

165
2ez

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

REQUERIMIENTO DE PROTEINAS DE LOS JUVENILES
DE *Penaeus setiferus* (Linneo, 1967)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
BIOLOGO

PRESENTA

JOSE GABRIEL TABOADA DOMINGUEZ



MEXICO, D. F.

FACULTAD DE CIENCIAS
SECCION ESCOLAR

1995

FALLA DE ORIGEN

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. VIRGINIA ABRIN BATULE
Jefe de la División de Estudios Profesionales
Facultad de Ciencias
Presente

Los abajo firmantes, comunicamos a Usted, que habiendo revisado el trabajo de Tesis que realiz(ó)ron EL pasante(s) JOSE GABRIEL TABOADA DOMINGUEZ

con número de cuenta 6915323-9 con el Título: REQUERIMIENTO DE PROTEINAS DIETETICAS DE LOS JUVENILES DE Penaeus setiferus (Linneo, 1767)

Otorgamos nuestro Voto Aprobatorio y consideramos que a la brevedad deberá presentar su Examen Profesional para obtener el título de BIOLOGO

GRADO	NOMBRE(S)	APELLIDOS COMPLETOS	FIRMA
	DRA. MARTHA GABRIELA	GAXIOLA CORTES	
Director de Tesis	DR. CARLOS ROSAS	VAZQUEZ	
	DR. JUAN LUIS CIFUENTES	LEMUS	
M. EN C.	MARIA DEL PILAR	TORRES GARCIA	
Suplente	M. EN C. ADOLFO SANCHEZ	ZAMORA	
Suplente			

A DON ARTEMIO Y DOÑA ENE

**A LA INSTITUCION, LA FACULTAD DE CIENCIAS Y A TODOS LOS QUE EN ELLA
PERMITIERON QUE FUERA MI HOGAR MAS ALLA DEL TRABAJO Y LA ACADEMIA.**

**AL PUEBLO INDIGENA DE CHIAPAS QUE NOS HA RECORDADO LA ESENCIA DE
NUESTRA VIVENCIA COLECTIVA, A LOS QUE A PESAR DEL EXODO, LA MARIMBA
ES PARTE ESENCIAL DE LA ALEGRIA DE LA LUCHA CONSTANTE.**

A LA RED

INDICE

	pagina
INTRODUCCIÓN	1
MATERIAL Y METODOS	11
1.1 Respuesta nutricional	12
1.2 Respuesta fisiológica	14
Consumo de oxígeno	15
Excreción nitrogenada	16
Incremento de calor aparente	17
Razon atonica O:N	18
1.3 Análisis de Datos	18
RESULTADOS	20
1 Respuesta nutricional	20
Crecimiento	20
Sobrevivencia	21
Incremento relativo de la biomasa	21
2 Respuesta fisiológica	22
Incremento de calor aparente y excreción nitrogenada post-alimentaria	22
Coeficiente de ICA y ENPA	25
Razón O:N	26
DISCUSION	28
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	36
ANEXOS	42

RESUMEN

En el presente estudio se determinó los requerimientos de proteínas dietéticas de los juveniles de *Penaeus setiferus*, mediante un bioensayo en el que se emplearon dietas purificadas con cinco niveles de inclusión de proteína (10, 20, 30, 40 y 50%). En todos los experimentos se utilizaron un total de 225 organismos de 41 días de edad (Pl 41), obtenidos a partir de hembras maduras y desovadas en el laboratorio. Para evaluar el requerimiento en los juveniles, se empleó un diseño completamente aleatorizado con cinco repeticiones por tratamiento. Los parámetros medidos en el bioensayo fueron: crecimiento, sobrevivencia, incremento relativo de la biomasa, incremento de calor aparente, la excreción nitrogenada post-alimentaria y el sustrato metabólico.

En este trabajo se observó que los cambios en el contenido de proteínas en la dieta, afectaron a los juveniles de *Penaeus setiferus*, tanto en la respuesta nutricional (crecimiento, sobrevivencia y en el incremento relativo de la biomasa), como en el estado fisiológico, de tal manera que los diferentes niveles de proteína de la dieta influyeron en los pesos finales de los camarones, los cuales fueron estadísticamente distintos ($p < 0.05$), observándose que la dieta con 30% de proteína resultó ser el nivel óptimo. El tratamiento con 30% de proteínas dietéticas fue en donde presentó una mayor eficiencia en los procesos de ingestión, digestión, absorción y transformación bioquímica del alimento. Los resultados obtenidos señalan que hubo un cambio en el sustrato metabólico, asociado con la alimentación y del nivel de proteínas en las dietas, los camarones del tratamiento con 30% de proteínas, tanto con 24 horas de ayuno como alimentados, usaron como sustrato metabólico una mezcla de lípidos y proteínas (valores de O:N de 35 a 44).

INTRODUCCION

En la actualidad los camarones peneidos son los crustáceos más importantes para la acuicultura mundial. Esto es debido a su creciente demanda y por tanto su alto valor económico. Es por ello que recientemente se ha dado un fuerte impulso a la camaronicultura en todo el mundo (Alava y Lim, 1983; Garduño y Carrasco, 1987; Shiau y Peng, 1992).

El éxito que han tenido los camarones peneidos como especies cultivables es debido a su eficiente adaptabilidad a diferentes sistemas, rápido crecimiento, amplia tolerancia a la salinidad, variado espectro alimentario, y su positiva respuesta al alimento suplementario, entre los aspectos más importantes (Orellana, 1993). A pesar de esto, existe la necesidad de mejorar la eficiencia de los procedimientos utilizados en el cultivo de estos organismos (Lawrence, *et al.*, 1979).

Las bases tecnológicas para el cultivo de camarón se desarrollaron desde 1930, principalmente en los países asiáticos. La camaronicultura moderna, sustentada en bases científicas, se inició en Japón con los trabajos del Dr. Motosaku Fujinaga, quien en el año de 1933 obtuvo los primeros desoves de *Penaeus japonicus* en condiciones de laboratorio (García, 1993).

En la actualidad la camaronicultura se encuentra sustentada principalmente en especies asiáticas con las cuales se obtiene el 80% de la producción mundial, entre las cuales destaca *P. monodon* la cual aporta el 61% de la producción mundial (World Shrimp Farming, 1994).

Numerosos autores, mencionan a las siguientes especies, que por sus características biológicas y el conocimiento que se tiene sobre ellas han alcanzado el nivel necesario para una producción sostenida. Entre estas se puede citar a *Penaeus japonicus*, *P. monodon*, *P. vannamei*, *P. stylirostris*, *P. penicillatus*, *P. merguensis*, *P. shmittii* y *P. setiferus*, (Sandifer *et al.*, 1993; Gaxiola, 1993; Kanasawa *et al.*, 1970; Deshimaru y Shigueno, 1972; Deshimaru y Kuroki, 1974; Alava y Chorn, 1982; Alfonso *et al.*, 1993).

A excepción de Asia, América Latina es la región en la que se presenta el mayor potencial para el desarrollo de la camaronicultura en el mundo, con 130 300 hectáreas en producción y aportando el 20% de la producción mundial. Aquí la participación de Ecuador ha sido fundamental, con una producción del 68% del total de la región. México se encuentra ocupando el segundo lugar con una producción cultivada de 12 000 tons., en un área de 12 000 hectáreas, lo cual representa el 1.6% de la producción mundial y el 8.1% de la producción de la región (World Shrimp Farming, 1994), y se

sustenta, principalmente, en dos especies, *P. vannamei* y *P. stylirostris* de la costa del Pacífico Tropical Americano.

El Golfo de México cuenta con tres especies nativas de peneidos de importancia comercial: *P. aztecus* (camarón café), *P. duorarum* (camarón rosado) y *P. setiferus* (camarón blanco). En investigaciones realizadas en Texas y Florida se estableció que las primeras dos especies tienen poca potencialidad para el cultivo comercial (Sandifer *et al.*, 1993). Por otra parte se ha demostrado que *P. setiferus* es la especie nativa del Golfo de México con mejor posibilidad para la acuicultura (Parker y Holcomb, 1973; Brown *et al.*, 1979; Lawrence *et al.*, 1980 y Sandifer *et al.*, 1993).

