

Nutrición en juveniles del langostino *Macrobrachium carcinus* (Crustacea: Decapoda) con dietas de residuos vegetales y marinos

Ruth Casas-Sánchez, Yvette Vaillard-Nava y Ana Denisse Re-Araujo

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Departamento de Acuicultura, Ave. Espinoza # 843, Apartado Postal 2732, Ensenada, Baja California, México.

(Revisado 27-IX-1994. Aceptado 1-XI-1994)

Abstract: Juvenile prawn *Macrobrachium carcinus* were fed two different diets: restaurant by-products (diet I) and fish and vegetable market by-products (diet II). These diets were evaluated by proximal analysis, assimilation efficiency and the factor conversion rate (FCR). Diet I registered a higher efficiency, but there was no difference in the growth rate. The growth mean (G. L.) for three months was 0.254 ± 0.13 cm (diet I) and 0.191 ± 0.1 cm (diet II). The conversion rate was good for both, suggesting that 6 to 7 kg of food are needed to obtain 1 kg of prawn. Survival was 76 % and 100 % for diets I and II, respectively.

Key words: Diet, growth, nutrition, *Macrobrachium*.

Macrobrachium carcinus es un langostino nativo de México (Holthuis 1952, Santiago *et al.* 1978) que tiene un potencial económico importante en América Latina (Davant 1963, Costello 1971, Hanson y Goodwin 1977). Este langostino representa un recurso que ha sido poco apreciado en México, y que puede ser cultivado en grandes volúmenes mediante el cultivo en granjas (Arana 1974, Heinz 1988, Santiago *et al.* 1978).

Para cultivar animales, es importante identificar las sustancias nutritivas indispensables para formular una dieta adecuada que proporcione un incremento de biomasa en los organismos a bajo costo (Hanson y Goodwin 1977). En muchos casos, el costo total de la dieta, está directamente ligado al contenido proteínico, es decir calidad y cantidad; y esto puede ser limitante para la realización exitosa de un cultivo (Shang y Fujimura 1977, Clifford y Brick 1978) si se considera que del 60 al 70% de los gastos en una granja es el alimento (Khajareern *et al.* 1987).

Joseph y Meyers (1975) y New (1976) sugieren la necesidad de dar prioridad a la investigación práctica sobre la formulación de dietas que reditúen en un crecimiento tanto aceptable como económico (Furukawa 1972, Sick y Andrews 1973, Venkataramaiah *et al.* 1974). Una alternativa es el uso de desechos agrícolas, ganaderos (rastros), de empacadoras, de restaurantes, y mercados en general. El uso de dietas compuestas y en presentación seca permiten el ahorro en espacio, en congeladores y en tiempo de elaboración (Forster y Beard 1973). Cuzon y Williams, 1993 hacen hincapié en reconocer los beneficios del manejo de los alimentos por extrusión para producir alimentos para organismos acuáticos y utilizar las alternativas regionales.

El objetivo de este estudio fue conocer el efecto de dos dietas hechas a base a desperdicios (residuos orgánicos) sobre el crecimiento de juveniles de *Macrobrachium carcinus* en condiciones de laboratorio.

MATERIAL Y METODOS

Se transportaron cien langostinos *M. carcinus* de Veracruz, Veracruz (arroyo de Boquilla de Oro) al laboratorio del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (C.I.C.E.S.E.) en Ensenada, Baja California por vía aérea. Se seleccionaron especímenes de 2.0 a 6.0 cm de longitud total, los cuales se mantuvieron en acuarios por dos meses para su aclimatación. Durante este lapso se les alimentó diariamente con pescado fresco y bajo un fotoperíodo de 15:9 horas de luz y oscuridad, respectivamente.

El bioensayo de crecimiento se hizo con ocho acuarios de 30 l de capacidad (40 x 28 x 23 cm), cada uno dividido en 9 cámaras y diseñado con un sistema de recirculación mediante aire. El diseño incluía un calentador para mantener el agua a 26 °C y un filtro de carbón activado. Las divisiones se hicieron con material plástico reticulado y con malla de mosquitero (1mm de luz) en forma de bolsa, con la que se aisló y etiquetó a cada langostino.

