

## Composición bioquímica del camarón dulceacuícola *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) sometido a condiciones de cultivo

Enmary Ramírez<sup>1\*</sup>, Annie Silva<sup>2</sup>, Miguel Guevara<sup>1</sup>, Maximiano Núñez<sup>1</sup>, Richard Bauza<sup>1</sup>  
y Bertha Arredondo-Vega<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Universidad de Oriente, Instituto Oceanográfico de Venezuela, Departamento de Biología Pesquera, Cumaná, estado Sucre, Venezuela. \*Correo electrónico: enma\_2@yahoo.com

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), Estación Delta Amacuro, Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela.

<sup>3</sup>Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Laboratorio de Biotecnología de Microalgas, Apartado postal 128, La Paz, Baja California Sur, CP 23000, México.

---

### RESUMEN

El camarón dulceacuícola *Macrobrachium jelskii* es un recurso muy abundante en la zona del Delta del Orinoco, con capacidad de reproducirse en lagunas de cultivo y sin aprovechamiento en la actualidad. En la presente investigación se analizó el contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos grasos de este camarón, sometido a condiciones de cultivo, con la finalidad de cuantificar y categorizar su composición bromatológica, y así definir su posible aprovechamiento industrial como materia prima para la elaboración de alimentos concentrados para animales. Los análisis de proteínas, carbohidratos y lípidos, se realizaron a través de métodos espectrofotométricos y el perfil de ácidos grasos se determinó mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas. Los análisis realizados determinaron que las concentraciones de proteínas, carbohidratos y lípidos totales, en base a masa seca, se incrementaron durante el desarrollo de la investigación, variando sus contenidos desde 34,70±2,39 hasta 57,74±5,75%; desde 0,64± 0,07 hasta 3,43±0,40% y desde 9,90±0,90 hasta 11,40±1,30%, respectivamente. Los valores de ácidos grasos obtenidos en *M. jelskii* variaron entre 35,93 - 51,42% para los saturados; 21,00 - 25,49% para los monoinsaturados y 23,09 - 38,80% para los poliinsaturados. Finalmente, es importante resaltar que el cultivo de *M. jelskii* en lagunas piscícolas, mantenido con alimento de bajo costo, permite obtener biomasa con elevado contenido nutricional, la cual pudiera ser usada como ingrediente para la formulación de alimentos concentrados para peces y crustáceos sometidos a cultivo.

*Palabras clave:* *Macrobrachium jelskii*, análisis bioquímico, camarones.

---

### Biochemical composition of the freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) under culture conditions

### ABSTRACT

The freshwater shrimp *Macrobrachium jelskii* is a very abundant resource in the zone of the Delta of the Orinoco, with ability to reproduce in culture lagoons and without useful at the present time. In the present investigation the content of protein, carbohydrates, lipids and fatty acids of this shrimp, was analyzed under culture conditions, with the purpose of quantifying and categorize its bromatological composition, and thus defining its possible industrial advantage, like raw material for the concentrated food elaboration for animals. The protein analyses, carbohydrates and lipids, were made through spectrophotometric methods and the fatty acid profile was determined by gas chromatography connected to spectrometry of masses. The analyses determined that the concentrations of proteins, total carbohydrates and lipids, on the basis of dry mass, were increased during the development of the investigation, varying their contents from 34,74±2,39 to 57,70±5,75%; from 0,64± 0,07 to 3,43±0,40% and 9,90±0,9 to 11,40±1,30%, respectively. The values of fatty acids obtained in *M. jelskii* ,

varied between 35,93 – 51,42% for the saturated; 21,00 – 25,49% for monounsaturated and 23,09 – 38,8% for poliunsaturated. Finally, it is important to emphasize that the culture of *M. jelskii* in fish cultured lagoons, maintained with food of low cost, allows to obtain biomass with high nutritional content, which could be used as ingredient for the concentrated food formulation for fish and crustaceans in aquaculture.

*Keywords:* *Macrobrachium jelskii*, chemical analysis, shrimps.