Resultados de investigaciones realizadas con *P. setiferus* en el Estado de Campeche, señalan a esta especie como la más adecuada para el desarrollo camarónico del Golfo de México. Estos estudios se han basado en el conocimiento ecológico, fisiológico, nutricional y genético de la especie, lo que ha permitido crear las bases para la producción de postlarvas en ambiente controlado, así como el manejo de larvas y postlarvas en condiciones de cautiverio (Gaxiola, 1994; García, 1993; León, 1993; Gallardo, 1994; Rosas *et al.*, 1994; Rosas *et al.*, 1995; Arena, 1995).

Entre los aspectos fundamentales para la acuicultura de peneidos, se encuentra el manejo adecuado de la alimentación de los organismos, tema que se ha limitado a la

investigación del efecto de los diferentes alimentos balanceados (Dall y Moriarty, 1983). Uno de los aspectos más importantes a investigar es el referente a la determinación de los requerimientos nutricionales, especialmente la proteína. La proteína es fundamental para el crecimiento y desde el punto de vista productivo es el componente que encarece los costos de producción de los alimentos artificiales (Fernandez *et al.*, 1987; Tacon, 1990; Smith *et al.*, 1985; Akiyama y Dominy, 1989).

La determinación del requerimiento protéico en peneidos de interés para la acuicultura se han enfocado principalmente a la fase juvenil. Estos requerimientos varían con la especie y la edad, y oscila entre 30 y 60% de proteína dietética (Deshimaru y Shigeno, 1972; Deshimaru y Yone, 1978; New, 1976). Así, en *P. japonicus* el mejor crecimiento se obtuvo en un rango que va de 47% al 52% (Deshimaru y Yone, 1978; Kanazawa *et al.*, 1970).

En juveniles de *P. monodon*, Alava y Lim (1983) señalaron que los mejores porcentajes de ganancia en peso, factor de conversión de alimento, eficiencia protéica y sobrevivencia, se obtuvieron con camarones alimentados con 40% de proteína dietética. Resultados similares fueron obtenidos por Bautista (1986), usando dietas purificadas.

Galindo *et al.*, (1989) reportaron que juveniles de *P. schmittii* tratados con dietas purificadas isocalóricas, presentaron un mayor crecimiento y mejor factor de conversión del alimento con, tratamientos de 25 y 30% de proteína. Estos autores observaron que la eficiencia protéica tiende a disminuir al elevarse el nivel de proteína de la dieta.

Al evaluar el nivel de proteína en la dieta para mantener un máximo crecimiento y un óptimo factor de conversión del alimento Sedgwick (1979), determinó que éste se presenta en el intervalo de 34 a 42% de proteína dietética en juveniles de *P. merguensis*.

Para juveniles de otras especies, los niveles de proteína dietética reportados hasta ahora son; *P. aztecus* 40% (Venkataramiah *et al.*, 1975), *P. californiensis* 31% (Colvin y Brand, 1977), *P. orientalis* 44% (Xu y Li, 1988) y *P. vannamei* 30 a 35% (Smith *et al.*, 1985).

Sick *et al.*, (1973) al trabajar con dietas purificadas en juveniles de *P. setiferus* encontraron una mayor ingestión de alimento conforme aumenta el nivel protéico de la dieta. Andrews, (1972) determinó un rango entre 28 y 32% de requerimiento protéico para esta especie.

Es importante mencionar que los anteriores estudios nutricionales para la valoración del requerimiento protéico fueron efectuados dentro del marco de los parámetros típicos de los estudios de nutrición (crecimiento, sobrevivencia y factor de conversión del alimento).

Dentro de los estudios de nutrición de los camarones peneidos, un aspecto que ha sido poco analizado y que resulta de primordial importancia, es el impacto del alimento sobre la respuesta fisiológica de los organismos acuáticos (Clifford y Brick, 1979).

La cantidad de nutrientes ingeridos que un organismo puede transformar en tejido, ha sido designado como "campo de crecimiento" (Warren y Davis, 1967; Winddows, 1978).

El campo de crecimiento no solamente representa el balance energético del animal bajo condiciones específicas, sino también las proporciones de los nutrientes disponibles para los procesos metabólicos. Así, la cuantificación de los diversos componentes del metabolismo, a través de las mediciones de la actividad fisiológica pueden ayudar a esclarecer el reparto de energía y el uso del nitrógeno, componente principal del músculo de los organismos (Clifford y Brick, 1979).

El efecto de la alimentación en el consumo de oxígeno es bien conocido y resulta en el aumento de la tasa metabólica, cuando los materiales ingeridos son procesados

bioquímicamente. Este fenómeno es conocido como incremento de calor aparente (ICA) o acción dinámica específica y varía de acuerdo con la especie, la composición de la dieta y el nivel de ración (Beamish y Trippel, 1990). El ICA es principalmente una medida del trabajo metabólico para el proceso posterior a la absorción que sigue a la ingestión del alimento. En crustáceos y más específicamente en camarones penéidos, el incremento de calor aparente ha sido poco estudiado (Du-Preez *et al.*, 1992; Nelson *et al.*, 1977; Dall *et al.*, 1986).

Este aspecto de la bioenergética ha sido desarrollado más ampliamente en peces para los cuales ya se han planteado conclusiones respecto a los cambios en las dietas y las respuestas fisiológicas (Beamish y Trippel, 1990; Hamada y Maeda, 1983). De los trabajos realizados en peces se conoce que las proteínas ingeridas en las dietas ejercen una gran influencia en el ICA, mientras que los lípidos y los carbohidratos tienen una pequeña o insignificante contribución (Tandler y Beamish, 1981). Cabe señalar que en crustáceos la mayor parte de los estudios realizados están dirigidos a evaluar diversas respuestas fisiológicas en condiciones de ayuno sobre la tasa de consumo de oxígeno (Carefoot, 1987). Estudios recientes han demostrado que existe una relación estrecha entre el consumo de oxígeno y la actividad asociada con la alimentación en diferentes grupos de crustáceos (Rosas, *et al.*, 1992). El entender la magnitud de ICA hace

posible derivar los requerimientos de oxígeno de los organismos durante la alimentación y así como conocer la cantidad de energía invertida en la ingestión, procesamiento y utilización de un cierto tipo de alimento. El incremento de la tasa metabólica posterior a la ingestión está correlacionada con la excreción de los productos nitrogenados (Borsook y Winnegarden, 1931). Este efecto se ha atribuido en buena medida a la desaminación de los aminoácidos; Krebs (1964) demostró que por medio del cálculo de la energía requerida para la formulación de ATP en los procesos bioquímicos del metabolismo, se puede apoyar la teoría de que el ICA es principalmente debido al metabolismo de proteínas (Hochachka, 1991).

Los crustáceos son considerados amoniotélicos debido a que excretan sus desechos metabólicos nitrogenados fundamentalmente como amoníaco (N-NH_3), con independencia del hábitat que ocupan (Díaz-Iglesia y Rosas, 1993). El amoníaco oscila entre el 60 y 80% del nitrógeno excretado, el resto es urea y ácido úrico (Claybrook, 1983).

Desde el punto de vista nutricional, la eficiencia de asimilación de una dieta depende de la calidad y cantidad de sus componentes, así como de la capacidad de los camarones para utilizar los distintos nutrientes ofrecidos. A este respecto Lovett y Feider (1990) han señalado que la actividad enzimática asociada con la degradación

del alimento en *P. setiferus* y posiblemente en la mayoría de los camarones peneidos, está regulada genéticamente, lo que implica capacidades específicas para la degradación de distintos niveles y/o tipos de sustratos del alimento. Una forma de conocer el sustrato del metabólico utilizado por los camarones en relación con una dieta determinada, es a través de la razón atómica entre el oxígeno consumido y el amonio excretado (razón O:N).

