

CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DE TRES INGREDIENTES
MARINOS LOCALES INCORPORADOS EN DIETAS PRÁCTICAS PARA
EL CAMARÓN BLANCO *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE, 1931)

INTAKE AND APPARENT DIGESTIBILITY OF THREE MARINE INGREDIENTS
BY WHITE SHRIMP *LITOPENAEUS VANNAMEI* (BOONE, 1931)

Roberto Ramos Díaz, Iván Miranda Valdés y Claudio Molina Segovia
Departamento de Acuicultura., Facultad de Recursos del
Mar, Universidad de Antofagasta, Casilla 170,
Antofagasta, Chile

RESUMEN

Se realizó un experimento con adultos de camarón blanco *Litopenaeus vannamei* con peso medio de $8,17 \pm 0,45$ g en la determinación de la digestibilidad aparente de la materia seca, de proteínas, de lípidos y de carbohidratos de tres ingredientes marinos locales de bajo valor comercial: harina de camarón (*Rynchocinetes typus*), harina de almeja (*Protothaca thaca*) y harina de alga (*Lessonia* sp), incorporados en un 31% en dietas prácticas. El consumo no presentó diferencia significativa entre las dietas ($P > 0,05$). La digestibilidad aparente de la materia seca mostró diferencias significativas, siendo las dietas con harina de almeja y de camarón las que presentaron los mayores resultados ($92,62 \pm 1,34$ y $89,77 \pm 1,75$, respectivamente). La digestibilidad aparente de las proteínas presentó diferencias significativas entre los tratamientos, alcanzando los valores más altos las dietas con harina de camarón y de almeja ($96,88 \pm 0,51$ y $97,39 \pm 0,47$, respectivamente). La digestibilidad aparente de los lípidos no mostró diferencias significativas ($P > 0,05$). La digestibilidad aparente de los carbohidratos mostró diferencia estadística ($P < 0,05$), siendo las dietas con la incorporación de harina de almeja y alga las que presentaron los mejores resultados ($89,30 \pm 1,95$ y $85,08 \pm 1,62$). Se concluye que *Litopenaeus vannamei* en la talla evaluada hace una buena utilización digestiva de los tres ingredientes utilizados, privilegiando aquellos de origen animal como la harina de almeja y de camarón.

Palabras claves: camarón, *Litopenaeus vannamei*, digestibilidad, crecimiento.

ABSTRACT

In order to determine the apparent digestibility of crude protein, lipids, carbohydrate and dry matter diets from three marine ingredients (shrimp, clam and seaweed meals) we made an experiment using white shrimp *Litopenaeus vannamei* specimens averaging of 8.17 ± 0.45 g body weight. Experimental diets consumption showed no statistical differences ($P > 0,05$). Dry matter apparent digestibility did show significant differences among diets ($P < 0,05$) where better results were obtained for clam and shrimp meals (92.62 ± 1.34 and 89.77 ± 1.75 , respectively) Crude protein apparent digestibility showed statistical differences among treatments ($P < 0,05$) being clam and shrimp meals those with higher values (97.39 ± 0.47 and 96.88 ± 0.51). The lipid digestibility was not statistical different among diets while carbohydrate digestibility did show significant differences. Here, the best results were observed for clam and seaweed meals with 89.30 ± 1.95 and 85.08 ± 1.62 , respectively. We conclude that white shrimp *Litopenaeus vannamei* has a good digestibility for all tested diet ingredients.

Key words: camarón, white shrimp, *Litopenaeus vannamei*, digestibility, growth.