## INTRODUCCIÓN

Los países que han realizado avances en la acuicultura, utilizando sistemas de cultivos extensivos, semintensivos y policultivos, generalmente, no han acompañado el desarrollo de los cultivos con el crecimiento de las industrias de alimento concentrado para peces y otras especies acuáticas. Este hecho ha promovido la utilización de alimentos para aves, cerdos, ganado vacuno, perros o bien dietas artesanales, formuladas empíricamente, que carecen de los requerimientos básicos para satisfacer las demandas energéticas de los organismos cultivados (González, 2001).

En la actualidad, existen pocas fábricas que se dedican a la producción de alimento concentrado para la acuicultura, siendo éste de alto costo, debido a la utilización de harina de pescado importada, lo que encarece la producción acuícola. Esta situación ha promovido la búsqueda de insumos alternos como materia prima para la elaboración de piensos comerciales (Tacón, 1989).

Entre los principales ingredientes utilizados para la elaboración de dietas se encuentran las harinas de pescado (sardina), maíz, sorgo, soya, sangre y hueso, entre otras. Los niveles de inclusión de esas harinas en las dietas, repercutirá en la calidad bioquímica de la formulación y en el costo de la misma. Este problema ha promovido la realización de investigaciones tendientes a encontrar fuentes alternas de proteínas, lípidos y carbohidratos derivadas de subproductos agroindustriales u otros organismos potenciales, que substituyan total o parcialmente la harina de pescado que es generalmente, el componente más costoso (El'sayed, 1999).

Los ingredientes que se seleccionen para formar parte de una determinada dieta deben contener niveles adecuados de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos grasos, a fin de que garantice una mayor sobrevivencia de larvas, postlarvas y/o alevines de especies sometidas a cultivo (González, 2001).

Dentro de los grupos de organismos potencialmente utilizables como materia prima para la elaboración de harinas de consumo animal destaca el camarón dulceacuícola *Macrobrachium jelskii*. Este crustáceo se encuentra distribuido en el Delta del río Orinoco, donde se reproduce exitosamente; no obstante, debido a su pequeña longitud ( $4,0 \pm 0,6$  cm) y masa ( $0,60 \pm 0,31$  g) no forma parte de las pesquerías tradicionales (Gamba, 1980).

Experiencias previas de cultivo, realizadas en lagunas piscícolas de la Estación Experimental Delta Amacuro del INIA, han demostrado el potencial que presenta este camarón, debido principalmente, a la capacidad de reproducción en cautiverio y a su factibilidad de cultivo en lagunas artificiales (Urbano *et al.*, 2008). Sin embargo, existen escasas referencias bibliográficas relacionadas con su contenido bioquímico, por lo que la presente investigación planteó la determinación del contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos y ácidos grasos de este organismo, sometido a condiciones de cultivo, con la finalidad de definir el posible aprovechamiento industrial para la elaboración de un alimento concentrado para animales acuáticos, principalmente peces y crustáceos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Cultivo del camarón *Macrobrachium jelskii*

Los ensayos de cultivo del camarón *Macrobrachium jelskii* se realizaron en lagunas de tierra de 750 m<sup>2</sup>, previamente encaladas y fertilizadas, ubicadas en la Estación Experimental Delta Amacuro, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), localizada en Isla Cocuina, Tucupita, estado Delta Amacuro, Venezuela (9°06'N; 62°05'O).

Los camarones fueron colectados en el caño Manamo, Tucupita, estado Delta Amacuro, su identificación fue confirmada mediante las claves de Rodríguez (1980) y las descripciones de López y Pereira (1996); seguidamente, fueron seleccionados

a un peso promedio de  $0,34 \pm 0,087$  g y fueron sembrados a una densidad de 0,5 camarones/m<sup>2</sup> y alimentados, en forma manual, dos veces al día con alimentos formulados para pollos de engorde (20% peso mínimo de proteína, 5% de grasas y 2% fibras), con una ración equivalente aproximada al 10% de la biomasa sembrada, la siembra (inicio del cultivo), se realizó enero de 2006.