Mayzaud y Conover (1988) señalaron que un intervalo de la razón O:N de 3 a 16 implica el catabolismo de proteínas, y un intervalo de 50 a 60 manifiesta catabolismo de iguales cantidades de lípidos y proteínas. Con base a los planteamientos de estos autores se hacen dos suposiciones. La primera se relaciona con el intervalo entre 16 y 50 que presumiblemente implica una intervención creciente de lípidos y por consiguiente una disminución de las proteínas como sustrato metabólico (Gaxiola, 1994). La segunda, se refiere a los valores de O:N superiores a 60, a los que se supone un catabolismo de sustratos mixtos con la intervención de carbohidratos, lípidos y proteínas (Dall y Smith, 1986).

P. setiferus es una especie con amplio potencial para desarrollar la camaronicultura en el Golfo de México. Aunque algunos autores han estudiado diversos aspectos de los requerimientos nutricionales de esta especie (Sick *et al.*, 1973; Andrews *et al.*, 1972;

Lee y Lawrence, 1985; Condrey *et al.*, 1972; Lawrence *et al.*, 1986), no existen reportes en los que se hayan correlacionado estos requerimientos con el ICA, ENPA o con la razón O:N.

Por lo anteriormente expuesto el presente estudio tuvo como Objetivos:

- a) Determinar el requerimiento protéico óptimo mediante dietas purificadas en juveniles de Penaeus setiferus, a través de su crecimiento, sobrevivencia y rendimiento.
- b) Evaluar el impacto producido por los diferentes contenidos de proteína dietética sobre el estado fisiológico de los juveniles de Penaeus setiferus, a través del incremento de calor aparente y la excreción nitrogenada post-alimentaria.
- c) Evaluación de los cambios del sustrato metabólico empleado por los juveniles de Penaeus setiferus, variando el contenido proteico de la dieta.

MATERIAL Y METODOS:

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro Regional de Investigación Pesquera Lerma-Campeche y forma parte de las actividades que se realizan, dentro del programa Camarón UNAM-INP.

Se realizó un experimento completamente aleatorizado con cinco repeticiones por tratamiento. Se evaluaron cinco niveles de inclusión de proteína en dietas artificiales isocalóricas (10, 20, 30, 40 y 50%). Las respuestas que se evaluaron fueron: Respuestas nutricionales y respuestas fisiológicas, en las primeras se incluyó, crecimiento, sobrevivencia y rendimiento. En las respuestas fisiológicas se incluye incremento de calor aparente (ICA), excreción nitrogenada post-alimentaria (ENPA) y la razón O:N (átomos de oxígeno consumido por átomos de nitrógeno excretado).

Se utilizaron un total de 225 postlarvas de 41 días de edad (PI 41) de Penaeus setiferus, las cuales provenían de hembras maduras y desovadas en el laboratorio. Las condiciones de alimentación y manejo de reproductoras se efectuaron de acuerdo con Orellana (1993). Las condiciones de manejo y alimentación de las fases larval y postlarval se efectuaron de acuerdo con Gallardo *et al.*, (1995) y Gaxiola, (1994).

Respuesta nutricional.

1) Crecimiento.

Durante el periodo experimental los camarones se colocaron en tanques de plástico rectangulares de color blanco, con capacidad de 30 litros, cubiertos con una malla que redujera la mortalidad por salto, la aireación se mantuvo constante y fueron sujetos a un fotoperíodo de 12 hrs. luz-obscuridad. Diariamente el alimento no consumido y las heces fueron retiradas dos veces (08 y 17 hrs.), por medio de sifoneo. Los tanques fueron revisados frecuentemente durante el día y los camarones muertos y las mudas fueron removidos y cuantificados. Esto permitió minimizar la oportunidad para el canibalismo. Se llevó a cabo un recambio de agua de mar del 100 % al día en una primera etapa (los primeros 15 días) y posteriormente de 200 % diario, con lo cual se mantuvo la calidad del agua y la temperatura constantes. El agua de mar utilizada, previamente fue filtrada a través de un filtro de arena de alta velocidad (con capacidad de 85 l.p.m./m²), posteriormente por filtros de cartucho (25 y 5 micras) y finalmente esterilizada con luz ultravioleta (lámpara Rena Mod. RUV 300). Durante los experimentos los juveniles fueron mantenidos en las siguientes condiciones ambientales:

- a) 35 ± 1 partes por mil de salinidad.
- b) 28 ± 1 °C de temperatura del agua de mar.
- c) 5.5 ± 0.3 mg/l. de concentración de oxígeno.
- d) 8.5 ± 0.5 de pH.

e) fotoperiodo de 12-12 hrs. luz-obscuridad.

Estos parámetros fueron monitoreados dos veces al día (08-09 AM y 17-18 PM).

Para evaluar los efectos de la dieta, fueron montados 5 tratamientos con distintos niveles de inclusión de proteína, con 5 réplicas para cada tratamiento y con 9 animales por tanque, lo que dio una densidad de siembra de 75 camarones/m². El experimento tuvo una duración de 45 días. El peso inicial de los juveniles de P. setiferus fue de 0.19 ± 0.01 g. y se realizó con animales con 41 días después de la última muda metamórfica.

La composición de las dietas se presenta en la tabla 1. El método por el cual fueron elaboradas está basado en las técnicas empleadas por Gaxiola (1991), las que se describen a continuación:

- a) Se tamizaron los ingredientes secos, llevándolos a 250 micrómetros como tamaño de partícula.
- b) Se pesaron los componentes de la formulación, en una balanza digital (Ohaus Mod. con una precisión de 0.01 g).
- c) Los ingredientes secos fueron mezclados por espacio de 15 min. hasta completar su homogeneización.
- d) Se añadieron los aceites y se continuó el mezclado por 10 min. más.
- e) Se pregelatinizó el aglutinante añadiendo agua caliente.
- f) Se añadió el aglutinante y se continuó con el mezclado hasta formar una pasta

homogénea.

g) La masa así obtenida en el proceso anterior se extruyó con un molino de carne de 3 mm de abertura en la matriz.

h) Los pellets obtenidos fueron secados durante 8 hrs. a 60 °C.

i) Los pellets fueron almacenados en refrigeración a 10 °C por el tiempo de duración de los bioensayos.

Estas dietas fueron proporcionadas 2 veces al día (09 AM y 18 PM) y a una ración equivalente al 15 % de la biomasa inicial para cada tanque y recalculada los días 15, 25, 35, del periodo experimental. El crecimiento fue evaluado con base en registros periódicos del peso, los cuales fueron realizados al inicio y en los días 15, 25, 35, y 45 del periodo experimental pesando todos los camarones vivos en los tiempos antes marcados con una balanza digital (Ohaus Mod. con una precisión de 0.01 g).

Respuestas Fisiológicas.

Para evaluar los efectos de la dieta sobre el estado fisiológico de los camarones, después de los 45 días experimentales, un lote de 20 camarones de cada tratamiento (tomados al azar) fue separado para la medición del consumo de oxígeno y la excreción nitrogenada.

Consumo de Oxígeno.

El consumo de oxígeno en los distintos tratamientos se utilizó para evaluar el incremento de calor aparente (ICA), asociado a cada tipo de dieta. Animales con 24 hrs. de ayuno fueron colocados individualmente en cámaras respirométricas de 250 ml, conectadas a un sistema de circulación de agua de mar con las mismas características en las que se mantuvieron los animales durante el experimento. Para disminuir los efectos de la manipulación, los camarones fueron aclimatados al respirómetro por dos horas antes de cualquier medición. El consumo de oxígeno se determinó por la diferencia entre la concentración de oxígeno a la entrada y salida de cada cámara, multiplicada por el flujo de agua de mar. La concentración del oxígeno disuelto se determinó con un oxímetro digital (YSI 50B \pm 0.01 mg/l.) conectado a un sensor polarográfico. Los resultados así obtenidos fueron corregidos por el consumo de oxígeno en la cámara control sin organismo. Esta medición se consideró como el consumo de oxígeno de ayuno. Una vez hecho esto, cuidadosamente se agregó a cada cámara 50 mg. de alimento, incluyendo la cámara control. Posteriormente se hicieron mediciones del consumo de oxígeno a 1, 2, 3 y 6 horas de haber alimentado. Una vez concluido esto los camarones fueron sacrificados, pesados inmediatamente y posteriormente secados a 60 °C hasta peso constante para obtener el peso seco.

