

**EFFECTO DEL CONTENIDO DE LISINA
Y METIONINA EN DIETAS
SOBRE EL CRECIMIENTO DE JUVENILES
DEL CAMARÓN ROSADO
(*Farfantepenaeus brasiliensis*, Latreille 1817)**

Jesús Hernández M.¹ y José Millán Q.²

¹Centro Regional de Investigaciones Ambientales.

²Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente
Núcleo de Nueva Esparta, Isla de Margarita. Venezuela.
E-mail: millanj@ne.udo.ve

Resumen. En este trabajo se evaluó el efecto de la suplementación de lisina y/o metionina en el aumento de peso, longitud y sobrevivencia en juveniles del camarón *Farfantepenaeus brasiliensis*. Los juveniles de *F. brasiliensis* fueron capturados en el medio natural y colocados en acuarios y alimentados durante 126 días con una dieta basal suplementada con tres niveles de lisina y/o metionina. Cada 21 días se estudiaron los incrementos en peso y talla, conversión alimenticia y la eficiencia proteica. Los camarones alimentados con la dieta que contenía 1,5% y 0,5% de lisina-metionina desarrollaron mayor eficiencia proteica (0,24), sobrevivencia (62,5%), promedio en peso (2,69 g), talla (73,1 mm), incremento porcentual de biomasa (199,09%) y conversión alimenticia de 9,03; seguida de los ejemplares alimentados con la dieta que contenía 3,0% y 1,0% de lisina-metionina ($P < 0,01$) y fueron menores en peso los camarones que recibieron la dieta sin suplementación de aminoácidos. *Recibido:* 01 Diciembre 1999, *aceptado:* 12 Septiembre 2000.

Palabras clave: dietas, *Farfantepenaeus brasiliensis*, lisina, metionina, *Penaeus*, camarón rosado, Venezuela.

EFFECT OF LISINE AND METHIONINE CONTENT IN DIETS ON THE GROWTH OF THE PINK SHRIMP (*Farfantepenaeus brasiliensis*, Latreille 1817) JUVENILES

Abstract. In this research the effect of lysine and methionine was evaluated on the growth and length increase and survival in shrimp juveniles. The juvenile *Farfantepenaeus brasiliensis* in their natural environment and placed in aquariums and fed during 126 days with a basal diet supplemented with three lysine levels and/or methionine. Every 21 days they were weighed and measured, and the increments in weight, size, nutritional conversion and proteinic efficiency were studied. Shrimp with a diet that containing 1.5% and 0.5% of lysine-methionine developed greater proteinic efficiency (0.24), survival (62.5%), average in weight (2.69 g), size (73.1 mm), biomass (199.09%) and nutritional conversion (9.03), followed by the individuals fed with the diet that contained 3.0% and 1.0% of lysine-methionine ($P < 0.01$) and the shrimp that received a diet without the supplementation of amino acids were smaller. *Received:* 01 December 1999, *accepted:* 12 Septiembre 2000.

Key words: diets, *Farfantepenaeus brasiliensis*, lysine, methionine, *Penaeus*, pink shrimp, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La explotación de camarones marinos ha alcanzado un gran auge motivado a la alta demanda del producto, lo que ha elevado su precio. En países de Asia y en USA, se ha desarrollado con éxito la explotación comercial del camarón, utilizando técnicas modernas como la selección genética, manejo de larvas y engorde, control de sistemas de agua, de enfermedades y parásitos (Liao y Chao 1983, Williams y Lightner 1988, Hopkins *et al.* 1993). En Ecuador (Cobo Cedeño 1974, Cun 1982), Argentina (Boschi y Scelzo 1976), Brasil (Da Costa 1977), Colombia (Martínez Silva y Torrez 1978) y Venezuela se experimenta este desarrollo utilizando técnicas similares.

En las costas Venezolanas existen cuatro especies de camarones de importancia comercial, *Litopenaeus schmitti*, *Farfantepenaeus notialis*, *Farfantepenaeus subtilis* y *Farfantepenaeus brasi-*

liensis (Cervigón *et al.* 1992), de ellos el camarón rosado *F. brasiliensis* representó hace años el 95% del total de las capturas (Saloman *et al.* 1968, Khandker y Lares 1973, Novoa *et al.* 1980). Mientras que para 1994 y 1995 el *L. schmitti* es la especie base de las pesquerías en Venezuela, agrupando las otras tres especies mencionadas como el otro recurso pesquero de importancia económica (Novoa *et al.* 1998). Se ha realizado bioensayos de cultivo (Scelzo *et al.* 1978, Marcano 1980, Scelzo *et al.* 1980 a, b, Robaina y Millán 1983).