INTRODUCCIÓN

Los camarones del género *Penaeus* presentan un enorme potencial de cultivo, motivo por el cual han recibido la mayor atención en cuanto a experiencias de cultivo e investigación científica, siendo por ello los principales crustáceos cultivados en el mundo. Debido al desarrollo alcanzado, en la actualidad son más de 25 las especies de camarones del género *Penaeus* las cultivadas, con una producción mundial que se ha incrementado en una tasa media anual de 12% en los últimos años (ALFONSO,

1996). De la producción total mundial, el hemisferio occidental aporta un 20% de la producción y el 80% restante corresponde al hemisferio oriental (WEIDNER ROSENBERY, 1992). La situación en Latinoamérica no es diferente, considerando que la gran mayoría de los países incursiona en el cultivo de estos camarones, a excepción de Bolivia y Paraguay por su condición mediterránea.

En Chile desde más de una década se viene evaluando la posibilidad de introducir el camarón ecuatoriano en el norte del país (WILSON *et al.*, 1987; ZÚÑIGA *et al.*, 1988; RAMOS *et al.*, 1989;

ZÚÑIGA *et al.*, 1990). Los resultados alcanzados en esos trabajos han sido alentadores, considerando aspectos de adaptación, crecimiento y sobrevivencia; no obstante, la limitante principal en el éxito del proyecto siempre fue la temperatura del agua, como fue demostrado por ZÚÑIGA *et al.* (1990). En los últimos años con el importante impulso alcanzado por la actividad minera en la región, se han construido diversas plantas termoeléctricas en la zona costera de Mejillones (II Región), las cuales emplean grandes caudales de agua de mar (sobre $15.000 \text{ m}^3 / \text{hora}$) en el enfriamiento del generador. En este intercambio calórico los efluentes resultantes salen a temperaturas de 28°C , valor considerado óptimo para el cultivo intensivo del camarón ecuatoriano, eliminando una de las principales limitaciones para su cultivo, como es la temperatura (ZÚÑIGA *et al.*, 1990).

El otro factor fundamental para el éxito del cultivo de camarones en el norte de Chile lo constituye el desarrollo de dietas de alto valor nutricional con ingredientes de bajo valor comercial, considerando que en los sistemas intensivos de producción de camarones peneidos el alimento artificial es la fuente casi exclusiva de nutrientes (SUDARYONO *et al.*, 1995). Los estudios sistemáticos en nutrición de camarones peneidos se iniciaron en Japón a partir de 1970, lográndose definir los requerimientos nutricionales esenciales para el crecimiento y desarrollo de la especie *Penaeus japonicus*. Desde entonces, comenzó la producción artificial de dietas, lo que ha representado uno de los objetivos de investigación más importantes en la producción de camarones (AKIYAMA *et al.*, 1991).

No obstante, para obtener buenas tasas de crecimiento se necesita que una dieta no sólo supla los requerimientos cualitativos y cuantitativos de nutrientes, sino que también debe ser ingerida, digerida y absorbida en la cantidad adecuada (CUENCA & GARCIA, 1987; DE LA HIGUERA, 1987; AKIYAMA *et al.*, 1991). Por esta razón, es esencial obtener información acerca de la digestibilidad de los ingredientes constituyentes, ya que una dieta puede parecer una excelente fuente de nutrientes debido a su composición química, pero ésta será de pequeño valor nutritivo a menos que pueda ser digerida y absorbidos los nutrientes por el animal (AKIYAMA *et al.*, 1991; SUDARYONO *et al.*, 1996).

Desde hace un tiempo se ha planteado la necesidad de buscar nuevas fuentes nutritivas, especialmente de fuentes proteicas, a través de la utilización experimental de materiales de origen vegetal y animal, de modo de obtener información acerca de su contenido en nutrientes esenciales y la digestibilidad de los nutrientes constituyentes, para incorporarlos en la alimentación de las distintas especies de camarones en cultivo (HARDY & MASUMOTO, 1991; CHAMBERLAIN, 1995). Al respecto, es indudable que la mayor atención se ha focalizado en los estudios sobre la harina de soya, como sustituto de la proteína de origen animal (LOVELL, 1991; AKIYAMA, 1991; CHAMBERLAIN, 1995).