Excreción nitrogenada.

Simultáneamente a las mediciones del consumo de oxígeno se realizaron las mediciones de la excreción nitrogenada, antes y después de alimentar a los camarones. Para esto se utilizó un procedimiento similar al descrito por Dall y Smith (1986) en el que el respirómetro funciona como un sistema semicerrado. Una vez hechas las mediciones del consumo de oxígeno, se tomó una muestra de las cámaras y se cerró el flujo. Una segunda muestra fue obtenida 30 minutos después. Resultados preliminares obtenidos por Rosas *et al.*, (1993) indicaron que este tiempo era el adecuado para la obtención de la excreción nitrogenada sin alterar la calidad del agua en las cámaras respirométricas. Una vez tomada la segunda muestra, se restituyó el flujo. Para la determinación de la concentración de amonio se utilizó un electrodo específico de iones (ORION 720A). Una curva de calibración para cada tratamiento fue preparada para obtener las concentraciones de amonio de las muestras. La excreción nitrogenada fue obtenida de la diferencia entre la concentración de amonio antes y después del cerrado de las cámaras. Los resultados así obtenidos fueron corregidos por la cantidad de amonio producido por una cámara control sin organismo. Estas mediciones se realizaron en animales con 24 horas de ayuno y a la 1ª, 2ª, 3ª y 6ª horas de alimentación. Para evitar la posible interferencia de la actividad bacteriana sobre el alimento agregado a cada cámara se

utilizó agua esterilizada con luz ultravioleta.

Incremento de Calor Aparente (ICA).

El incremento de calor aparente fue obtenido de la diferencia entre el consumo de oxígeno postalimentario y el de ayuno. Para esto se consideró el máximo obtenido durante las mediciones realizadas y el tiempo para alcanzar el máximo así como el tiempo en regresar a niveles de consumo de oxígeno similares a los iniciales (tasa de recuperación). Los resultados fueron expresados en cal/h/g, utilizándose el coeficiente oxicalórico de 3.53 cal/mg de oxígeno consumido de (Brody, 1945).

Así mismo se calculó la excreción nitrogenada postAlimentaria (ENPA), a partir de la diferencia entre los valores máximos de excreción nitrogenada antes y después de la alimentación. Se determinaron los tiempos para alcanzar la mayor excreción nitrogenada, así como los tiempos para regresar a niveles de amonio similares a los iniciales (tasa de recuperación). Se utilizó el factor de conversión de Bradfiel y Solomon (1972), para expresar los datos en unidades de energía.

El ICA y la ENPA fueron convertidos en coeficientes de ICA y ENPA (porcentaje de energía ingerida). Para determinar el papel del metabolismo del nitrógeno en el incremento de calor aparente, fue calculada la razón ENPA/ICA. Esta razón fue expresada como porcentaje obtenido para cada tratamiento.

Razón Atómica O:N.

La razón atómica O:N fue calculada tanto de animales con 24 horas de ayuno como alimentados. Para el caso de los animales alimentados se consideraron los máximos de consumo de oxígeno y de excreción nitrogenada obtenidos durante el periodo experimental. Para la obtención de esta razón, los resultados del consumo de oxígeno y del amonio excretado fueron transformados a sus valores atómicos, usando para el oxígeno un factor de 62.5 que resulta de la división $1000/16$ (1000 para convertir de mg a ug, y 16 que es el peso atómico del oxígeno) y para el nitrógeno un factor de 58.9 (el contenido de nitrógeno en la molécula de NH_3 es de 82.4%, y el peso atómico del nitrógeno es 14, el resultado de esta razón fue multiplicado por 1000, para convertir de mg a ug).

Estos resultados se interpretaron de acuerdo con Mayzaud y Conover (1988) quienes señalaron que un intervalo de la razón O:N de 3 a 16 implica el catabolismo de proteínas, un intervalo entre 50 y 60 manifiesta catabolismo de iguales cantidades de lípidos y proteínas, mientras que valores mayores la intervención de carbohidratos, lípidos y proteínas.

Análisis de los datos.

a) La tasa instantánea de crecimiento fue usada para comparar el crecimiento entre

los distintos tratamientos y en los distintos tiempos y fue definida como:

$$TIC=100 \times [\ln (Wt/Wo)] / t$$

donde Wt es peso húmedo al tiempo t y Wo es el peso húmedo al día 0 (Castille et al., 1993).

b) En todos los experimentos, los porcentajes de sobrevivencia fueron transformados a arcoseno y se les aplicó el ANDEVA de una sola vía y la prueba de rangos múltiples de Duncan (Zar, 1984).

c) Para estimar el rendimiento de todos los experimentos se aplicó la ecuación para calcular el IRB (incremento relativo de la biomasa) (Díaz-Iglesia et al., 1991).

$$IRB = 100 \times [(P_{fin} \times n_{fin} - P_{ini} \times n_{ini}) / P_{ini} \times n_{ini}] / T$$

P_{ini} = peso promedio inicial.

P_{fin} = peso promedio final.

n_{fin} = número de organismos al tiempo T.

n_{ini} = número de organismos al inicio del experimento.

T = tiempo transcurrido en días.

d) Todas las comparaciones entre promedios se realizaron por medio de un análisis de varianza de una vía (ANDEVA), para valorar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos.

Comparaciones entre medias fueron hechas con prueba de rangos múltiples de Duncan (Zar, 1984).

RESULTADOS.

I) Respuesta nutricional.

Crecimiento:

En el presente estudio se observó que los cambios en el contenido de proteína en la dieta, afectaron a los juveniles de Penaeus setiferus, tanto en la respuesta nutricional (crecimiento, sobrevivencia y incremento relativo de la biomasa), como en el estado fisiológico.

Los resultados obtenidos en el presente estudio nos permitieron observar que los diferentes niveles de proteína de la dieta influyeron en los pesos finales de los camarones y los cuales fueron estadísticamente distintos ($p < 0.05$ Tabla 2).

El efecto de los niveles de proteína dietética sobre el crecimiento fue diferente en relación con el tiempo. Para el día 15 los pesos obtenidos en los tratamientos con 50 y 40% fueron 20% mayores que los pesos obtenidos en 10, 20 y 30%. Para el día 25 en los tratamientos con 30, 40 y 50 % de proteína dietética, los pesos obtenidos fueron en promedio 18% mayores que los obtenidos con camarones alimentados con 10 y 20% de proteínas en la dieta ($p < 0.05$).

A partir del día 35 y hasta el final del experimento, los camarones con mayor peso fueron registrados en el tratamiento con 30% de proteínas dietéticas ($p < 0.05$ tabla 2).

La diferencia en los distintos pesos observados durante el periodo experimental se reflejó en la tasa instantánea de crecimiento (TIC) (Fig. 1).

Como se puede apreciar, en los cinco tratamientos se observó una disminución de la TIC en relación al tiempo, la cual fue mucho más marcada en el tratamiento con 50% de proteína dietética, con respecto al tratamiento con 30% de proteínas en la dieta. Este comportamiento produjo que la TIC total a los 45 días (T45) fuera significativamente mayor en 30% que en los demás tratamientos ($p < 0.05$; Tabla 2, Fig. 1).

Sobrevivencia.