### Toma de muestras y análisis bioquímicos

Los muestreos se llevaron a cabo bimensualmente, realizándolos en marzo (1), mayo (2), julio (3) septiembre (4). Las muestras de camarones (10 organismos  $1,72 \pm 0,114$  g y  $5,55 \pm 0,51$  cm), fueron lavadas con abundante agua destilada a fin de eliminarles cualquier materia extraña, se colocaron en una estufa a 60°C hasta que alcanzaron una masa constante. A partir de esta biomasa se tomó 1 g homogenizado de camarones para cada uno de los análisis de composición bioquímica, con base a la masa seca (MS), que incluyó: proteínas según el método de Lowry (Lowry *et al.*, 1951) modificado por Herbert *et al.* (1971), lípidos totales de acuerdo a Bligh y Dyer (1959), y Marsh y Weinstein (1966), carbohidratos totales según recomendaciones de Dubois *et al.* (1956) y el perfil de ácidos grasos según Sato y Murata (1988).

Los análisis de estos últimos compuestos se realizaron en un cromatógrafo de gases-espectrómetro de masas (GC-MS) Hewlett Packard Series G1800B, adicionado con una columna Omegawax TM 250 de sílica fundida (Supelco) de 30 m x 0,25 mm de diámetro externo x 0,25 de diámetro interno. El volumen de inyección de la muestra fue de 1 µl, utilizando como gas portador Helio (He) de alta pureza. El flujo en la columna fue de 0,9 ml/min.

Las temperaturas del inyector y detector fueron de 250 y 260°C, respectivamente. La temperatura inicial del horno estuvo alrededor de 110°C por 3 minutos (min); posteriormente, se incrementó 30°C por min hasta que alcanzó 165°C. Luego, se mantuvo esa temperatura por 2 min y se incrementó 2,2°C por min hasta alcanzar una temperatura de 209°C, ésta última se mantuvo por 35 min.

Los Ácidos grasos presentes en las muestras se identificaron mediante la comparación de los espectros de masas (EM) con los espectros contenidos en la biblioteca de EM NIST98, NBS75K y una biblioteca creada con 28 estándares de ácidos grasos metil esterificados (Sigma Chemical Company). Adicionalmente, se confirmó la identificación de los ácidos grasos mediante la comparación de los tiempos de retención de las muestras con los registrados para mezcla comercial de metil-ésteres de ácidos grasos poliinsaturados (Sigma).

### Análisis de los resultados

Con la finalidad de evidenciar la variación en el contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos totales, durante el desarrollo del cultivo del camarón *Macrobrachium jelskii*, se realizó un análisis de varianza de un factor (tiempo de cultivo) según recomendaciones de Zar (1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los 4 muestreos se observaron pesos y tallas promedios de  $1,72 \pm 0,114$  g y  $5,55 \pm 0,51$  cm, (observándose juveniles producto de la reproducción en las lagunas) los cuales fueron superiores a los citados por Graziani *et al.* (1998) para ejemplares adultos de *M. jelskii* capturados en el estado Sucre (1,18 g y 4,80 cm).

Cuadro 1. Promedios ( $\pm$  Ds) del contenido total de proteínas, carbohidratos y lípidos del camarón *Macrobrachium jelskii* sometido a condiciones de cultivo.

Muestreos	Proteínas	D*	Carbohidratos	D*	Lípidos	D
1 Marzo	$34,7093 \pm 2,3918$	A	$0,6400 \pm 0,0721$	A	$9,8557 \pm 0,9304$	A
2 Mayo	$49,7550 \pm 0,6360$	B	$1,1800 \pm 0,1000$	A	$10,7800 \pm 0,2674$	A
3 Julio	$57,7030 \pm 2,7750$	C	$3,0200 \pm 0,1200$	B	$10,8637 \pm 0,3124$	A
4 Septiembre	$57,7369 \pm 5,7515$	C	$3,4267 \pm 0,3972$	B	$11,3500 \pm 1,3345$	A

D: Duncan \*( $P < 0,05$ ) Significativo

En el Cuadro 1, se muestran los promedios del contenido de proteínas, carbohidratos y lípidos totales del camarón *Macrobrachium jelskii*. Los resultados obtenidos reflejan un aumento significativo ( $P < 0,05$ ) del contenido de estas macromoléculas, excepción de los lípidos a medida que transcurrió el tiempo de cultivo.

Con respecto a las proteínas, Le Moullac *et al.* (1996) y Brito *et al.* (2001) indicaron que el incremento del contenido proteico en especies de camarones cultivados pueden atribuirse, fundamentalmente, al tipo de alimento suministrado durante su fase de crecimiento, sobretodo en camarones peneidos y otros decápodos, ya que estos organismos están adaptados para el uso de las proteínas como sustrato energético.