La II Región cuenta con recursos marinos de origen animal y vegetal en abundante cantidad y de bajo valor comercial, como son el camarón de roca (*Rhynchocinetes typus*) que es parte importante de la fauna acompañante en sistemas de cultivo suspendidos de ostión (*Argopecten purpuratus*), el alga *Lessonia* sp que existe en extensas praderas submareales en todo el litoral nortino y la almeja (*Protothaca thaca*), especie muy abundante y de fácil obtención por su bajo precio, que podrían ser eventualmente incorporados como ingredientes en la elaboración de dietas para camarones, reduciendo de ese modo la incorporación de harina de pescado como fuente de proteínas, cada vez más escasa y de mayor valor comercial, o bien es factible su incorporación para mejorar la atractabilidad de las dietas y su consumo.

Sin embargo, antes de incorporar un nuevo ingrediente en la dieta del camarón se hace necesario evaluar su consumo y la utilización digestiva del alimento por parte del animal. Es por ello que el objetivo del presente estudio es determinar el consumo y digestibilidad aparente de la materia seca, proteínas, lípidos y carbohidratos de tres ingredientes locales de bajo valor comercial como son la harina de camarón, harina de almeja y harina de alga, incorporados en dietas prácticas para el camarón ecuatoriano *Litopenaeus vannamei*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a efecto en el Laboratorio de Cultivo de Especies Acuáticas (CEA) del Departamento de Acuicultura, Facultad de Recursos del Mar de la Universidad de Antofagasta, y tuvo una duración de 28 días.

Los ejemplares de camarón *Litopenaeus vannamei* utilizados en el experimento fueron facilitados por la empresa K.EMAR Ltda., siendo originarios del Laboratorio Macrobio S.A. de Ecuador. Del total de la población, pertenecientes a un grupo de camarones mantenidos en el laboratorio durante 1 mes, previo al ensayo, con el propósito de aclimatarlos a las condiciones experimentales, se seleccionaron nueve individuos adultos con un peso promedio de $8,17 \pm 0,45 \text{ g}$ (entre 7,7 y 8,8 g). La temperatura se mantuvo constante en 23°C y salinidad en 35‰ .

Se elaboraron tres dietas, difiriendo entre ellas sólo en los ingredientes locales probados. Se estableció una dieta base (Tabla 1) a la cual se le incorporó un 30,9% de cada ingrediente experimental; la dieta 1 contenía harina de camarón (*Rhynchocinetes typus*), la dieta 2 harina de almeja (*Protothaca thaca*) y la dieta 3 fue suplementada con harina de alga (*Lessonia* sp). Cada dieta fue evaluada en triplicado, utilizándose para ello 9 estanques experimentales de fibra de vidrio revestidos con PVC atóxico, con un volumen total de 63 l. Antes de cada alimentación, dos veces al día (09:00 y 18:00 hrs) el agua fue renovada totalmente, utilizando agua de

TABLE 1
Composición de la dieta base utilizada durante el experimento.

Ingrediente	% de participación
Harina de Pescado	45
Ingrediente experimental	30,9
Dextrina	10
Lectina de Soya	2
Carboximetil celulosa	1
Pre-Mix Mineral	1
Pre-Mix Vitamínico	1
Vitamina C	0,05
BHT ¹	0,05
Aceite de Pescado	4
Aceite Vegetal	4
Ácidos Grasos ²	1

¹ Butil Hidroxil Tolueno.

² Super SelcoTM

mar filtrada a 5 micrómetros y tratada con luz ultravioleta. Todos los tratamientos fueron establecidos en forma aleatoria.

El consumo de alimento fue calculado por la diferencia entre el peso del alimento ofrecido y la porción de alimento recuperado no consumido. El consumo fue expresado para cada tratamiento como gramos de alimento ingerido durante el período experimental, descontando las pérdidas por lixiviación mediante la prueba de estabilidad acuática de las dietas. El tiempo de permanencia del alimento en los estanques se fijó de acuerdo a lo establecido por GÓMEZ Y PEÑA (1997).