Con respecto a la sobrevivencia, en el presente estudio se encontró una disminución progresiva de ésta en función del incremento de los niveles de proteínas dietéticas, Los menores porcentajes de sobrevivencia se obtuvieron en los tratamientos con mayores niveles de inclusión de proteínas (40% con 64% y 50% con 55%). El valor de sobrevivencia más elevado se obtuvo en el tratamiento con el menor nivel protéico (10% con 80%) ($p < 0.05$ Tabla 2). Ello mostró el efecto nocivo del exceso de las proteínas dietéticas, expresado en mayores mortalidades. Para los otros tratamientos, los índices de sobrevivencia encontrados son 20% (71%) y en 30% (71%).

Indice del Incremento Relativo de la Biomasa (IRB).

La integración de los resultados obtenidos en el crecimiento y la sobrevivencia se obtuvo mediante el Índice del Incremento Relativo de la Biomasa (IRB), el cual permitió definir con mayor claridad el efecto de los niveles proteicos dietéticos en los

diversos tratamientos. El mejor IRB se obtuvo con 30% de proteínas en la dieta (2.78 ± 0.13 % g/45 días), En los demás tratamientos el IRB fue, en 20% (1.44 ± 0.06 % g/45 días), 10% (1.14 ± 0.08 % g/45 días), 40% con (0.85 ± 0.08 % g/45 días) y en 50% (0.57 ± 0.08 % g/45 días). Este comportamiento produjo que el IRB fuera significativamente mayor en 30% que en los demás tratamientos ($p < 0.05$; Tabla 2).

II) Respuestas Fisiológicas.

Incremento de Calor Aparente (ICA) y Excreción Nitrogenada Post-Alimentaria.

El efecto calorigénico asociado con la ingestión del alimento en función del tiempo y a la cantidad de proteínas en la dieta se muestra en la Figura 3. En ella, puede apreciar que en los tratamientos con 10%, 20% y 40% de proteínas, se obtuvieron niveles de consumo de oxígeno mayores que con 30% de proteínas. Los valores máximos de consumo en estos tratamientos se presentaron dos horas después de haber suministrado el alimento a los camarones, dentro de las cámaras respirométricas. Los niveles de consumo de oxígeno similares al inicial, se presentaron 6 horas después de haber alimentado. Con las dietas que contenían 30 y 50% de proteínas, el tiempo requerido para alcanzar el consumo máximo de oxígeno fue de una hora y en este tiempo el consumo de oxígeno mostró niveles significativamente menores a los máximos observados con las otras dietas ($p < 0.05$), En estos tratamientos el consumo de oxígeno regresó a niveles similares al inicial tres horas después de haberse

suministrado el alimento.

La excreción de amoníaco asociada con la ingestión de alimento en función del tiempo experimental y al tipo de dieta se muestra en la Figura 4. Como se puede apreciar, el amoníaco excretado presentó sus mayores valores a las tres horas en los tratamientos con 10, 40 y 50% de proteínas dietéticas. El máximo de excreción de amoníaco para el tratamiento con 20% proteínas se presentó dos horas después del suministro del alimento. En el tratamiento con 30% de proteínas, la máxima producción de amoníaco se observó una hora después de haber alimentado. En los tratamientos con 20 y 40% la excreción amoniacal regresó a niveles similares a los iniciales seis horas después de haber alimentado, mientras que con 30% de proteínas tres horas fueron suficientes para registrar niveles de amoníaco similares al inicial. En los tratamientos con 10 y 50% de proteínas dietéticas, no fue observado en el transcurso del tiempo experimental, un regreso a los niveles de amoníaco excretado similares a los iniciales.

En las Figuras 5 y 6, y en la Tabla 3, se presentan los cambios en el ICA y en el ENPA en términos porcentuales con respecto al ayuno. En este sentido se puede observar que diferentes niveles de proteína en la dieta provocaron tasas de consumo de oxígeno y excreción nitrogenada estadísticamente distintas ($p < 0.05$). Los tratamientos con 30 y 50% de proteínas presentaron un máximo de incremento en el consumo de oxígeno de $138 \pm 9\%$ y de $150 \pm 9\%$, respectivamente, con respecto al ayuno, y mostraron diferencias significativas en relación con los demás tratamientos.

El tratamiento con 40% de proteínas presentó una tasa máxima de incremento de $200 \pm 2\%$. Los valores más altos de la tasa de consumo de oxígeno con respecto al ayuno se presentaron en los tratamientos con 10% de proteínas, con un máximo de incremento del $400 \pm 32\%$ y el tratamiento con 20% de proteínas que presentó una tasa de $325 \pm 29\%$ de incremento en el consumo de oxígeno con respecto al ayuno.

Para la excreción nitrogenada (Figura 6), las tasas menores se obtuvieron en los tratamientos con 30% ($200 \pm 16\%$) y 20% de proteínas ($250 \pm 18\%$), presentando diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos ($p < 0.05$). Para los tratamientos con 10, 40 y 50% de proteínas, los valores máximos de incremento en la excreción nitrogenada, con respecto al ayuno son de $300 \pm 24\%$, $305 \pm 24\%$ y de $333 \pm 23\%$ respectivamente.

El tiempo para alcanzar los picos máximos, tanto de la excreción nitrogenada como del consumo de oxígeno se presentan en la figura 7. Solamente en el tratamiento con 30% de proteínas dietéticas, los tiempos para alcanzar los picos máximos son los menores para ambos eventos (1 hora). Para el tratamiento con 20% de proteínas, la excreción de amoníaco y el consumo de oxígeno máximos se presentaron a las dos horas. Para los demás tratamientos (10, 40 y 50% de proteínas), los picos máximos fueron alcanzados después de tres horas para la excreción de amoníaco, y de dos horas para el consumo de oxígeno. En el tratamiento de 50% de proteínas el máximo en el consumo de oxígeno fue similar al encontrado para el tratamiento de 30% de proteínas (una hora después de proporcionar el alimento).

En lo que respecta al porcentaje de la participación de la ENPA en el ICA, se encontraron tres grupos (figura 9). El primer grupo, con las razones menores, se ubico con los tratamientos con 20 y 30% de proteínas (2.4% y 2.2% respectivamente). Un segundo grupo lo representó el tratamiento con 10% de proteínas con 5.6%. El tercer grupo en el que los índices de participación del ENPA en el ICA son los más altos registrados, corresponden a los tratamientos con 40 y 50% de proteínas, en donde los valores de participación son de 10 y 12.3%, respectivamente. Estos resultados demuestran que más del 30% de proteínas en el alimentol afectó de manera importante el metabolismo de los juveniles de P. setiferus.

Coefficiente de ICA y ENPA.

En lo que se refiere a los coeficientes de ICA, los porcentajes oscilaron entre 0.9 % y 2.4%, formándose entre ellos tres grupos estadísticamente distintos ($p < 0.05$). El coeficiente menor se observó en tratamiento con 30% de proteínas dietéticas, con un valor porcentual de 0.9 ± 0.06 . Los valores intermedios correspondieron a los tratamientos con 40 y 50% de proteínas, cuyos valores fueron de $1.3 \pm 0.12\%$ y $1.3 \pm 0.08\%$, respectivamente. Los coeficientes de ICA más altos ($2.4 \pm 0.19\%$ y $2.1 \pm 0.19\%$) fueron los de los tratamientos con 10 y 20% de proteínas.

En lo referente al coeficiente de la ENPA (figura 8), se observaron dos grupos estadísticamente diferentes ($p < 0.05$). El primero formado por los tratamientos con 30 y 20% de proteínas, y con los coeficientes de ENPA menores ($0.02 \pm 0.002\%$ y

0.05 ± 0.003%, respectivamente). Los tratamientos que formaron el segundo grupo son 10%, 40% y 50% de proteínas, que presentaron los coeficientes más altos (0.14 ± 0.11% para el tratamiento con 10%; 0.13 ± 0.010% para el tratamiento con 40% y 0.16 ± 0.013% para el tratamiento con 50% de proteínas).

Consumo de oxígeno y excreción de amoníaco expresados en equivalentes atómicos.