La calidad del agua (concentración de oxígeno, amoníaco y pH) se midió cada semana mediante un analizador de iones digital ORION-901. La temperatura se controló diariamente.

Se elaboraron dos dietas, una a base de los residuos de un restaurante de mariscos (dieta I) y otra a partir de productos desechados del mercado de pescado y de desperdicios agrícolas (dieta II). La dieta II se integró en una proporción de 50 % ingredientes de origen animal y 50 % de origen vegetal. En ambos casos, los componentes se molieron en una licuadora comercial, formando una masa, la cual se deshidrató en un horno a 60 °C. Posteriormente se molió hasta obtener una harina de grano fino, a la cual se le agregó goma arábica como ligante para formar los "pellet". Con una duya de 0.5 cm de diámetro se formaron los "pellet" los cuales se deshidrataron a 60 °C durante 6 h para la dieta I y 10 h para la dieta II.

Para conocer la estabilidad de las dietas y su pérdida por dilución se hizo una prueba de lixiviación de ocho horas a 26 °C. Por diferencia de peso seco se obtuvo la pérdida de alimento por dilución para ambas dietas, que resultó en 38.2 % para la dieta I y II respectivamente. El análisis proximal de las dietas se efectuó en un

laboratorio de control de calidad en la Ciudad de México (Cuadro 1).

CUADRO 1

Análisis proximal de las dietas de desecho de restaurante (I) y de desechos orgánicos de origen vegetal y animal (II)

	Dieta I	Dieta II
Proteínas	22.00%	42.20%
Grasa	26.65%	13.05%
Cenizas	9.53%	11.81%
Humedad	3.68%	6.38%
Fibra cruda	4.76%	2.81%
Carbohidratos por diferencia	43.38%	23.85%

Las dos dietas fueron evaluadas por medio de bioensayos de crecimiento y digestibilidad. El de asimilación se hizo con dos acuarios de vidrio (30 l) de capacidad y con 9 organismos previa aclimatación, para cada dieta. Los langostinos se dejaron en ayuno por tres días. La dieta respectiva se administró al 7.2 % de su peso y se recolectaron las excretas y el alimento sobrante por separado después de 4 h. Las heces se siguieron recolectando a lo largo del día hasta después de 12 h.

El alimento sobrante y las excretas se filtraron mediante una bomba de vacío y filtros de papel # 2, después se secaron a 60 °C hasta peso constante. Este experimento se llevó a cabo en diez días, el segundo bioensayo se hizo con la misma metodología excepto que se comprobó si, al administrar dos raciones, la asimilación cambiaba.

Para determinar el porcentaje de alimento asimilado se calculó la eficiencia de asimilación (EA). Este porcentaje representa la cantidad de alimento que ingiere efectivamente el organismo con respecto a lo que excreta en forma de heces (Conover 1966).

Para el bioensayo de crecimiento se usaron cuatro acuarios y 30 organismos por dieta. Los langostinos se midieron y pesaron cada 21 días durante tres meses (cm/21 días). En cada período se ajustó la ración (5% del peso inicial) de acuerdo con el nuevo peso de los animales.

Se midió la longitud total y la longitud del cefalotorax de los langostinos con un calibrador y el peso húmedo en una balanza a 0.01 gr de precisión.

Se obtuvo la relación biométrica entre la longitud total y la cefalotorácica para utilizar indistintamente cualquier longitud. Para esta

relación se empleó el método de mínimos cuadrados (Scheffler, 1979) y el coeficiente de correlación (r).

Se calculó el factor de conversión de alimento (FCR) como una medida del alimento consumido incorporado a la carne (Hastings y Dickie, 1972). La mortalidad y la frecuencia de muda se registraron según su ocurrencia. Las mudas se retiraban del acuario para que no intervinieran en la alimentación de los langostinos.

El porcentaje de sobrevivencia para cada dieta se calculó mediante la fórmula: % de Sobrevivencia = población final / población inicial X 100.

Al final del experimento se llevó a cabo un análisis organoléptico de los langostinos para saber si la dieta influyó en su sabor, color, textura, olor y presentación. Este análisis fue realizado por doce personas, y entrevistas independientes para evitar la influencia de los comentarios.