Para cuantificar la digestibilidad aparente de cada ingrediente estudiado, los individuos permanecieron en ayuno durante 48 horas para vaciar completamente el tubo digestivo antes de iniciar la alimentación, la cual fue suministrada en un 10% de la biomasa, durante todo el período experimental.

Diariamente, previo a cada nueva alimentación, se retiraron los restos de alimento no consumido y heces mediante sifoneo, empleando un filtro de 400 pm; posteriormente el material colectado fue lavado con agua destilada para eliminar las sales, se *cadava a 60°C hasta peso constante, para luego ser pesado y almacenado en frío (-18°C) para realizar su posterior análisis químico proximal.*

F-5 análisis proximal de tras dietas íae realizado en el Departamento de Alimento de la Facultad de Recursos *del Mar* de la Universidad de Antofagasta, para determinar proteínas, lípidos, cenizas, fibras y humedad, mientras que los carbohidratos se obtuvieron por diferencia. El análisis proximal de las heces colectadas fue realizado en el Laboratorio Corthorn Quality en Santiago.

Para el cálculo del coeficiente de digestibilidad aparente se utilizó la fórmula descrita por Cho *et al.* (1985):

$$\frac{\text{Nutriente Ingerido} - \text{Nutriente en Heces} \times 100}{\text{Nutriente Ingerido}}$$

La tasa de crecimiento específica fue obtenida mediante la siguiente relación:

$$\frac{\text{Ln Peso inicial} - \text{Ln Peso final} \times 100 \text{ Días}}{\text{de cultivo}}$$

La ganancia en peso fue calculada mediante la fórmula: $\text{Peso Inicial (g)} - \text{Peso Final (g)}$

Con el propósito de establecer diferencias significativas entre los pesos iniciales, ganancia en peso, ingesta de materia seca, digestibilidad aparente de la materia seca y los nutrientes y tasa de crecimiento específico entre los tratamientos se utilizaron el Análisis de Varianza (ANOVA) y la prueba a posteriori de la Mínima Diferencia Significativa (L.S.D.). Se comprobó la distribución normal y homocedasticidad de los pesos iniciales y finales mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov para la bondad de ajuste y de Bartlett para la homogeneidad de la varianza (ZAR, 1984), respectivamente. Los valores de tasa de crecimiento específica fueron transformados a su equivalente raíz cuadrada, antes de la aplicación del análisis de varianza (VANDERLEI, 1991).

Todas las pruebas estadísticas se realizaron utilizando el programa computacional Statgraphics 6.0 a un nivel de confianza de 95% ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS

La composición proximal de las dietas se presenta en la Tabla 2, mientras que la cantidad de nutrientes encontrada en las heces se observa en la Tabla 3.

TABLE 2
Análisis proximal de las dietas experimentales.
Valores expresados en porcentaje -
de materia seca.

Nutriente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Proteínas	51,8	50,01	53,41
Lípidos	15,63	17,46	15,56
Carbohidratos	9,14	14,90	21,99
Fibras	2,29	1,02	6,35
Cenizas	14,2	10,46	15,05
Humedad	6,94	6,16	5,64
Energía' kcal/kg	4.185,5	4.505,2	3.951,3

Los valores de energía bruta fueron calculados de acuerdo a los coeficientes fisiológicos establecidos por Adron *et al.* (1976) fide Guillaume *et al.* (1993).

TABLA 3
Análisis proximal de las heces de camarones
alimentados con las dietas experimentales.
Valores expresados en porcentaje
de materia seca.

Nutriente	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Proteínas	15,8	17,7	15,6
Lípidos	1,1	0,9	1,1
E. N. N. ¹	24,1	23,1	31,1
Cenizas	52,1	52,2	45,3
Humedad	6,9	6,1	6,9

¹ E. N. N.: Extracto No Nitrogenado (Carbohidratos + Fibras).