En el cultivo de camarones, se ha estudiado la calidad y cantidad de proteína que se debe suministrar en su alimento, mediante el análisis de su efecto en el crecimiento y sobrevivencia de los mismos (Venkataramiah *et al.* 1975, Colvin *et al.* 1977, Guillaume 1997). La proteína es el nutriente que ha recibido más atención en la elaboración de dietas porque su calidad depende de la composición de aminoácidos esenciales, además es la de mayor valor económico. De acuerdo a varios autores las mejores fuentes de proteína para los camarones es la carne de moluscos, calamar y camarones (Lim 1993). Esta información, sin embargo, es insuficiente sin la determinación de los requerimientos de aminoácidos esenciales que son necesarios para validar la verdadera variabilidad del requerimiento proteico (Guillaume 1997). Según Lim (1993) la cantidad requerida de gran número de aminoácidos esenciales en varias especies de camarones es desconocida.

En *Peneus aztecus* (Shewbart *et al.* 1972), al igual que en otros peneidos son esenciales, además de la tirosina, los mismos aminoácidos señalados por Cowey y Forster (1971) para *P. serratus*. Esto ha llevado a que los autores guiaron inicialmente la formulación y manufactura de dietas con diversos ingredientes de origen animal y vegetal para reducir los costos del alimento. En este trabajo se utilizaron las recomendaciones de los efectos positivos en la calidad de las dietas cuando se utilizan ingredientes de origen vegetal (Liao *et al.* 1986). Aunque se ha señalado que las harinas de origen vegetal son deficientes en su contenido de lisina y metionina (Stickney 1979), se ha observado efectos beneficiosos en el crecimiento de camarones

cuando las dietas se suplementan con lisina y/o metionina (Kitabayashi *et al.* 1971, Colvin y Brand 1977, Hew y Cuzon 1982).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación de lisina y/o metionina en el aumento de peso, longitud y sobrevivencia del camarón *F. brasiliensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los camarones juveniles fueron capturados en las praderas de la fanerógama marina *Diplanthera* del sector El Pasadero, laguna La Restinga del estado Nueva Esparta, Venezuela. Luego fueron trasladados hasta el Instituto de Investigaciones Científicas (IIC) de la Universidad de Oriente (UDO), Núcleo Nueva Esparta en Boca de Río (Isla de Margarita) donde fueron identificados de acuerdo a Perez-Farfante (1970 a,b), colocados para su aclimatación en tanques de 500 L, dotados de flujo de agua de mar y aireación constante.

Se formularon nueve dietas isoenergoproteicas, conformadas por una mezcla basal común y con suplementación de los aminoácidos lisina (0; 1,5 y 3%) y metionina (0; 0,5 y 1%) para un total de tres niveles cada uno (3 x 3) de acuerdo a la Tabla 1. Estos alimentos fueron pelletizados por compresión que le da al alimento buena estructura física (NRC 1983) y además en la elaboración se incluyó agar, que es una sustancia que evita la desintegración del alimento en el agua. A las dietas se les realizó el análisis bromatológico correspondiente de acuerdo a la AOAC (1980), la energía a través de la bomba calorimétrica y la evaluación de estabilidad en el agua según Kalaw *et al.* (1977), colocando muestras de 2 g de cada alimento seco en conos de tamiz de 1 mm de abertura, los cuales se introdujeron en los acuarios por tiempo de 2 a 6 h, luego el contenido del cono se secó a 105°C y se pesó.

Para el bioensayo los camarones fueron sexados, pesados individualmente en una balanza de 0,01 de precisión y se les determinó la longitud total para ser ubicados en su correspondiente acuario; 20 camarones (10 machos y 10 hembras) a densidad de 115 ejem-

TABLA 1. Composición porcentual de los ingredientes de cada tratamiento suministrado a los juveniles de *Farfantepenaeus brasiliensis*, mantenidos en acuarios.

| INGREDIENTES (Harinas) | TRATAMIENTOS | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|-----------------|------------------|---------------|--------------|----------------|------|------|------|
| | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
| Afrecho de Trigo | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Soya | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Ajonjolí | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Sardina | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Carne y Huesos | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Maíz | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Sorgo | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Yuca | 6,5 | 5,7 | 4,5 | 3,7 | 3,0 | 1,0 | 1,7 | 5,2 | 2,5 |
| Aceite de Maní | 10,5 | 10,8 | 11,0 | 11,8 | 12,0 | 11,0 | 11,5 | 11,3 | 11,5 |
| Vitamina y Minerales | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 | 3,0 |
| Antibiótico-Vitaminas | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Agar-Agar | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Lisina | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3,0 | 3,0 | 0,0 | 3,0 |
| Metionina | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 |
| Metionina | 0,39 | 0,89 | 0,39 | 0,89 | 1,39 | 1,39 | 0,89 | 1,39 | 0,39 |
| Lisina | 1,24 | 1,24 | 2,74 | 2,74 | 2,74 | 4,24 | 4,24 | 1,24 | 4,24 |
| Arginina de 1,54 a 1,55. | Cistina 0,26. | Treonina 0,86. | Isoleucina 0,94. | Leucina 1,63. | Valina 1,11. | Tirosina 0,63. | | | |
| Triptofano 0,22. | Fenilalanina 0,95. | Histidina 0,58. | | | | | | | |