El contenido de proteínas determinado en *Macrobrachium jelskii* (34-58%), podría satisfacer los requerimientos proteicos de numerosas especies de camarones (*Farfantepenaeus aztecus*, *F. californiensis*, *F. duorarum*, *F. indicus*, *F. merguiesi*, *Penaeus monodon*, *F. chinensis*, *F. penicillatus*, *Macrobrachium rosenbergii* y *Litopenaeus setiferus*) y peces cultivados (*Colossoma macropomun* (cachama), *Chanos chanos* y *Morone saxatilis*), ya que, se ha determinado que estos organismos requieren entre 15- 50% y 30-47%, respectivamente de proteínas totales (New, 1987; Lim *et al.*, 1979; Millikin, 1982; Halver, 1985 y Stanley y Moore, (1983).

Las concentraciones de carbohidratos determinados en *M. jelskii* variaron entre 0,6 y 3% (Cuadro 1). Al analizar la literatura relacionada con los exigencias de carbohidratos de peces y camarones cultivados, se encuentra que no existe unidad de criterios en cuanto a un requerimiento absoluto de este macromolécula en las dietas de estos organismos, lo cual contrasta marcadamente con lo establecido para las proteínas y lípidos, nutrientes para los cuales inclusive, se han determinado necesidades dietéticas específicas para ciertos aminoácidos y ácidos grasos esenciales.

Esta ausencia de criterio se debe en gran medida a los hábitos alimenticios carnívoros/omnívoros de la mayoría de las especies de peces y crustáceos cultivados, también a la capacidad de los peces y camarones para sintetizar carbohidratos a partir de sustratos que no sean carbohidratos, tales como proteínas y lípidos (gluconeogénesis) y finalmente a la habilidad de los peces y crustáceos para satisfacer sus

requerimientos energéticos a partir del catabolismo únicamente de proteínas y lípidos, si es necesario (Robinson y Wilson, 1985).

Resultados similares a los encontrados en la presente investigación, relacionados con el bajo contenido de carbohidratos en los camarones, fue reportado por Rosas *et al.* (2002) en *Litopenaeus vannamei*, quienes indicaron que este organismo recurre a las proteínas, en lugar de los carbohidratos, para suplir los requerimientos energéticos y mantener las funciones metabólicas, en lugar de emplearla para el crecimiento. Por tal razón, las investigaciones futuras deben ser proyectadas para determinar si ocurre lo mismo con *M. jelskii*.

No obstante, las concentraciones de carbohidratos totales obtenidas *M. jelskii* serían suficientes para cubrir los requerimientos de especies de peces de agua dulce cultivadas, tales como la cachama, cuyas exigencias no sobrepasan 0,37% en carbohidratos totales (Natural Marine Fisheries Service, 1989). De esta forma, a pesar de que este organismo fue cultivado con una dieta sumamente económica, arrojó resultados aceptables para su utilización como alimento para el cultivo peces.

Los contenidos de lípidos totales en *M. jelskii* variaron entre 9,8-11,35% (Cuadro 1). Concentraciones similares de lípidos se han obtenido en otras especies de camarones sometidas a cultivo, así se tiene que Cabrera (2001), determinó en *Farfantapenaeus brasiliensis* y *Litopenaeus schmittii* porcentajes lipídicos de 9,0% y 10,9%, respectivamente.

El contenido de lípidos de la biomasa *M. jelskii* podría satisfacer los requerimientos de peces y camarones omnívoros y camarones carnívoros, ya que según criterios de la FAO (1989) estos organismos necesitan para su normal crecimiento entre 7 -11% de lípidos totales.

Con relación al contenido de ácidos grasos de *M. jelskii*, los cuales se muestra en el Cuadro 2, se observa que el ácidos grasos saturado que mostró mayor proporción fue el ácidos grasos 16:0 (palmítico) con concentraciones que variaron entre 15,7 – 21,34.

Del grupo de los monoinsaturados el que presentó mayor concentración fue el 18:1 n9 (oleico), con contenidos que variaron entre 13,0 – 19,31%.

Cuadro 2. Perfil de ácidos grasos (% con respecto a los ácidos grasos determinados) del camarón *Macrobrachium jelski* sometido a condiciones de cultivo. (P>0,05 A/muestras).