Ganancia en Peso

Entre los tratamientos, la mayor ganancia en peso medio se registró con la dieta 2 (harina de almeja), mientras que la menor ganancia en peso medio se observó con la dieta 3 (harina de algas). El análisis de varianza determinó diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos. A través de la prueba de Mínima Diferencia Significativa se pudo establecer que la mejor dieta era aquella que incorporó harina de almeja (Tabla 4).

Tasa de Crecimiento Específico

Los mejores resultados de la tasa de crecimiento específico fueron obtenidos con la dieta 2 ($0,5 \pm$

$0,12$), en tanto que el peor resultado fue observado con la dieta 3 ($0,2 \pm 0,09$). El análisis de varianza practicado, luego de transformar los porcentajes a sus equivalentes raíces cuadradas, determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). De acuerdo a la prueba de la Mínima Diferencia Significativa practicada a las medias de cada tratamiento se pudo establecer que la dieta 2 presentó el mejor resultado en la tasa de crecimiento específico (Tabla 4).

Consumo y Producción de Heces

El consumo total de alimento y el total de heces producidas en cada tratamiento por el camarón blanco se muestra en la Tabla 5. El consumo medio de las dietas para los diferentes tratamientos no presentó diferencias significativas ($P > 0,05$). En cuanto a la producción de heces por los camarones, este parámetro sí presentó diferencias significativas ($P < 0,05$), siendo los camarones alimentados con la dieta 3, con la incorporación de harina de algas, los que produjeron la mayor cantidad de heces.

Digestibilidad Aparente

Los resultados de digestibilidad aparente de la materia seca de las dietas experimentales, así como la digestibilidad aparente de los diferentes nutrientes evaluados, se muestran en la Tabla 6.

Los coeficientes de digestibilidad aparente de la materia seca son significativamente diferentes entre los tratamientos ($P < 0,05$), siendo la dieta 3 la

TABLA 4

Resultados de crecimiento y sobrevivencia de *Litopenaeus vannamei* al término del período experimental de 28 días (valores promedios de 3 réplicas \pm desviación estándar).

Parámetros	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Peso Inicial (g)	$8,5 \pm 0,48a$	$8,0 \pm 0,43a$	$7,9 \pm 0,40a$
Peso Final (g)	$9,0 \pm 0,36a$	$9,0 \pm 0,17a$	$8,3 \pm 0,40b$
Ganancia en Peso (g)	$0,5 \pm 0,17b$	$1,0 \pm 0,29a$	$0,3 \pm 0,20b$
Sobrevivencia (%)	$100 \pm 0,0$	$100 \pm 0,0$	$100 \pm 0,0$
Tasa de Crecimiento Específica	$0,2 \pm 0,07b$	$0,5 \pm 0,12a$	$0,2 \pm 0,09b$

Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0,05$).

TABLA 5
Consumo total de alimento y producción total de heces durante el período experimental de 28 días.
(valores promedios de tres réplicas \pm desviación estándar).

Tratamientos	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Consumo Total de Alimento (g)	$8,9 \pm 0,96b$	$9,9 \pm 0,91 b$	$9,1 \pm 0,21 b$
Producción Total de Heces (g)	$0,9 \pm 0,23b$	$0,7 \pm 0,15b$	$1,2 \pm 0,14a$

Letras diferentes denotan diferencias significativas.

TABLA 6
Resultados de la digestibilidad aparente de la materia seca y de cada nutriente de las dietas evaluadas con el camarón blanco *Litopenaeus vannamei*. (valores promedios de tres réplicas \pm desviación estándar, expresados en porcentaje).

Materia Dietas	Seca	Digestibilidad Aparente		
		Proteínas	Lípidos	Carbohidratos
Dieta 1	89,7 \pm 1,75a	96,8 \pm 0,51 a	99,2 \pm 0,12a	78,4 \pm 3,49 a
Dieta 2	92,6 \pm 1,34a	97,3 \pm 0,47a	99,6 \pm 0,07a	89,3 \pm 1,95 a
Dieta 3	78,6 \pm 1,66b	94,0 \pm 0,65b	99,0 \pm 0,10a	85,0 \pm 1,62 a

Letras diferentes denotan diferencias significativas.

que presentó los peores resultados, no encontrándose diferencias significativas entre las dietas 1 y 2 ($P > 0,05$).