La información del bioensayo de eficiencia de alimentación se contrastó con un análisis de varianza simple (ANVA) para número de muestras desiguales (Sokal y Rohlf, 1969). Los datos de crecimiento se procesaron mediante el análisis (ANVANI). Debido a que los datos no cumplieron con el requisito de normalidad se hizo una prueba no paramétrica, la de Kruskal-Wallis (Sokal y Rohlf, 1969).

RESULTADOS Y DISCUSION

La temperatura se mantuvo en un ámbito de 23 a 29 °C con algunas oscilaciones que fluctuaron de 19 a 31 °C. El oxígeno, el pH y el amoníaco se mantuvieron en los intervalos de (5.5 - 8.3 mg/l), (7.3 - 8.4) y (0.012 - 0.253 mg/l) respectivamente.

La concentración de oxígeno, el pH y el amoníaco no tuvieron variaciones considerables que hubiesen podido afectar el crecimiento. Sin embargo, las fluctuaciones de temperatura sí fueron importantes, ya que estas no fueron graduales ni periódicas. Para *M. carcinus*, esto se reflejaba en una inhibición en el crecimiento de los organismos e intervalos de muda muy largos.

La tensión provocada por cambios bruscos en la temperatura afecta la tasa metabólica de los organismos, haciendo que la energía utilizable para el crecimiento se pierda en compensar los cambios fisiológicos (Widdows, 1973).

La estabilidad de las dietas fue de 24 h. La eficiencia de asimilación con respecto a las dietas y a las dosis no fue significativa, sin embargo la diferencia entre ellas sí lo fue, por lo que se reporta el promedio de las eficiencias de los experimentos de una y dos dosis: dieta I 81.78 % y dieta II 86.63 %.

Con los datos de la longitud total (L.T.) y la longitud cefalotorácica (L.C.) se obtuvo la ecuación correspondiente a su relación biométrica: $LT = 0.457 + 2.180 LC$ (cm).

En este estudio de crecimiento se tomó la longitud cefalotorácica para evitar errores de medición por la flexibilidad del abdomen (Romaine *et al.* 1976). El coeficiente de correlación (r) mostró que era indistinto utilizar cualquiera de estas medidas ($r = 0.991$).

El crecimiento de los langostinos se muestra en la Cuadro 2 a intervalos de 21 días. Al final del experimento el crecimiento promedio fue de 0.254 ± 0.13 cm para la dieta I y 0.191 ± 0.10 cm para la dieta II. El promedio fue mayor para la dieta I, probablemente debido a que esta se formuló con ingredientes previamente cocidos y fue más fácil de asimilar, a pesar de que la dieta II era mucho más rica en porcentaje protéico (Cuadro 1).

Por otro lado, las desviaciones estándar de las mediciones de crecimiento, en la mayoría de los casos, son iguales o cercanas al promedio. Esto se debió a que la forma de crecimiento de los organismos fue distinto entre los tratamientos. Algunos crecieron regularmente durante el tiempo experimental, otros en cambio no crecieron en absoluto y otros presentaron una razón de crecimiento irregular. Este comportamiento es común en los langostinos y se ha definido como crecimiento individual heterogéneo (CIH), que implica una amplia variación en la tasa de crecimiento individual, resultado de una competencia intraespecífica por el alimento e interacción social (Romaine 1987). La trascendencia de este comportamiento a nivel económico es muy grande, ya que muchos langostinos no alcanzan la talla comercial y el precio se determina por la talla (3.50 a 4.50 dls./libra) (Sandifer y Smith 1985).

Debido a que los datos no cumplieron con la característica de normalidad, se llevó a cabo una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Esta prueba comprobó que no había una diferencia significativa en el crecimiento de los langostinos entre las dietas.

CUADRO 2

Bioensayo de crecimiento de *Macrobrachium carcinus*. Los valores representan el crecimiento de los langostinos, calculado a partir de las diferencias entre mediciones (intervalos de 21 días) de longitud cefalotorácica en centímetros.