plares/m² y 74 g/m²; de 0,51 a 0,56 g de peso y 39,5 a 41,6 mm de longitud al inicio. El análisis de varianza realizado a los pesos y a la longitud total de los ejemplares en el momento de la siembra no mostró diferencia estadística, indicando que al inicio de la experiencia las medidas señaladas no fueron diferentes entre sí entre los tratamientos dietéticos ($F = 1,18$; $P \leq 0,01$). Así, fueron distribuidos en 18 acuarios rectangulares de 50 L de capacidad cada uno con filtros biológicos de doble fondo y un sustrato de conchilla y arena, correspondiendo dos réplicas para cada tratamiento dietético. Todos los acuarios fueron abastecidos con un flujo continuo de agua de mar filtrada mediante un sistema abierto para mantener las condiciones adecuadas. Se midió periódicamente Oxígeno disuelto, temperatura y salinidad.

Al primer y a los 126 días se realizaron mediciones de la longitud total medida desde el extremo del rostro hasta el extremo del telson ayudado con una lupa. Asimismo, cada 21 días se pesaron todos los camarones por acuario. Con estos datos se determinó la biomasa contenida en cada acuario y con este valor se realizó el ajuste del alimento a suministrar diariamente en la tarde en cantidad equivalente al 10% del peso total húmedo de todos los ejemplares por acuario. Además se calcularon los valores de incrementos en crecimiento, la eficiencia proteica de acuerdo a Sedgwick (1979) dividiendo el valor de ganancia total de peso de los camarones entre la cantidad de proteína seca total consumida. La tasa de conversión fue calculada según Capuzzo (1982) por el cociente del peso de alimento seco consumido y el valor del incremento de biomasa de los camarones.

Los valores del crecimiento en peso de los camarones alimentados con las diversas dietas, obtenidos en cada muestreo, fueron estudiados por análisis de varianza a dos vías con réplicas (Sokal y Rohlf 1979) cuando se ubicó diferencia estadística de estos valores se utilizó la prueba *a posteriori* de Duncan, para establecer las diferencias entre ellas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante la experiencia la temperatura promedio del agua de los acuarios fue de 25,98°C con rango de variación entre 25,2 y 26,8°C; la salinidad promedio fue de 38,43‰ con oscilaciones entre 38,0‰ y 39,0‰ y la concentración de oxígeno disuelto promedio fue de 4,97 mg/L con variación de 4,6 a 5,4 mg/L.

La proporción de ingredientes de harinas de origen vegetal contenido en las dietas del presente trabajo fue de 45 a 50,5%, y se comprobó por medio del análisis bromatológico que fueron isoenergoproteicas con muy poca variación en los contenidos de fibra bruta, extracto etéreo, cenizas y carbohidratos (Tabla 2). Los resultados de valor promedio de 90% de estabilidad en el agua de los alimentos demostró que permanecían compactos en tiempo suficiente para ser consumidos por los camarones.

F. brasiliensis requiere de 54% de proteína produciéndose a este nivel mejor eficiencia alimenticia y mayor crecimiento (Liao *et al.* 1986). Los altos requerimientos de proteína se deben a que la utilizan como fuente de energía y se pueden subir los contenidos de proteína sin aumentar las cantidades de aminoácidos esenciales (D'Abramo y Castell 1997).

La dieta basal utilizada estaba formada por soya, maíz, ajonjolí, sorgo y trigo. La utilización de harina de soya como sustituto en las dietas para *Litopenaeus vannamei* es una posibilidad, siempre y cuando se compensen factores nutricionales diferentes a las proteínas y que se encuentran en bajas cantidades en la harina de soya (Polanco *et al.* 1997). La harina de desechos de cabeza de camarón no provee la fuente de proteína suficiente para los camarones como lo es la harina de pescado (Kanazawa 1989), debido a que son residuos. Los estudios de crecimiento en los animales han demostrado un retardo en el crecimiento al sustituir, como ingredientes, las harinas de origen animal por las de origen vegetal. Estas últimas presentan deficiencias de aminoácidos como lisina y metionina (Stickney 1979).