Respecto de la digestibilidad aparente de la proteína, ésta mostró diferencias significativas ($P < 0,05$), siendo la dieta 3 la que presentó un valor significativamente más bajo que las dietas 1 y 2. En cuanto a la digestibilidad aparente de los lípidos, este parámetro no registró diferencias significativas entre los tratamientos ($P > 0,05$). Por su parte, la digestibilidad aparente de los carbohidratos sí presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$), lo cual quedó de manifiesto en las dietas 2 y 3 que presentaron los mejores resultados.

DISCUSIÓN

La preferencia alimenticia y la ingesta en los organismos acuáticos constituyen un proceso selectivo gobernado por un complejo mecanismo de interacción producido entre la composición química del alimento y la quimiosensibilidad del espécimen a ciertos componentes del alimento (CUENCA Y GARCIA, 1987).

En el presente estudio el consumo de alimento no varió significativamente entre los tratamientos ($P > 0,05$). Según BAUTISTA (1988) y LANDAU (1991), los hábitos alimenticios de los camarones peneidos son omnívoros, aunque en etapa adulta se inclinan preferentemente por hábitos carnívoros. Considerando estos aspectos, se esperaba que la dieta con inclusión de harina de algas tuviese un menor consumo respecto a las otras con ingrediente de origen animal, más aun si se considera que los extractos de crustáceos y moluscos producen un efecto atrayente (CRUZ, 1993); no obstante, la falta de diferencias en la ingesta entre las dietas puede ser explicada por la incorporación de harina de pescado (45%) en todas las dietas experimentales.

Respecto a la digestibilidad aparente de la materia seca, este parámetro presentó diferencias significativas entre los tratamientos. La dieta que presentó la menor digestibilidad fue aquella con la incorporación de harina de algas, lo que se explica

por el alto contenido de fibra, situación que ha sido demostrada por CATAUTAN (1991) para *P. monodon* y AKIYAMA *et al.* (1989) con *L. vannamei*. Al respecto, estos resultados son posibles de explicar porque aquellas dietas con altos contenidos de fibras aceleran el paso de los alimentos por el tubo digestivo, provocando un aumento en la producción de heces, situación que concuerda plenamente con los resultados obtenidos. Respecto a los resultados de digestibilidad aparente de la proteína (entre 94,01 % y 97,39%), en el presente estudio se reportaron valores mejores y/o similares a los obtenidos por LEE Y LAWRENCE (1985) para *P. setiferus* (82,9%), SMITH *et al.* (1985) para *L. vannamei* (80,7 y 84,5%) y CATAUTAN (1995) para *P. monodon* (entre 92,8 y 94,3%) con fuentes proteicas de origen animal y vegetal. No obstante, la dieta 3 con harina de algas presentó los valores más bajos, lo que se atribuye al nivel más elevado en el contenido de fibras de la dieta. De este modo, AKIYAMA *et al.* (1989) reporta que los altos contenidos de fibras en las dietas reduce la digestibilidad de la proteína en *L. vannamei* lo cual también es descrito por TACON (1987) que sugiere que para especies de camarones con hábitos carnívoros, las fuentes proteicas vegetales pueden entregar proteínas dentro de células inaccesibles para las enzimas digestivas del camarón.

Las dietas en el presente estudio contenían entre 15,56 y 17,46% de lípidos, siendo la digestibilidad aparente de los lípidos entre 99,40 y 99,62%, valores que pueden ser considerados muy altos si se les compara con los resultados obtenidos por AKIYAMA *et al.* (1989), entre 69,9 y 40,0%, y con SMITH *et al.* (1985) que obtuvo valores entre 52,8 y 63,8%, ambos trabajando con *L. vannamei*. No obstante, CATAUTAN (1991) reportó valores de 90,0 y 93,0% para *R. monodon*, similares a los de este estudio. MERICAN & SHIM (1995) indican que el método de preparación de las dietas afectaría la digestibilidad de los lípidos y de ciertos ácidos grasos, causada por la autooxidación, lo que también es mencionado por SMITH *et al.* (1985). Estas afirmaciones hacen pensar que tanto la elaboración de las dietas como el antioxidante utilizado fueron efectivos para minimizar las pérdidas de calidad de los lípidos de las dietas utilizadas.