Ácidos Grasos Identificados(A)	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4
12:00	ND	0,31	0,15	0,22
13:00	ND	0,08	0,06	0,17
Iso 13:0	ND	0,12	1,08	0,2
14:00	1,5	2,48	1,28	3,1
Iso 14:0	0,2	1,05	0,32	0,88
Ante Iso 14:0	0,6	0,35	0,49	0,35
15:00	1	1,2	0,96	1,08
16:00	20,7	18,86	21,32	22,01
Iso 16:0	0,7	1,49	0,53	1,03
17:00	2,3	1,33	1,3	2,78
Iso 17:0	0,2	4,64	0	0,01
18:00	8,7	13,15	7,59	9,68
19:00	0,4	2,38	0,09	0,16
20:00	1,1	0,55	0,51	0,36
21:00	0,3	3,4	0,02	0,07
22:00	1,8	0,01	0,21	1,14
23:00	0,6	0,01	0,01	0,01
24:00:00	2,3	0,01	0,01	0,01
$\Sigma$ Saturados	42,40	51,42	35,93	43,26
16:1 n-9	0,4	0,77	0,01	1,04
16:1 n-7	2,5	4,24	3,16	3,11
16:1 n-5	0,1	0,62	0,72	0,59
18:1 n-9	13	14,74	19,31	14,07
18:1 n-7	4,6	4,48	1,76	2,21
20:1 n-9	0,4	0,24	0,19	0,55
20:1 n-7	ND	0,4	0,12	0,14
$\Sigma$ Monoinsaturados	21,00	25,49	25,27	21,71
18:2 n-6	8,5	5,8	16,33	10,9
18:3 n-6	ND	0,4	0,12	0,15
18:3 n-3	2,4	3,32	5,43	4,62
20:2 n-6	0,9	0,54	0,57	0,98
20:3 n-6	ND	0,12	3,36	0,19
20:4 n-6	11,89	8,69	7,39	8,5
20:5 n-3	12,9	4,21	5,59	9,68
22:6 n-3	0,01	0,01	0,01	0,01

El ácido graso poliinsaturado con mayor concentración fue el 18:2 n6 (linoleico) con valores entre 5,8 – 16,33%.

Es importante resaltar los contenidos de los ácido graso poliinsaturados 18:3 n3 (linolénico) con concentraciones porcentuales entre 2,4 – 4,64%; el ácido 20:4 n6 (araquidónico, ARA) de 7,39- 11,89% y el ácido 20:5 n3 (eicosapentaenoico, EPA) entre 4,21 – 12,9%.

La presencia de los ácidos grasos esenciales EPA y ARA en *M. jelskii* pudiera garantizar un incremento en la sobrevivencia de larvas de peces y camarones nutridos con este organismo, debido a que se ha demostrado que alimentos para larvas de peces y crustáceos que contengan los mencionados ácidos grasos promueven el fortalecimiento del sistema inmune, lo cual disminuye las patologías asociadas con el estrés, inherente a las labores de cultivo (Izquierdo, 1996; Koven *et al.*, 2001).

Los organismos terrestres muestran un mayor contenido de ácidos grasos de las series linoleicas (n-6) a saber 18:2 n-6 (ácido linoleico) y 20:4 n-6 (ARA). Por el contrario, los ácidos grasos poliinsaturados más abundantes en los tejidos de peces y crustáceos, tanto para especies dulceacuícolas como marinas, pertenecen a las series linolénicas (n-3; Tacón, 1989).

Sin embargo, en especies dulceacuícolas se han reportado niveles mayores de las series n-6, tal como se pudo observar en este estudio, donde el ácido linoleico presentó los mayores valores. Posiblemente esto se deba a que la dieta para peces de agua dulce contiene elementos derivados a partir de fuentes terrestres (aves, vacuno) que consecuentemente son ricas en ácidos grasos de las series n-6 (Tacón, 1989).

Los animales son incapaces de sintetizar ácido linoleico (18:2n-6) y ácido  $\alpha$ - linolénico (18:3n-3). La carencia de ambos ácidos grasos esenciales se manifiesta por signos específicos: falta de crecimiento, lesiones cutáneas, menor pigmentación de la piel, pérdida de tono muscular, cambios degenerativos en el riñón, pulmón e hígado, aumento en el metabolismo basal, alteraciones en la permeabilidad de las células, trastornos en el balance de agua y aumento en la susceptibilidad a las infecciones.