TABLA 2. Valores del análisis bromatológico y energético (energía bruta) de las diferentes dietas ensayadas en juveniles de *Farfantepenaeus brasiliensis*, mantenidos en acuarios.

| (%) | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Materia Seca | 96,20 | 96,69 | 95,74 | 96,85 | 95,55 | 95,35 | 96,78 | 96,63 | 95,96 |
| Proteína Cruda | 34,87 | 35,25 | 35,73 | 35,08 | 34,77 | 34,70 | 35,04 | 34,66 | 35,56 |
| Fibra Cruda | 2,02 | 2,16 | 1,97 | 1,81 | 1,85 | 1,83 | 1,61 | 2,32 | 1,88 |
| Extracto Etéreo | 13,24 | 13,46 | 14,00 | 15,18 | 13,27 | 13,59 | 12,89 | 15,32 | 14,80 |
| Cenizas | 15,80 | 15,41 | 16,12 | 15,11 | 15,05 | 15,44 | 15,26 | 15,02 | 15,38 |
| Carbohidratos | 30,77 | 33,68 | 28,18 | 29,67 | 31,21 | 29,79 | 31,98 | 31,51 | 28,50 |
| Energía (Kcal/kg) | 3 450 | 3 606 | 3 615 | 3 640 | 3 560 | 3 511 | 3 420 | 3 545 | 3 516 |

Mientras, que al analizar estos valores cada 21 días se encontró diferencia, demostrando que el aumento en peso fue progresivo y el mayor valor se encontró a los 126 días (Tabla 3) ($F = 469,9$; $P \leq 0,01$). Así mismo, al comparar los valores promedio de peso de los camarones alimentados con las nueve dietas probadas se encontró diferencia ($F = 11,3$; $P \leq 0,01$). El mayor valor de peso promedio fue en la dieta T6 y T4, mientras que el menor valor correspondió a la dieta T1. La interacción entre la variable tiempo de muestreo y el peso de los ejemplares no mostró diferencia estadística ($F = 1,23$; $P \leq 0,01$).

Los resultados del aumento en peso de los juveniles del camarón en este trabajo indican que el mayor incremento en peso fue cuando se alimentó con las dietas suplementadas con lisina y metionina (dietas T4, T5, T6 y T7) al compararlas con los valores de peso de los camarones alimentados con dietas suplementadas con un solo aminoácido (T2, T3, T8 y T9) ($P \leq 0,01$). El desbalance de aminoácidos esenciales dietéticos resulta con pérdidas de aminoácidos libres cuando los camarones están ingiriendo su alimento (Lim 1993).

Durante los muestreos, los pesos promedios de los camarones que recibieron como alimento las dietas T4 y T6 no fueron diferentes hasta los 42 días, a partir de este muestreo y hasta los 105 días fue mayor el peso de los alimentados con la T6, pero a los 126 días los mayores valores de pesos promedios e incrementos diarios fueron los de ejemplares que recibieron la dieta T4 y T6 (Tabla 3) (Fig. 1).

El valor de incremento diario en peso de los camarones que se alimentaron con la dieta T4 es superior al obtenido en otros trabajos en condiciones similares (Scelzo *et al.* 1978, Scelzo *et al.* 1980 a, b, Hernández 1980, Marcano 1980). No obstante, Hernández (1980) obtuvo incrementos de 25,31 a 39,13 mg/día; valores mayores a los del presente trabajo, debido a la calidad de la proteína suministrada.

Los incrementos promedios en longitud total de los ejemplares presentaron un comportamiento similar al obtenido con el peso. Así,

TABLE 3. Valores promedio de peso (g) y longitud total (mm) al inicio (i) y a los 126 días (f), ganancia de peso diaria (GPD), ganancia de longitud diaria (GLD), biomasa (%), conversión alimenticia (CA) y eficiencia proteica (EP) de juveniles del camarón *Farfantepenaeus brasiliensis* alimentados con nueve dietas diferentes.