Dieta I* restaurante, Dieta II** residuos vegetales y pescado

	Dieta I*				Dieta II*			
	3	4	7	8	1	2	5	6
PERIODO I (día I-21)								
Número de org.	7	8	8	7	7	8	8	7
ámbito de tallas	0.90-1.20	0.95-1.28	1.83-2.40	0.70-0.92	0.70-0.92	0.70-1.03	1.08-1.44	1.34-1.40
Crec. promedio	0.062±.06	0.086±.05	0.116±.05	0.10±.05	0.074±.04	0.032±.02	0.072±.04	0.098±.18
Crec. prom. dieta	0.092 ± 0.05				0.068 ± 0.09			
PERIODO II (día 22-43)								
Número de org.	7	8	8	7	7	8	8	7
Ámbito de tallas	0.90-1.45	1.01-1.42	1.91-2.53	2.23-2.51	0.78-1.00	0.70-1.10	1.17-1.47	1.55-1.95
Crec. promedio	0.121±.09	0.089±.07	0.065 ± .05	0.057 ± .07	0.074 ± .04	0.049 ± .06	0.013 ± .01	0.041 ± .03
Crec. prom. dieta	0.083 ± 0.06				0.043 ± 0.04			
PERIODO III (día 44-65)								
Número de org.	7	8	8	0	7	8	8	7
Ámbito de tallas	1.08-1.45	1.09-1.44	1.95-2.68	—	0.78-1.00	0.70-1.13	1.18-1.50	1.58-1.98
Crec. prom.	0.028±.02	0.051±.04	0.134±.06	—	0.014±.01	0.062 ± .04	0.021±.01	0.17 ± .01
Crec. prom. dieta	0.073 ± 0.06				0.030 ± 0.03			
PERIODO IV (día 66-87)								
Número de org.	7	8	8	0	7	8	8	7
Ámbito de tallas	1.14-1.57	1.12-1.57	2.05-2.87	—	0.78-1.14	0.73-1.23	1.19-1.55	1.60-2.03
Crec. promedio	0.066 ± .05	0.083 ± .05	0.085 ± .08	—	0.063 ± .05	0.065±.04	0.052 ± .05	0.015 ± .01
Crec. prom. dieta	0.078 ± 0.06				0.049 ± 0.04			
TOTAL								
Ámbito de tallas	0.90-1.57	0.95-1.57	1.83-2.87	2.08-2.51	0.70-1.14	0.70-1.14	0.70-1.23	1.08-1.55
Crec. promedio	0.277±.11	0.309 ± .13	0.400 ± .16	0.158 ± .12	0.226 ± .10	0.207 ± .09	0.159 ± .07	1.73 ± .17
Crec. prom. dieta	0.254 ± 0.13				0.191 ± 1.10			

El factor de conversión del alimento (FCR) fue de 6.35 para la dieta de residuos de restaurante, y 7.29 para la dieta de desechos de pescado. Los datos de peso de los organismos y del alimento suministrado durante el experimento se indican en la Cuadro 3. Este factor es alto ya que se han reportado para *Macrobrachium rosenbergii* y otros crustáceos valores de

2.3:1 a 2.6:1 con alimentos balanceados en granjas de cultivo (Hopkins *et al.* 1993), sin embargo en este caso el precio de dietas con ingredientes residuales compensa la cantidad requerida.

No se pudo comparar estas dos dietas con un control que podría ser una dieta balanceada, debido al reducido número de organismos dispo-

CUADRO 3

Factor de conversión del alimento y porcentaje de sobrevivencia de los langostinos para las dos dietas experimentales. Se muestran los datos de peso para calcular dicho factor

II	Dieta I	Diet
Número	23	30
Peso inicial total (gr.)	21.75	15.38
Peso final total (gr.)	41.55	26.60
Gramos de langostino ganados durante el experimento	19.80	11.22
Gramos de alimento proporcionado durante el experimento	125.68	81.81
Factor de conversión del alimento	6.35	7.29
Sobrevivencia	76	100

nibles al inicio de los experimentos de asimilación y crecimiento. Sin embargo durante la aclimatación, cuando se les alimentó con pescado fresco, este no resultó en un crecimiento mayor.