Estas manifestaciones desaparecen al proporcionar un 2% de la energía como ácidos grasos esenciales,

especialmente ácido linoleico (Takeuchi *et al.*, 1996; Furuita *et al.*, 1996).

Finalmente, es importante resaltar que el cultivo de *M. jelskii* en lagunas piscícolas, mantenido con nutrientes de bajo costo, permite obtener biomasa con elevado contenido nutricional, la cual pudiera ser usada como ingrediente para la formulación de alimentos concentrados para peces y crustáceos sometidos a cultivo.

## CONCLUSIONES

El camarón dulceacuícola *Macrobrachium jelskii*, presentó incrementos en las concentraciones de proteínas, carbohidratos y lípidos totales a medida que aumentaba la edad y tiempo de cultivo.

Las concentraciones de ácidos grasos del camarón *Macrobrachium jelskii* (monoinsaturado + poliinsaturados) resultaron ser mayores que las concentraciones de los ácidos grasos saturados, a lo largo del estudio.

Se concluye que es posible utilizar las concentraciones de proteínas, lípidos, carbohidratos y perfil de ácidos grasos esenciales determinadas en el camarón *Macrobrachium jelskii*, como ingrediente para la elaboración de dietas concentradas para peces y otros organismos de importancia económica.

Se sugiere emplear el camarón *Macrobrachium jelskii* en estado seco para la alimentación de organismos acuáticos, especialmente peces y crustáceos, mediante la realización de una harina que sirva de ingrediente para dietas concentradas o como alimento directo.

Se recomienda el cultivo y comercialización a nivel industrial de esta especie, debido a que presenta óptimas condiciones nutricionales, evidenciadas por las altas concentraciones de proteínas, lípidos, carbohidratos e importantes proporciones de ácidos grasos esenciales, especialmente de la serie n-6.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), por toda la cooperación financiera del proyecto camaronero en el Delta del Orinoco y al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (Mexico, CIBNOR), por la realización y procesamiento de las muestras para el análisis lipídico.