| DIETA | i (g) | f (g) | i (mm) | f (mm) | GPD mg/día | GLD mm/día | B (%) | CA | EP |
|-------|----------|---------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|----------|-------|-------|
| T1 | 0,514 | 1,928 ^{e*} | 41,60 | 65,52 | 11,22 | 0,19 | 51,87 | 16,42 | 0,052 |
| T2 | 0,520 | 2,199 ^{cd} | 40,05 | 67,01 | 13,33 | 0,21 | 108,08 | 15,36 | 0,091 |
| T3 | 0,546 | 2,334 ^c | 41,66 | 70,69 | 14,19 | 0,23 | 111,94 | 11,42 | 0,116 |
| T4 | 0,564 | 2,697 ^a | 40,96 | 73,08 | 16,93 | 0,26 | 199,09 | 9,03 | 0,236 |
| T5 | 0,509 | 2,471 ^c | 39,49 | 70,95 | 15,57 | 0,25 | 183,18 | 10,36 | 0,197 |
| T6 | 0,542 | 2,583 ^{ab} | 39,82 | 71,34 | 16,20 | 0,25 | 184,74 | 9,16 | 0,214 |
| T7 | 0,526 | 2,449 ^{bc} | 40,42 | 71,42 | 15,26 | 0,25 | 191,38 | 10,11 | 0,203 |
| T8 | 0,547 | 2,216 ^{cd} | 39,63 | 67,66 | 13,25 | 0,22 | 81,78 | 11,24 | 0,089 |
| T9 | 0,540 | 2,272 ^c | 39,79 | 68,46 | 13,75 | 0,23 | 78,27 | 13,73 | 0,086 |

* Los valores que poseen letras iguales no son diferentes estadísticamente ($P \leq 0,01$). i = inicio experiencia. f = final experiencia. GPD = Ganancia de peso diaria. GLP = Ganancia de longitud diaria. B = Porcentaje de ganancia de biomasa total. CA = Conversión alimenticia. EP = Eficiencia proteica.

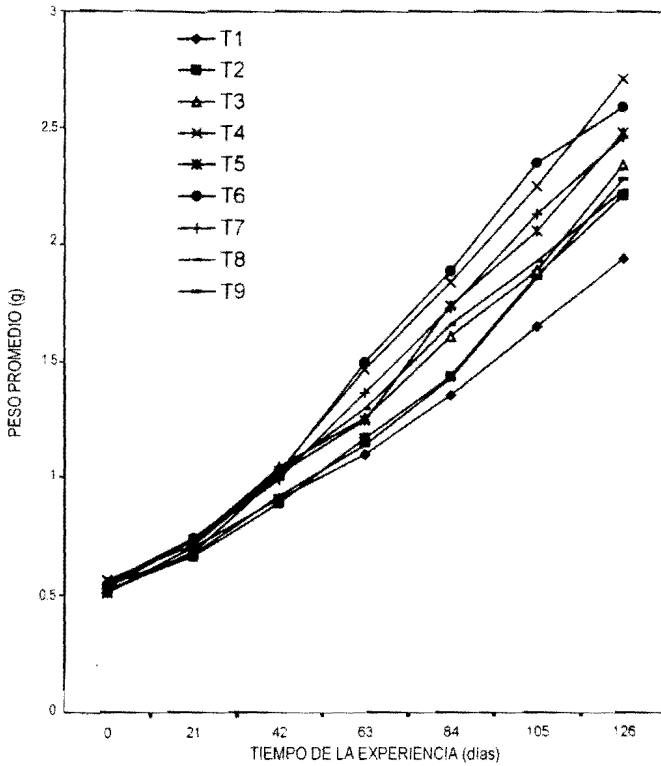


FIGURA 1. Crecimiento en peso (g) de los juveniles del camarón *Farfantepenaeus brasiliensis* alimentados con nueve dietas, mantenidos en acuarios.

los camarones alimentados con dietas suplementadas con lisina y/o metionina alcanzaron mayores incrementos que los que recibieron dietas sin el suplemento de aminoácidos (Tabla 1). Los valores son superiores a los obtenidos por Marcano (1980) (0,11 a 0,159 mm/día).

En camarones los mejores incrementos de crecimiento se logran al alimentar con dietas que poseen un patrón de aminoácidos similar al de su carne, hecho demostrado cuando se ha reportado una marcada deficiencia del contenido de lisina y metionina en la harina de soya (Deshimaru y Shigeno 1972). Por otra parte, los resultados indican que la metionina de la proteína de soya es más efectivamente utilizada por los camarones que la metionina sintéti-

ca (Kanazawa 1989). Fox *et al.* (1995 a, b) determinaron los requerimientos de lisina en *P. vannamei* utilizando gluten de trigo como fuente de proteína suplementada con lisina en forma cristalina y covalente.

La dieta T1 contenía además harina de maíz, que es un ingrediente con bajo contenido en lisina, así el bajo incremento de peso producido por la dieta T1 se debió probablemente al efecto aditivo de la deficiencia de lisina y metionina de los dos ingredientes de origen vegetal. Kitabayashi *et al.* (1971) señalan que cuando la arginina y la metionina están en el alimento a unas concentraciones mayores de 0,83 y 0,52% respectivamente promueven el crecimiento en *P. japonicus*.