La sobrevivencia durante éste experimento fue de 76.6 % para la dieta I y de 100 % para la dieta II. En el primer caso la mortalidad se debió a una falla en un calentador, y no por efecto de la dieta.

La frecuencia de muda fue muy variable, pues algunos mudaron de 2 a 10 veces. La mayoría realizó éste proceso de 3 a 5 veces durante el período experimental. Sin embargo, no se distinguió una asociación ni con las dietas ni con respecto a las tallas de los organismos. Aparentemente la única conexión que se podría mencionar es con los días de medición que, de alguna forma, pareció coincidir con el proceso de ecdisis. Briggs *et al.* (1988) informa frecuencias de muda promedio de 8.42 a 9.14 días para *Macrobrachium rosenbergii* alimentado con dietas semipurificadas; el intervalo encontrado en este estudio fue de 9 días a 18 días, que refleja un efecto térmico adverso.

El análisis organoléptico efectuado a los organismos mostró que la textura, la apariencia y el sabor de los langostinos alimentados con la dieta I eran más apetitosos, por su coloración rosada y consistencia agradable. Por lo contrario, la dieta II propició un apariencia desagradable por su color café y textura pastosa en la carne.

Las dietas probadas resultaron económicas y fáciles de adquirir, considerando que una de las limitantes mayores en el cultivo de crustáceos

son las dietas balanceadas (Ramírez y Reprieto 1982). Una consideración importante es la utilización de métodos de extrusión para este tipo de residuos ya que se ha probado que mejora el crecimiento de los langostinos e incrementa la digestibilidad de los ingredientes en un 10% con respecto al granulado (Cuzon y Williams 1993).

RESUMEN

Juveniles del langostino *Macrobrachium carcinus* fueron alimentados con dos dietas: de desechos de restaurante (dieta I) y de pescado y productos vegetales (dieta II). Las dietas fueron evaluadas mediante análisis proximal, bioensayos de digestibilidad (Eficiencia de Asimilación), bioensayos de crecimiento y Factor de Conversión (FCR). A pesar de que los organismos asimilaron con mayor eficiencia la dieta I, el crecimiento no fue diferente, siendo éste, en promedio para los tres meses del experimento, de 0.254 ± 0.13 cm (dieta I) y $(0.191 \pm 0.1$ cm (dieta II). El factor de conversión de estos alimentos fue alto, sugiriendo que se requieren de 6 a 7 kg de alimento para obtener 1 kg de langostinos. La sobrevivencia fue de 76 y 100% para la dieta I y II respectivamente.

REFERENCIAS

- Arana, M.F. 1974. Experiencias sobre el cultivo de langostino *Macrobrachium americanum* (Bate) en el Noroeste de México. Actas del Simposio de Acuicultura en América Latina. Montevideo. FAO, Fish. Rep. 159:139-147.
- Briggs, M.R.P., K. Jauncey & H. Brown. 1988. The cholesterol and lecithin requirements of juvenile prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) fed semi-purified diets. *Aquaculture*, 70:121-129.
- Clifford, H.C. & R.W. Brick. 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp. Proc. 9th. World Maricul. Soc. Atlant, Georgia. 195-200.
- Conover, R.J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 11:338-345.
- Costello, T.J. 1971. Freshwater prawn culture techniques developed. *Am. Fish Far. Wld. Aquac. News* 2:8-10.
- Cuzon, G. & M. Williams. 1993. Progress in aquafeeds in Tahiti. *Feed Intl.* 1-4.
- Davant, P. 1963. Clave para la identificación de los camarones marinos y de río, de importancia económica en el oriente de Venezuela. *Cuad. Oceanogr. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente Venez.* 1:113.