Las transformaciones del consumo de oxígeno y la excreción nitrogenada a sus equivalentes atómicos en juveniles de *P. setiferus* en ayuno y alimentados se muestran en la figura 10 y 11. Los animales mantenidos en condición de ayuno por 24 horas mostraron que el consumo de oxígeno fue muy similar en los tratamientos con 10%, 20%, 30% y 50% de proteínas. Aunque con 40% de proteínas el consumo de oxígeno resultó significativamente mayor ($p < 0.05$).

La excreción nitrogenada de ayuno resultó ser menor en los tratamientos con 20 y 30% de proteínas presentando diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en comparación con los demás tratamientos (10, 40 y 50% de proteínas), entre los cuales no se observaron diferencias significativas ($p > 0.05$).

En animales alimentados (figura 11), tanto el consumo de oxígeno como la excreción nitrogenada se modificaron en función de las proteínas de la dieta, siguiendo el mismo patrón descrito con anterioridad.

Sustrato metabólico (Razón O:N).

En la figura 12 se representan los resultados referentes a la razón O:N tanto de los camarones en ayuno como alimentados. Como se puede observar en todos los casos, la O:N fue mayor en animales alimentados. La razón atómica O:N de ayuno y alimentados mostró un aumento progresivo entre 10 y 30% de proteínas, para después disminuir en 40 y 50% de proteínas. Los resultados obtenidos indican que el sustrato metabólico en juveniles de *P. setiferus* se modificó en función de la alimentación y del nivel de proteínas en la dieta. Así, se encontró que animales con 24 horas de ayuno en los tratamientos con 10, 20, 40 y 50% de proteínas (O:N de 14, 26, 13 y 10 respectivamente), utilizaron como sustrato metabólico a las proteínas, mientras que los camarones del tratamiento de 30% de proteínas presentaron una razón O:N de 35, lo cual indicó que el sustrato metabólico fue la mezcla de proteínas y lípidos. Las razones O:N de los camarones alimentados señalan que para los tratamientos con 10, 40 y 50% el sustrato metabólico fueron las proteínas, ya que los valores para el O:N encontrados fueron de 23, 16 y 12, respectivamente. En los animales alimentados con dietas de 20 y 30% de proteínas, y con la razón, O:N de 35 y 44, señalan el uso de la mezcla de proteínas y lípidos.

DISCUSION.

En la presente investigación se pudo observar el efecto producido por la variación de la proteínas de la dieta sobre los juveniles de P. setiferus, valorado no solamente por los parámetros tradicionales de los estudios nutricionales (crecimiento, sobrevivencia y rendimiento) sino también a partir de la evaluación del estado fisiológico de los organismos durante la alimentación. Esto permitió determinar que el nivel de 30% de proteínas dietéticas resultó ser el óptimo para los juveniles de P. setiferus en condiciones controladas. Este resultado cae dentro del intervalo de 28 a 32% de proteínas previamente reportado como óptimo para esta especie por Andrews, *et al.*, (1973) Sick y Andrews,(1972) y Chen *et al.* (1985).

El tratamiento con 30% de proteínas dietéticas fué en donde se presentó una mayor eficiencia en los procesos de ingestión, digestión, absorción y transformación bioquímica del alimento. Ello se evidenció a partir del costo energético, como lo demuestran los valores del ICA que fue el más bajo, y resultó 2.3 veces menor al obtenido con 10% de proteínas. Así mismo se alcanzaron los picos máximos de consumo de oxígeno en un tiempo menor. También en este tratamiento se requirió un menor tiempo para regresar a valores del consumo de oxígeno similares al inicial. En cuanto a la excreción nitrogenada post-alimentaria (ENPA), con 30% de proteínas fue 6.7 veces menor con respecto a los tratamientos de 10 y 50% de proteínas dietéticas.

De acuerdo con el esquema bioenergético de Beamish y Trippel (1990) un menor tiempo asociado con la digestión y la metabolización de la energía ingerida está relacionado con una mayor eficiencia en la transformación de los nutrientes ingeridos. El nivel de alimentación más eficiente sólo se logra cuando se dispone del suministro correcto de energía y los nutrientes esenciales en las proporciones requeridas para su mantenimiento y crecimiento (Hepher, 1993). Así, podemos observar que la dieta con 30% de proteínas dio como consecuencia un mejor crecimiento y una de las mejores tasas de sobrevivencia y con el más alto Incremento Relativo de la Biomasa, comparado con el resto de los tratamientos.

Los resultados obtenidos señalan que hubo un cambio en el sustrato metabólico en juveniles de *P. setiferus* asociado con los cambios de la dieta. Tomando en cuenta lo propuesto por Mayzaud y Conover (1988), los animales provenientes del tratamiento con 30% de proteínas, tanto con 24 horas de ayuno como alimentados, usaron como sustrato metabólico una mezcla de lípidos y proteínas (valores de O:N de 35 a 44). Entre las ventajas que representa para los camarones el uso de lípidos y proteínas como sustrato energético es el de poder contar con energía útil de relativo bajo costo para las funciones metabólicas generales y aprovechar más eficientemente los componentes proteicos en crecimiento (Beamish y Tripel, 1988).

En los tratamientos con un contenido proteico menor al 30% (10 y 20%), se observó un efecto calorigénico relativamente alto asociado a la dieta, presentando un ICA de 2.4 y 2.1 veces más alto con respecto al ICA de 30% que se consideró como óptimo. Esto conduce a plantear que existió un gasto energético relativamente alto en los procesos de ingestión, absorción y transformación bioquímica del alimento, causado por la deficiencia en la digestibilidad de los carbohidratos que se encuentran en altos niveles en estos tratamientos (62.9 y 51.8% de dextrina), de tal manera que el efecto calorigénico producido por el alimento pudiera estar relacionado con el exceso de la dextrina en la dieta (Lackman y Phillips, 1994).

Los efectos del exceso de carbohidratos han sido consignados para otras especies de camarones peneidos. Pascual *et al.*, (1993) demostraron que 40% de dextrina en la dieta, causó daños histológicos, tanto en la glándula del intestino medio, como la cutícula de los filamentos branquiales de los juveniles de *P. monodon*. Así mismo Bages y Sloane (1981) concluyeron que un exceso de energía proveniente de los carbohidratos resultó negativo para el desarrollo de las postlarvas de *P. monodon*, cuando el contenido de proteína era insuficiente. Condrey *et al.*, (1972) al estudiar la asimilación de dietas en *P. setiferus* concluyeron que los alimentos ricos en carbohidratos mostraron una menor asimilación que los alimentos ricos en proteínas y lípidos. Gaxiola (1994) consignó que el requerimiento óptimo de carbohidratos de las postlarvas de *P. setiferus* es de 12%.

Por otra parte en el tratamiento con 10% de proteínas, éstas pudieron ser empleadas principalmente para mantenimiento, y no para el crecimiento, lo cual se puede apreciar a partir de la excreción nitrogenada de los organismos, que fue 6 veces más alta con respecto al tratamiento con 30% de proteínas dietéticas. Los cambios naturales en la razón O:N no son solamente el reflejo del sustrato metabólico oxidado, sino que también muestra las relaciones metabólicas entre los animales y su fuente de alimenticia (Mayzaud y Conover, 1988). Este cambio de sustrato en función del estado de ayuno y post-alimentario se observó para el tratamiento con 10% de proteínas, en el cual los camarones pasan de usar a las proteínas como sustrato metabólico a valores que señalan la tendencia al uso de mezcla de lípidos y proteínas, aunque con predominio de la proteína.

Para los tratamientos con niveles de inclusión de proteína superiores al 30%, se presentaron las sobrevivencias menores y pobres crecimientos. La baja sobrevivencia obtenidas en 40 y 50% de proteínas, pudiera ser producto del exceso de este nutriente en la dieta. Ello ha sido observado también en juveniles de *P. setiferus* por Andrews *et al.*, (1972), quienes determinaron que, conforme el contenido de proteínas dietéticas rebasó el óptimo, la sobrevivencia disminuyó. En postlarvas de *P. setiferus* la sobrevivencia presentó una tendencia a disminuir, conforme aumentó el contenido de proteínas dietéticas (Gaxiola, 1994).

