.
- [13] GUILLAUME, J. The nutritional requirements of the Japanese shrimp *Penaeus japonicus*. In: **Advances in Tropical Aquaculture**. Cap. III. London. 381-391. p.1989.
- [14] LIAO, I. C.; LIU, F. A brief review of nutritional studies for *Penaeus monodon*. In: **Advances in Tropical Aquaculture**. Cap. III. London. 355-380. p.1989.
- [15] LIM, C.; AKIYAMA, D. Nutrient requirements of penaeid shrimp. **J. Biol.** 8: 60-73. 1992.
- [16] LOWRY, H. O.; ROSEBROUGH, N. M.; FARR, A. L.; RANDAU, R. Protein measurement with Folin phenol reagent. **J. Biol. Chem.** 19: 265-275. 1951.
- [17] MARTINEZ, L.; OSORIO, D.; TORRES, M. J. Estudio comparativo del comportamiento y desarrollo en el cultivo de camarones del pacífico y del caribe colombiano con énfasis en *Penaeus stylirostris* (Simpson). **Trinea**, 3: 7-25. 1989.
- [18] NASCIMENTO, A.; PEREIRA, S. A.; LEMOS, M. Utilización de organismos marinos como alimento para postlarvas y juveniles de *Penaeus japonicus*. **Simposio sobre cultivo de cultivo de camarones**. Río Grande do Norte. Brasil. 177-183. p.1987.
- [19] PEREIRA, X. R.; ARNAIZ, R.; DE COO, A.; GARCÍA, R. Efecto del nivel proteico, lipídico, glucídico y energético de la dieta sobre el crecimiento y composición de la lubina (*Dicentrarchus labrax* L.). **Cuad. Marisq. Publ. Tec.** 8: 95-103. 1987.
- [20] SANDIFER, A.; HOPKINS, P.; STOKES, A. Intensive culture potential of *Penaeus vannamei*. **J. World Aquaculture Soc.** 8: 94-100. 1987.
- [21] SEDGWIEK, R. W. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversion efficiency in *Penaeus merguensis* of Man. **Aquaculture**. 16: 17-30. 1979.
- [22] SHEWBART, K. L.; MIES, J.; LUDWING, M. Identification and quantitative analysis of aminoacids presents in protein of the brown shrimp *Penaeus aztecus*. **Mar. Biol.** 16: 64-67. 1972.
- [23] SILAS, C. Evaluación de diferentes porcentajes de proteínas en dietas artificiales para el camarón blanco (*Penaeus vannamei*). Universidad de Nariño, Pasto. Colombia. 153-167p. 1978.
- [24] YOUNG, F.; REINOSO, B. Cultivo del camarón marino (*Penaeus*) en Ecuador. Metodología y técnicas utilizadas. Recomendaciones. **Inst. Nac. Pesca Bol. Cient. Tec. Guayaquil**. 5: 1-43. 1982.