- Dobkin, S., W.P. Azzinaro & J. Van Montfrans. 1974. Culture of *Macrobrachium acanthurus* and *Macrobrachium carcinus* with notes on the selective breeding and hybridization of these shrimps. Proc. 5th. World Maricul. Soc. Charleston, South Carolina. 51-62.
- Forster, J.R.M. & T.W. Beard. 1973. Growth experiments with the prawn *Palaemon serratus* Pennant fed with fresh and compounded foods. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Great Britain, Fisheries Investigations, Series II, 27:1-48.
- Furukawa, A. 1972. Present status of Japanese aquaculture, 313-327. In R.V.R. Pillay (ed.). Coastal Aquaculture in the Indo-Pacific Region. Fishing News Ltd., London.
- Heinz, H.K. 1988. Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo. Fideicomiso Fondo Nacional para el desarrollo pesquero. 132 p.
- Hanson, J.A. & H.L. Goodwin. 1977. Shrimp and Prawn Farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson & Ross, 439 p.
- Hastings, W.H. & L.M. Dickie. 1972. Feed formulation and evaluation. 327-374. In Fish Nutrition. Academic, New York.
- Holthuis, L.B. 1952. A general revision of Palaemonids (Crustacea, Decapoda, Natantia) of the Americas. Vol I. Allan Hancock Found. Pub. Occ. 12:1-396.
- Hopkins, J.S., R.D. Hamilton II, P.A. Sandifer, C.L. Browdy & A.D. Stokes. 1993. Effect of water exchange rate on production, water quality, effluent characteristics and nitrogen budget of intensive shrimp ponds. J. of the W. Aquaculture Soc. 304-320.
- Joseph, J.D. & S.P. Meyers. 1975. Lipid fatty acid composition fo shrimp meals and crustacean diets. Feedstuffs 47:28-29.
- Khajareen, J., D. Sinchermsiri, A. Hanbunchong & U. Kanto. 1987. Manual of feed microscopy and quality control. American Soy Association, National Renderers Ass. and US Feed Grains Council. 162 p.
- New, M.B. 1976. A review of dietary studies with shrimp and prawns. Aquaculture 9:101-144.
- Noriega, E.M. 1991. Estudio técnico, pesquero, económico y social para el cultivo del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en el Estado de Queretaro. (Documento para la S.E.D.U.E., Edo. de Queretaro, México) 16 p.
- Romairé, R.P., J.S. Forester & J.W. Avault. 1976. Length-Weight relations of two commercially important crawfishes of the genus *Procambarus*. Third National Crayfish Symposium, Kuopio, Finland. 1-9.
- Romairé, R.P. 1987. Shrimp and Prawn farming. School of Forestry, Wildlife, and Fisheries., Louisiana State University (manuscrito).
- Ramírez, B. & F. Reprieto. 1982. Nutrición. 185 p. In II Curso Teórico-Práctico de Cultivo de Camarón. Unidad Experimental Peñasco. CICTUS, Puerto Peñasco, Sonora, México.
- Sandifer, P.A. & T.I.J. Smith. 1985. Freshwater prawns. 475 p. In Crustacean and Mollusk Aquaculture in the United States. AVI, Westport.
- Santiago, L.G., M.J. Domínguez & L.S. Díaz. 1978. Cultivo comercial de langostino *Macrobrachium rosenbergii* en Sontecomapan, Ver. Dirección General de Recursos Pesqueros, Departamento de Pesca. 22 p.
- Scheffler, W.C. 1979. Statistics for Biological Sciences. U.S.A., Addison-Wesley Publishing Company. 161-175.
- Shang, Y.C. & T. Fujimura. 1977. The production economics of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* farming in Hawaii. Aquaculture, 11:99-110.
- Sick, L. V. & J. W. Andrews. 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival and body composition of *Penaeus duorarum*. Proc. of the World Mar. Soc. 4:263-276.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf. 1969. Biometry, the principles and practice of statistics biological research. State University of New York at stony Brook, W.H. Freeman and Co. 776 p.
- Venkataramaiah, A., G.J. Lakshmi & G. Gunter. 1974. Studies on the effects of salinity and temperature on the commercial shrimp *Penaeus aztecus* Ives, with special regard to the survival limits, growth, oxygen consumption and ionic regulation. U.S. Army Engineer Waterways Exp. Stn. Contract H. 74.2:130.
- Widdows, J. 1973. The effect of temperature on the metabolism and activity of *Mytilus edulis* (L.). Netherlands Journal of Sea Research. 7:387-398.