La digestibilidad aparente de los carbohidratos presentó diferencias significativas entre los tratamientos ($P < 0,05$). En el experimento fue posible establecer que la dieta 2 (85,08%) y 3 (89,30%) mostraron los mejores rendimientos, comparados con la dieta 1 (78,42%) que fue la de menor rendimiento digestivo. Una posible explicación de estos resultados de menor digestibilidad puede ser atribuida a la presencia quitina en la harina de camarón. CLARK *et al.* (1993) encontraron diferencias en la digestibilidad aparente de la quitina en juveniles de tres especies de camarones peneidos, *P. setiferus*, *L. vannamei* y *P. duorarum*, presentando el menor valor *L. vannamei* con sólo 32,2%. El autor atribuye esta diferencia a las preferencias alimenticias entre las especies del género *Penaeus*. Los camarones del subgénero *Litopenaeus*, como *L. vannamei*, son menos carnívoros en su hábitat que los camarones del subgénero *Farfantepenaeus*, como *P. duorarum* y *P. setiferus*, que en su hábitat consumen alimentos o predan sobre animales con componentes quitinosos.

A pesar de los altos niveles de digestibilidad de los componentes evaluados, en todas las dietas los resultados de crecimiento, tanto de ganancia en peso como tasa de crecimiento específico, son inferiores a los obtenidos por otros investigadores, trabajando con *Litopenaeus vannamei* de la misma talla experimental del presente estudio (SMITH *et al.*, 1985; LEE & LAWRENCE, 1985). Esto se puede atribuir a la edad de los ejemplares, ya que previo al experimento éstos fueron mantenidos en el laboratorio por un largo período de tiempo, incluyendo períodos de ayuno, lo cual puede haber disminuido la expresión de todo su potencial de crecimiento.