El exceso de proteínas dietéticas produjo valores altos de ICA, el cual fue 1.4 veces mayor que con 30% de proteínas. Ello indicó que existe una elevación de la tasa metabólica, producto de los altos niveles de proteínas en la dieta. A este respecto Ross *et al.*, (1992), señalaron que la ingestión de las proteínas ejerce una fuerte influencia en el consumo de oxígeno post-alimentario, al contrario de los lípidos y carbohidratos que en este caso contribuyen en menor medida. Los altos valores de ENPA obtenidos con 40 y 50% de proteínas (6 y 6.8 veces más altos con respecto al tratamiento con 30% de proteínas, respectivamente) estuvo asociado con el incremento de la tasa metabólica posterior a la ingestión del alimento. Esta pérdida de energía, posiblemente pudiera estar asociada con la excreción de los productos nitrogenados, derivados del exceso de proteína dietética. Ello podría ser una de las razones por las que se obtuvieron crecimientos pobres y baja sobrevivencias.

En los animales alimentados con 40 y 50% de proteínas los valores de la razón O:N permitieron determinar que los camarones, tanto en ayuno como alimentados, emplearon como sustrato metabólico a las proteínas, lo cual podría ser la explicación de los crecimientos pobres y bajas sobrevivencias obtenidos en estos tratamientos ya que desde el punto de vista bioquímico, la obtención de energía metabólica, a partir de las proteínas, implica un costo energético alto asociado con la energía involucrada en los procesos de excreción de amoníaco, resultante del exceso de proteína dietética.

Por otra parte los resultados obtenidos en estudios recientes realizados con postlarvas de *P. setiferus*, señalan que la disminución de las necesidades de proteínas de las postlarvas de esta especie no es abrupta sino gradual. Las postlarvas de 30 días mostraron un requerimiento de 50% de proteínas, mientras que a los 40 días fue de 40% (Gaxiola, 1994).

En el presente estudio, los resultados obtenidos indican que la respuesta a las necesidades de proteína de los juveniles de *P. setiferus* es similar a lo que ocurre en la fase postlarval de esta especie. A este respecto Lovett y Felder (1989) señalan que una serie de cambios morfológicos, cinemáticos y de actividad enzimática del aparato digestivo se correlacionan cercanamente con los cambios en las necesidades de proteínas.

Las postlarvas de 40 días ya presentan los túbulos de la glándula del intestino medio completamente ramificados, tal como se encuentran en la forma adulta (Gaxiola 1994). La presente investigación se inició con animales de 41 días de edad, a partir de la última muda metamórfica. De manera general se puede señalar que ya estos organismos han dejado de ser postlarvas, y ya no presentan cambios morfológicos, en terminos nutricionales, no se da un cambio brusco de requerimiento protéico, sino que éste se presenta de forma gradual, siendo en las primeras etapas similar al de la fase postlarval, de tal forma que camarones de 55 días posteriores a la última muda metamórfica (día 15 de experimentación), el crecimiento máximo se presentó en 50%

de proteínas. En el día 25 del periodo experimental, los mejores crecimientos se obtuvieron en los tratamientos con 30 y 40% de proteínas. Para el día 35, el crecimiento máximo se ubicó en 30% de proteínas. Lo anterior indica que en la primera etapa del bioensayo, se observó un periodo de transición entre la fase postlarval y juvenil, desde el punto de vista nutricional. Por lo tanto se puede señalar que el cambio en el requerimiento de proteínas es gradual hasta alcanzar el óptimo, en 30% y que corresponde a los juveniles tempranos de P. setiferus.

Aunque de manera general se ha señalado que los camarones menores de 5 g. de peso pueden ser alimentados con piensos que contengan 45% de proteínas (Akiyama y Dominy, 1989), en este trabajo se demostró que niveles superiores a 30% de proteínas resultó perjudicial, como se aprecia en la baja sobrevivencia y crecimientos pobres en las condiciones de 40 y 50% de proteína dietética.

Así, en el nivel de 30% de proteína en la dieta resultó ser el óptimo para un máximo crecimiento en juveniles de P. setiferus en las condiciones del presente trabajo, el cual es relativamente más bajo que el reportado para otras especies de peneidos. Así encontramos que, para P. indicus fué de 43% (Colvin, 1976), P. monodon de 30 a 40% (Alava y Lim, 1983; Shiao y Peng, 1992), P. japonicus 60% (Deshimaru y Shigeno, 1972), P. aztecus 45% (Hysmith *et al.*, 1972), P. merguensis 34 a 42% (Sedgwick, 1978) y similar al señalado para juveniles de P. vannamei 28 a 30% (Chen *et al.*, 1986; Smith *et al.*, 1985) y P. shmittii 30% (Galindo *et al.*, 1989).

Conclusiones:

1) Se confirma que desde el punto de vista nutricional, el requerimiento óptimo de proteínas dietéticas de los juveniles de *Penaeus setiferus* es de 30% .

2) Desde el punto de vista fisiológico el tratamiento con 30% de proteína fue el de menor costo energético para los juveniles de *Penaeus setiferus*.

3) El sustrato metabólico (Razón O:N) asociada con 30% de proteínas indica que los juveniles de *Penaeus setiferus* usaron una mezcla de lípidos y proteínas.

LITERATURA CITADA

- Akiyama, D.M. y W.G. Dominy. 1989. Penaeid shrimp nutrition for the commercial fed industry. Texas Shrimp Farming, Manual 1: Growth Technology. *Tech. Report of Texas Agriculture Extension Service and Texas A and M University. Sea Grant College Program.* USA: 50 pp.
- Alava, V.R. y C. Lim. 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* in a controlled environment. *Aquaculture* 30: 53-61..
- Alfonso, E., L. Ramos, E. Díaz-Iglesia, T. García y C. Rosas. 1993. Manual del II Curso Internacional de Producción de Postlarvas de camarones Peneidos del Atlántico de América, Campeche, Cam, México. Coordinación de Servicios Editoriales de la Fac. de Ciencias, UNAM, México: 133 pp. .
- Andrews, J.W., L.V. Sick y J. Baptist. 1972. The influence of dietary and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. *Aquaculture* 1: 431-347..
- Arena, L. 1995. Estudio morfológico genético-bioquímico de dos poblaciones del camarón blanco *Penaeus setiferus* del Golfo de México. *Tesis de Licenciatura.* Facultad de Ciencias UNAM. 45pp.
- Arredondo, J.L. 1993. Conferencia Inaugural del II Curso Internacional de Producción de Postlarvas del Atlántico de América. Agosto de 1993. Campeche, Cam. México.
- Bages, M. y L. Sloane. 1981. Effects of dietary protein and starch levels on growth and survival of *Penaeus monodon* (Fabricius) postlarvae. *Aquaculture* 25: 117-128.
- Bautista, M. 1986. The response of *Penaeus monodon* juveniles to varying protein/energy ratios in test diets. *Aquaculture* 53: 229-242.
- Beamish, F.W.H. y E.A. Trippel. 1990. Heat increment: A static or dynamic dimension in bioenergetic models. *Trans. of the Amer. Fish Soc.* 119: 649-666.
- Borsook, H y H.M. Winegarden. 1931. The work of kidneyin the production of urine. *Proc. Nat. Acad. Sci.* 17: 13-28.
- Brafiel, A. E., y Soolomon, D. J., 1972. Oxy-caloric coefficients for animal respiring nitrogenous substrates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 43A:837-841.
- Brody, S. 1945. *Bioenergetics and growth.* Reshold, New York: 300 pp.
- Brown, Jr. A., Mc Vey, J., Middleditch, B. S. y A. L. Lawrence. 1979. Maturation of white shrimp *Penaeus setiferus* in captivity. *Proc. World Maricul. Soc.*, 21(3):435-444.