En postlarvas de *P. californiensis* se encontró que el nivel adecuado de metionina en la dieta para el mejor crecimiento de esta especie fue de 1,5 a 2,0% y si la dieta contiene 30% de proteína un 5% de esta proteína debe de ser de lisina (Colvin y Brand 1977). En *P. japonicus* el crecimiento se mejora cuando las dietas contienen más de 0,52% de metionina (Kitabayashi *et al.* 1971) y 6,3% de lisina (Hew y Cuzon 1982).

Los valores de sobrevivencia de los camarones alimentados con las diversas dietas durante este trabajo fueron diferentes ($P \leq 0,01$), correspondiendo los mayores valores cuando los camarones se alimentaron con las dietas T4, T5, T6 y T7 (entre 60,0 y 62,5%) y los menores valores en los ejemplares alimentados con las dietas T1 y T8 (40%).

Los trabajos realizados en crustáceos analizan los índices de ganancia de peso y sobrevivencia como la respuesta principal al comparar varios tratamientos establecidos (D'Abramo y Castell 1997). Asimismo alimentando con dietas conformadas por harinas de organismos marinos en partes iguales (guacuco, camarón y sardina) durante 47 días se logró una sobrevivencia del 75% (Scelzo *et al.* 1978); este valor mayor, comparado con el presente trabajo, es porque la harina de camarón contenía cantidades de nutrientes esenciales en la alimentación de camarones.

Los mayores incrementos en la biomasa final con respecto a la inicial correspondió a los juveniles alimentados con las dietas suplementadas con lisina y metionina (T4, T5, T6 y T7) ($P \leq 0,01$) (Tabla 3), siendo los menores incrementos en orden decreciente donde la alimentación recibió la suplementación con un solo aminoácido (dietas T2, T3, T8 y T9) y el menor valor fue en los camarones que recibieron la dieta T1 sin suplementación de aminoácidos, valores superiores a los obtenidos por Hernández (1980).

Los valores de la tasa de conversión presentaron la misma tendencia ocurrida en los incrementos en peso, longitud total y biomasa con valores de 9,03 y 9,16 para los camarones que fueron alimentados con dietas suplementadas con lisina y metionina (Tabla 3). Concordando con lo indicado por Venkataramiah *et al.* (1975) cuando señala que la optimización de la tasa de conversión en los crustáceos depende de la calidad de la dieta cuando se incluyen materias vegetales en el alimento.

El mayor valor de eficiencia proteica fue obtenido en la dieta T4 (0,236) y la T6 (0,214) (Tabla 3). Las dietas suplementadas con lisina y metionina resultaron más eficientes. En camarones se ha encontrado que existe una correlación positiva entre la eficiencia alimenticia y la cantidad de proteína en la dieta (Liao y Liu 1989).

CONCLUSIONES

La suplementación de las dietas con lisina y metionina mejoran la calidad nutricional cuando los ingredientes que la conforman son deficientes en estos aminoácidos.

Los ejemplares alimentados con dietas suplementadas entre 1,5 y 3% de lisina y 0,5 a 1,0% de metionina alcanzaron mayores valores de crecimiento en peso, longitud, sobrevivencia y biomasa que los ejemplares que se alimentaron con la suplementación de un solo aminoácido o con dietas sin la suplementación de estos dos aminoácidos.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. W. Horwitz (ed.). Washington D.C., 1018 pp.
- BOSCHI, E. E. y M. SCELZO. 1976. El cultivo de camarones comerciales penaeideos en Argentina y la posibilidad de su producción en mayor escala. *Advances in Aquacult. Fir: Aq/Conf/76/E*. Rome, 40, 3 pp.
- CAPUZZO, J. M. 1982. Crustacean Bioenergetics: The role of environmental variables and dietary levels of macronutrients on energetic efficiencies. Pp. 71–86. En: Pruder, G., J. Christopher y E. Douglas (eds). *Proceedings of second International Conference on Aquaculture Nutrition: Biochemical and Physiological approaches to shellfish nutrition*. Louisiana, USA.
- CERVIGÓN, F., R. CIPRIANI, W. FISCHER, L. GARIBALDI, M. HENDRICKX, A. J. LEMUS, R. MÁRQUEZ, J. M. POUTIERS, G. ROBAINA y B. RODRÍGUEZ. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para los fines de pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO. Roma. 513 p.
- COBO CEDEÑO, M. 1974. El cultivo del camarón en el Ecuador. Informe de Pesca No. 159. FAO, Roma, pp. 249-265.
- COLVIN, L. B. y C. W. BRAND. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life-cycle stages in controlled environment systems. *Proc. World Maricult. Soc.* 8: 821-840.
- COWEY, C. B. y J. R. M. FORSTER. 1971. The essential amino-acid requirements of the prawn, *Palaemon serratus*. The growth of prawns on diets containing proteins of different aminoacid compositions. *Mar. Biol.* 10: 77-81.
- CUN, M. 1982. Guía práctica para la cría de camarones comerciales (*Penaeus*) en Ecuador. *Bol. Cient. Técn. INP, Ecuador* 5(1):1–28.
- D'ABRAMO, L. R. y J. D. CASTELL. 1997. Research Methodology. Pp. 3-25. En: D'Abramo, L. R., D. E. Conklin y D. M. Akiyama (eds). *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture*. Vol. 6. World Aquaculture Society.