## LITERATURA CITADA

- Bligh E. and W. Dyer. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37: 911-917.
- Brito R., M. Chimal and G. Gaxiola. 2001. Effect of different diets on growth and digestive enzyme activity in *Litopenaeus vannamei* (Boone, 1931) early postlarvae. *Aquaculture Research.*, 32: 257-266.
- Cabrera T. 2001. Cultivo semi-intensivo del camarón blanco del Pacífico *Litopenaeus vannamei*: caso AQUATEC. Trabajo para ascender a la categoría de Profesor Titular. Departamento de Biología, Universidad de Oriente, Nueva Esparta. p. 76.
- Dubois M., K. Gilles, I. Hamilton, P. Rebers and H. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. *Anal. Chem.*, 28: 350-356.
- El'sayed A. 1999. Alternative dietary protein sources for farmed tilapia, (*Oreochromis* sp.). *Aquaculture.*, 179: 149-168.
- FAO 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación del proyecto GC/RLA/102/ITAL. Brasil p. 93.
- Furuuta, H., T. Takeuchi, T. Watanabe, H. Fujimoto, S. Sekiya and K. Imaizumi. 1996. Requirements of larval yellowtail for eicosapentanoic acid, docosahexanoic acid, and n-3 highly unsaturated fatty acid. *Fisheries Science.*, 62, 372-379
- Gamba A. L. 1980. Desarrollo larval abreviado del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877). Primeras Jornadas Científicas, Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. pp. 169-190.
- González F. 2001. Avances en el desarrollo de la acuicultura marina. Instituto de estudios económicos. Fundación Pedro Berrié de la Maza. Madrid p. 172.
- Graziani. C., C. Moreno y T. Orta. 1998. Efecto de la inseminación natural y artificial en la reproducción de *Macrobrachium jelskii* (Miers) (Decapoda: Palaemonidae). *Bol. Inst. Oceanog. Venezuela, Univ. Oriente*, 37 (1&2): 35-42.
- Halver J. 1985. Recent advances in vitamin nutrition and metabolism in fish. **In:** Nutrition and feeding in fish. Cowey, C.B.; Machkie, A.M. y Bell, J.G. (Eds). Academic Press, London. pp. 415-429.
- Herbert, D., P. Phipps y R. Strange. 1971. Chemical analysis of microbial cells. **In:** Methods in Microbiology vol 5B (eds J. Norris & D. Ribbons), Academic Press, London. pp. 209-344.
- Izquierdo, M.S. 1996. Essential fatty acid requirements of cultured marine fish larvae. *Aquaculture Nutrition.*, 2: 183-191.
- Koven, W.M., Y. Barr, S. Lutzky, I. Ben Atia, R. Weiss, M. Harel, P. Behrens and A. Tandler. 2001. The effect of dietary arachidonic acid (20:4n-6) on growth, survival and resistance to handling stress in the larvae of gilthead seabream (*Sparus aurata*). *Aquaculture.*, 193: 107-122.
- Le Moullac G., B. Klein, D. Sellos and A. VanWormhoudt. 1996. Adaptation of trypsin, chymotrypsin and  $\alpha$ -amylase to casein level and protein source in *Penaeus vannamei* (Crustacea Decapoda). *Journal Experimental Marine Biology and Ecology.*, 208: 107-125.
- Lim C., S. Sukhawongs and F. Pascual. 1979. A preliminary study on the protein requirement of *Chanos chanos*. (Forsk.) fry in a controlled environment. *Aquaculture.*, 17: 195-201.
- López B. y Pereira, G. 1996. Inventario de los crustáceos decápodos de las zonas alta y media del delta del río Orinoco, Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, Vol.16 (3): 45-64.
- Lowry O., H. Rosebrough, A. Farr and R. Randall. 1951. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. *Biol. Chem.*, 193: 265-275.
- Marsh J. and O. Weinstein. 1966. Simple charring method for determination of lipids. *J. Lipids. Res.*, 7: 574-592.
- Millikin, R. M. 1982. Qualitative and quantitative nutrient requirements of fishes: a review. *Fishery Bulletin* 80: 655-686.

- Natural Marine Fisher Service (1989). "Valores nutricionales del pescado". Disponible en línea: <http://www.fis.com/>. [16/08/2006].
- New M. 1987. Feed and feeding of fish and shrimp. A manual on the preparation and presentation of compound feeds for shrimp and fish in aquaculture. United Nations Dev. Prog. FAO. Roma-Italy pp. 213.
- Robinson E. and R. Wilson. 1985. Nutrition and feeding. **In:** Channel catfish culture. Tucker, C.S. (Eds). Developments in aquaculture and fisheries science. Vol. 15. Elsevier scientific press. Amsterdam. pp. 323-404.
- Rodríguez, G. 1980. Crustáceos decápodos de Venezuela. Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas, Caracas, p. 494.
- Rosas C., G. Cuzon, G. Gaxiola, C. Pascual, G. Taboada, L. Arena and A. Van Wormhoudt. 2002. An energetic and conceptual model of the physiological role of dietary carbohydrates and salinity on *Litopenaeus vannamei* juveniles. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 268, 47-67.
- Sato N. y N. Murata. 1988. Membrane lipids. Method Enzimol., 167: 251-275.
- Stanley R. and L. Moore. 1983. The growth of *Macrobrachium rosenbergii* fed commercial feeds in pond cages. J. World Maric. Soc., 14: 174-184.
- Tacón A. G. 1989. Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados. Manual de capacitación. GCP/RLA/ITA, Proyecto Aquila II. Documento de Campo No4, FAO. Brasilia, Brasil.
- Urbano, T., R. Santaimé, A. Silva y L. Medina. 2008. Evaluación del camarón de agua dulce *Macrobrachium jelskii* (Miers, 1877) como materia prima en la elaboración de alimento para peces. **In:** II Jornadas técnicas INIA Delta Amacuro-Tucupita.
- Takeuchi, T., R. Masuda and Y. Ishisaki. 1996. Determination of the requeriment of larval striped jack for eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid using enriche Artemia Nauplii. Fish. Sci. 62: 760 – 765.
- Zar J. 1984. Biostatistical Analysis. Prentice Hall, New Jersey.