LITERATURA CITADA

- AKIYAMA D, COELHO SR DOMINY WG & AL LAWRENCE 1989. Apparent digestibility of feedstuffs by the Marine Shrimp *Penaeus vannamei* Boone. **Nippon Suisan Gakkaishi**, 55 (1): 91-98
- AKIYAMA D, DOMINY WG & AL LAWRENCE 1991. Penaeid shrimp nutrition for commercial feed industry: Revised. In: **Proceeding of the Aquaculture feed processing and nutrition workshop**: 80-97 p.
- ALFONSO E. 1996. Larvicultura de camarões marinhos. Em: Anais do 1^o workshop do Estado de Ceará sobre cultivo de camarnes marinhos. **Gesteira, T.C. e A.J.P. Nunes (eds.) Grupo de Estudo de camarão Marinho, Universidade Federal de Ceará, Fortaleza, CE, Brasil**, pp. 86-100.
- BAUTISTA C 1988. Crustáceos: Tecnología de cultivo. **Ediciones Mundi-Prensa España**: 180 pp.
- CATACUTAN MR 1991. Apparent digestibility of diets with various carbohydrates levels and the growth response of *Penaeus monodon*. **Aquaculture** 95: 89-96.
- CATACUTAN MR 1993. Assimilation of aquatic macrophytes in *Penaeus monodon*. **Journal Aquaculture Tropical** 8: 9-12.
- CHO CY, COWEY CB. & T WATANABE 1985. Methodological approaches to research and development. **LD.R.C.** 154 pp.
- CLARK DJ, LAWRENCE AL & DHD SWAKON 1993. Apparent chitin digestibility in penaeid shrimp. **Aquaculture** 109: 51-57.
- CRUZ E, RICQUE D & A MARTÍNEZ 1993. Evaluación de dos subproductos de camarón en forma de harina como fuente proteica en dietas balanceadas para *Penaeus vannamei*. En **Memorias del 1^o Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para la Acuicultura**. Editado por E. Cruz, D. Riquelmes y R. Mendoza. Div. de Nut. Animal Asoc. Americana de Soya. Prog. Maricultura. Fac. Ciencias Biolog. Univ. Autónoma de Nuevo León. P 205-234.
- CUENCA EM. & G GARCÍA 1987. Ingesta y conducta alimentaria. En Nutrición Acuicultura. **Com. Asesora del Inst. Cientif. y Técnico** Vol. II: 1-65.
- DE LA HIGUERA M 1987. Diseños y métodos experimentales de evaluación de dietas. En **Nutrición Acuicultura. Com. Asesora del Inst. Cientif. y Técnico** Vol II: 291-303.
- GALLEGOS M, LAY N & S RIVERA. 1985. Cultivo experimental en laboratorio del camarón de río (*Cryphiops caementarius* Molina, 1782): influencia de la densidad y el flujo de agua en el crecimiento. Universidad de Antofagasta: 47 pp. (Seminarario)
- GUILLAUME J 1993. Les bases de la nutrition animale et particulierement de la nutrition des poisson. Chapitre III. La nutritio energetique. **IFREMER-INRA, Francia**, 84 p.
- HARDY R & T MASUMOTO 1991. Specification for marine by-products for aquaculture. **Proceedings of the Aquaculture Feed Processing and Nutrition Workshop**: 109-115.
- LANDAU M 1991. Introduction to Aquaculture. **Editorial John Wiley & Sons, Inc.**, pp. 440.
- LEE PG & AL LAWRENCE 1985. Effects of diet and size on growth, feed digestive enzyme activities of the marine shrimp, *Penaeus setiferus* Linnaeus. **Journal World Mariculture Society** 16: 275-287.
- MERICAN ZO & KF SHIM 1995. Apparent digestibility of lipid and fatty acids in residual lipids of meals by adult *Penaeus monodon*. **Aquaculture** 133: 275-286.
- RAMOS R, O ZUNIGA & R WILSON 1989. Introducción de camarones peneidos en el norte de Chile. **Red de Acuicultura. Boletín Enero - Abril**: 11-12.
- SMITH L, LEE P, LAWRENCE AL & K STRAWN 1985. Growth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone: Effects of dietary protein level and protein source. **Aquaculture** 46: 85-96.
- SUDARYONO A, HOXEY MJ, KAILIS SG & EVANS. 1995. Investigation of alternative protein source

- in practical diets for juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. *Aquaculture* 134: 313-323.
- TACON A 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp -A training manual. I- The essential nutrients. Food and Agriculture Organization of the United Nations, field document 2. GCP/RLA/075/ITA.
- VANDERLEI P 1991. Estadística experimental aplicada a agronomía. *Maceió-AI*: 86-91.
- WILSON R, RAMOS R & O ZÚÑIGA 1987. Perspectivas de desarrollo del cultivo de camarones peneidos en el norte de Chile. *Manejo y Desarrollo Pesquero*. P. Arana (Ed.). Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile. Pp. 243-249.
- ZAR JH 1984. *Biostatistical Analysis*. Editorial Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ., pp. 679.
- ZUNIGA O, RAMOS R, WILSON R & M DE LEÓN. 1988. Introducción, aclimatación y crecimiento de los camarones *Penaeus vannamei* y *P stylirostris* en el norte de Chile. *Estudios Oceanológicos* 7: 59-69.
- ZÚÑIGA O, RAMOS R, WILSON R & E RETAMALES 1990. Efecto de la densidad y temperatura en el cultivo de *Penaeus vannamei* (Boone, 1931) (Crustacea, Penaeidae). *Revista de Biología Marina* 25 (2): 121-134.