- DA COSTA, P. P. 1977. Cultivo de camarones en el Brasil. *Aquacult. Bull. FAO. Roma* 6: 1-9.
- DESHIMARU, O. y K. SHIGENO. 1972. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture* 1(1): 115-133.
- FOX, J. M., A. L. LAWRENCE y E. LI-CHAN. 1995a. Dietary requirement for lysine by juvenile *Penaeus vannamei* using intact and free amino acid sources. *Aquaculture* 131: 279-290.
- FOX, J. M., A. L. LAWRENCE y E. LI-CHAN. 1995b. Carbodiimide-mediate covalent attachment of lysine to wheat gluten and its apparent digestibility by penaeid shrimp. *J. Agricultural Food Chem.* 43: 733-737.
- GUILLAUME, J. 1997. Protein and amino acids. Pp. 26-41. En: D'Abramo, L. R.; D. E. Conklin y D. M. Akiyama (eds). *Crustacean Nutrition. Advances in World Aquaculture. Vol. 6. World Aquaculture Soc.*
- HERNÁNDEZ, G. 1980. Efectos de la albúmina de huevo y de la soya como fuentes proteicas y del almidón y de la glucosa como fuentes de carbohidratos, en el crecimiento y sobrevivencia de juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817 (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) en condiciones controladas de laboratorio. Tesis de Licenciatura. Universidad de Oriente. Cumaná. Venezuela. 99 pp.
- HEW, M. y G. CUZON. 1982. Effects of dietary lysine and arginine levels, and their ratio, on the growth of *Penaeus japonicus* juveniles. *Proc. World Maricul. Soc.* 13: 154-156.
- HOPKINS, J., D. RICHARD, H. HAMILTON, P. SANDIFER, C. BROWDY y D. STOKES. 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality effluent characteristics and nitrogen budgets of intensive shrimp ponds. *J. World Aquacult. Soc.* 24(3): 304-320.
- KALAW, J., L. BANDONIL y V. DY. 1977. Preliminary chemical and physical evaluation of some formulated feeds for *P. monodon*. Quarterly research report. *Aquaculture Department. Southeast Asian Fisheries Development Center*, 31 pp.
- KANAZAWA, A. 1989. Protein requirements of Penaeid shrimp. Pp. 261-270. En: *Advances in Tropical Aquaculture. AQUACOP/IFREMER. Taití. Actes de Coloque* 9.

- KHANDKER, N. A. y L. B. LARES. 1973. Observation on the fishery and biology of the pink spotted shrimp *Penaeus brasiliensis* Latreille, of Margarita island. Proc. Gulf and Caribbean Fish. Inst. 25: 156-162.
- KITABAYASHI, K., K. SHUDO, K. NAKAMURA y S. ISHIKAWA. 1971. Studies on formula feed for Kuruma prawn-III: On the growth-promoting effects of both arginine and methionine. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 65: 119-127.
- LIAO, J. y N. CHAO. 1983. Hatchery and growout penaeid prawn. Pp. 161-167. En: P. McVey (ed.) CRC Handbook of Mariculture. Vol. I. Crustacean Aquaculture, CRC Press INC., Boca Ratón, Florida.
- LIAO, I. C., B. Y. HER y D. L. LEE. 1986. Preliminary study on the protein requirement of *Penaeus brasiliensis*. Pp 59-68 En: Chuang, J. L. y C. Y. Shiau (eds). Research and development of aquatic animal feed in Taiwan. Vol. I. Serie N° 5. Fisheries Soc. of Taiwan..
- LIAO, I. C. y F. G. LIU. 1989. A brief review of nutritional studies for *Penaeus monodon*. Pp. 355-380. En: Advances in Tropical Aquaculture. AQUACOP/IFREMER. Taití. Actes de Colloque 9.
- LIM, C. 1993. Effect of dietary pH on amino acid utilization by shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture 1114: 293-303.
- MARCANO, J. 1980. Efecto del nivel de proteína en el crecimiento de juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda, Penaeidae) alimentados con dietas semipurificadas a base de harina de soya, suplementada con metionina y lisina. Trabajo de ascenso. Univer. de Oriente. Cumaná. Venezuela. 80 pp.
- MARTÍNEZ SILVA, L. E. y M. J. TORREZ. 1978. Cultivo de camarones marinos de las especies *Penaeus duorarum notialis* y *P. aztecus subtilis*, en estanques experimentales. Mem. Seminar. Oc. Pacif. Sudmer. Universidad del Valle. Colombia. 1: 193-203.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shelfishes. National Academy of Sciences, Washington, D.C. 102 pp.
- NOVOA, D., J. E. RABINOVICH y A. URBANEJA. 1980. Las pesquerías de arrastre en la zona nor-oriental de Venezuela. Soc. Venezolana de Cs. Nat. Biol. 25(138): 3-137.

- NOVOA R., D., J. MENDOZA H., L. MARCANO R. y J. CÁRDENAS. 1998. El Atlas pesquero marítimo de Venezuela. MAC-SARPA, VECEP, 197 pp.
- PÉREZ FARFANTE, I. 1970 a. Diagnostic characters of juveniles of the shrimps *P. aztecus*, *P. duorarum* and *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). U. S. Fisch. Wild. Serv. Spec. Sci. Rep. Fish. 599, 29 pp.
- PÉREZ FARFANTE, I. 1970b. Características diagnósticas de los juveniles de *P. aztecus subtilis*, *P. duorarum notialis* y *P. brasiliensis* (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Mem. Soc. Cs. Nat. La Salle. 30(87): 159-165.
- POLANCO, B., T. CABRERA y E. FARIÁS. 1997. Efecto del porcentaje de harina de soya en varios alimentos suministrados al camarón blanco *Penaeus vannamei* en cultivos comerciales. IV Simp. Centroamericano de Acuicultura. Cultivo sostenido de camarón y Tilapia. 190-191 pp. Tegucigalpa. Honduras.
- ROBAINA, G. y J. MILLÁN. 1983. Efecto de diferentes niveles de estiércol de gallinas ponedoras sobre el crecimiento y sobrevivencia del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille, 1817. Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela. Univ. Oriente. 22(1-2): 77-85.
- SALOMAN, C. H., D. M. ALLEN y T. J. CASTELLO. 1968. Distribution of three species of the shrimp (genus *Penaeus*) in waters contiguous to southern Florida. Bull. Mar. Sci. 18(2): 343-350.
- SCELZO, M.; J. MILLÁN; A. VALLOTA y J. MARCANO. 1978. Efectos de dietas artificiales sobre el crecimiento de juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda, Penaeidae) cultivados en acuarios. V Simp. Latinoam. Oceanogr. Biol. Sao Paulo. Brasil.
- SCELZO, M., J. MARCANO y J. MILLÁN. 1980a. Resultados sobre el crecimiento de juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille (Decapoda, Penaeidae) cultivados en estanques de concreto. Mem. I Simp. Brasileiro de Acuicultura. Academia Brasileira de Ciencias. 397-412 pp. Brasil.
- SCELZO, M., J. MILLÁN y J. MARCANO. 1980b. Efecto del nivel de proteínas en juveniles del camarón *Penaeus brasiliensis* Latreille, alimentados

- con dietas semipurificadas a base de caseína. II Simp. Asoc. Latinoam. Acuicultura 2: 1545-1563. México.
- SEDGWICK, R. W. 1979. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversion efficiency in *Penaeus merguensis* De Man. Aquaculture 16: 7-30.
- SHEWBART, K. L., W. L. MIES y P. D. LUDWING. 1972. Identification and quantitative analysis of the aminoacids present in protein of the brown shrimp *Penaeus aztecus*. Mar. Biol. 16: 64-67.
- SOKAL, P. P. y F. J. ROHLF. 1979. Biometría: Principios y métodos estadísticos en la Investigación Biológica. H. Blume (ed.). Madrid. España. 832 pp.
- STICKNEY, R. 1979. Principles of warmwater Aquaculture. Willey, J. and Sons (ed.). N. Y. USA, 375 pp.
- VENKATARAMIAH, A., G. J. LAKSHMI y G. GUNTHER. 1975. Effect of protein level and vegetable matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp. Aquaculture 6(2): 115-125.
- WILLIAMS, R. y D. LIGHTNER. 1988. Regulatory status of therapeutants for penaeid shrimp culture in the United States. J. World Aquacult. Soc. 19(4): 188-196.