- Carefoot, T.H. 1987. The effect of diet quality on oxygen consumption in the supralittoral isopod *Ligia pollasii*. *Comp. Biochem. Physiol* 87A: 989-992.
- Castille, F.L., T.M. Samocha, A.L. Lawrence, H. He, P. Freliey y F. Jaenke. 1993. Variability in growth and survival of early postlarval shrimp (*Penaeus vannamei*, Boone, 1931). *Aquaculture* 113: 65-81.
- Chen, H-Y., Z.P. Zein-Eldin y D.V. Aldrich. 1985. Combined effects of shrimp size and dietary protein source on growth of *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*. *Jour. World Maricult Soc.* 16: 288-296.
- Chen, H.Y. y T. Roelant. 1992. Quantification of arginine requirements of juvenile marine shrimp *Penaeus monodon*, using microencapsulated arginine. *Mar. Biol.* 114: 229-233.
- Claybrook, L. D. 1983. Nitrogen Metabolism. *The Biology of Crustacea.* 5:163-213.
- Clifford III, H. y R.W. Brick. 1979. Nutritional Physiology of the fresh water shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) I. Substrate metabolism in fasting juvenile shrimp. *Comp. Biochem. Physiol* 74A(3) : 561-566.
- Clifford III, C. H. y R.W. Brick. 1983. Nutritional physiology of the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) - I. Substrate metabolism in fasting juvenile shrimp. *Comp. Biochem. Physiol.* 74 A (3): 51-568.
- Colvin, P.M. 1976. Nutritional studies on penaeid prawns: protein requirements in compounded diets for juvenil *Penaeus indicus* (Milne Edwards). *Aquaculture* 7: 315-326.
- Colvin, L.B. y C.W. Brand. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life stages with compoundend diets in a controlled environment systems. *Proc. World Maricult Soc.* 8: 821-840.
- Condrey, R., J.G. Gosselink y J. Benett. 1972. Comparision of the assmilation of different diets by *Penaeus setiferus* and *P. aztecus*. *Fish. Bull.* 70(4): 1281-1292.
- Dall, W. y D.M. Smith. 1986. Oxygen consumption and ammonia N-excretion in fed and starved tiger prawn *Penaeus esculentus* Haswell. *Aquaculture* 55: 23-33.
- Dall, W., D.M. Smith y L.E. Moore. 1991. Biochemical composition of some prey species of *penaeus esculentus*. Haswell (Penaeidae: Decapoda). *Aquaculture* 96 : 151-166.
- Deshimaru, O. y K. Shigeno. 1972. Introduction of artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture* 1: 115-133.

- Deshimaru, O. y T. Kuroki. 1974. Studies on a purified diet for prawn I: Basal composition of diet. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 40: 413-419.
- Deshimaru, O. y Y. Yone. 1978. Optimum level of dietary protein for prawn. *Bull. Jap. Soc. Scien. Fish.* 44(12):1395-1397.
- Deshimaru, O. y T. Kuroki. 1975. Studies on a purified diet for prawn. IV. Evaluation of casein, free amino acids and mixture as nitrogen source. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 41:101-103.
- Díaz-Iglesia, E., R. Brito, y M. Baez-Hidalgo. 1991. Cría de postlarvas de langosta *Panulirus argus* en condiciones de laboratorio. *Rev. Inv. Mar.* 2: 323-331.
- Du Preez, H., H. Y. Chen y Ch. S. Hsieh. 1992. Haparent specific dynamic action of food in the grass shrimp, *Penaeus monodon* Fabricius. *Comp. Biochem. Physiol.* 103A:173-178.
- Fernández, R., J.D. Celada, y F. Muñoz. 1987. Nutrición y alimentación de crustáceos. En J. Espinoza de los Monteros y U. Labarta (eds). *Nutrición en Acuicultura II*. Ed. Plan de Formación de Técnicos Superiores en Acuicultura. España: 316 pp.
- Galindo, J., I. Fraga, J. Alvarez, R. González y R. Cartaya. 1989. Requerimientos protéicos en juveniles de camarón blanco *Penaeus schmitti*. *Nutricam.* # 1.
- Gallardo, P., E. Alfonso, G. Gaxiola, L. A. Soto, A. Saánchez y C. Rosas. 1995. Feeding sheme of *Penaeus setiferus* larvae based in diatoms *Chaetoceros ceratosorum*, flagellates *Tertraselmis chuii* and *Artemia* nauplii. Congreso *Aquaculture 95*. San Diego Cal,
- García, T. 1993. Requerimientos protéicos de postlarvas de camarón blanco *Penaeus setiferus* y camarón rosado *Penaeus duorarum*. *Tesis de licenciatura* Universidad Juárez Autonomia de Tabasco. 31pp.
- Garduño, A .H. y S. H. Carrasco. 1987. Manual de cultivo de camarón. Centro Regional de Investigación Pesquera. *Inst. Nal. de la Pesca*. Mazatlan, México. 49 pp.
- Gaxiola, G. 1991. Requerimientos nutricionales de las postlarvas del camarón blanco *Penaeus schmitti*: Reacciones Proteína/Energía y Proteína Animal/Vegetal. *Tesis de Maestría* Universidad de La Habana, Cuba: 150 pp.
- Gaxiola, G. 1994. Requerimientos nutricionales de las poslarvas de *Penaeus setiferus* y *P. duorarum* (Crustacea: Penaeidae). *Tesis de doctorado* Fac. de Ciencias UNAM. 110 pp.
- Hamada, A y W. Maeda. 1983. Oxygen uptake due specific dynamic action of the carp *Cyprinus carpio*. *The Japanese Jour. of Limnology* 44: 225-239.
- Hepher, B. 1993. *Nutrición en peces comerciales en estanques*. LIMUSA. México, D.F.: 403 pp.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- Hochachka, P.W. 1991. Design of energy metabolism. En C.L. Prosser (ed). *Comparative Animal Physiology*. 4a. ed. Wiley-Liss, New York.
- Hysmith, B.T., J.R. Booth, H.L. Cook y W.L. Mies. 1972. A study of the effects of feeding syntetic diets to brown shrimp (*Penaeus aztecus*). *Proc. World. Maricult. Soc.* 3: 365-388.
- Kanazawa, A., M. Shimaya, M. Kawasaki y K. Kashiwada. 1970. Nutritional requirements of prawn I. Feeding of a artificial diet. *Bull. Jap. Soc. Scient. Fish.* 36: 949-954.
- Krebs, H.A. 1964. The matabolic rate of amino acids. En H. Munro y J.B. Allison. *Mammalian Protein Metabolism Vol 1*. Academic Press: 125-176.
- Lawrence, A. L., Ward, D., Missler, S., Brown, A., Mc Vey, J. y B. S. Middleditch. 1979. Organ indices and biochemical levels of ova from penaeid shrimp maintained in captivity versus those captured in the wild. *Proc. World Maricul. Soc.* 10: 453-463.
- Lawrence, A.L., F.L. Castille Jr, L.M. Sturmery y D.M. Akiyama. 1986. Nutritional response of marine shrimp to different levels of soybean in feeds. D.M. Akiyama (ed). *American Soybean Association*. Texas.
- Lee , P. y A.L. Lawrence. 1985. Effects of diet and size on growth, fed digestibility and digestive enzyme activities of the marine shrimp *Penaeus setiferus* Linneaus. *Jour. World Maricult. Soc.* 16: 275-287.
- Lee-Shing, F. y L. Bonn-Ning. 1992. Ontogenetic change of digestive enzymes in *Penaeus monodon*. *Comp. Biochem. Physiol.* 103B(4): 1033-1037.
- León, T., Gaxiola G., Rosas C., Sanchez A., Ramos L., Soto L., Durruti C., López N. y Ramírez. 1992. Efecto del color de la luz sobre la maduración de hembras de camarón blanco *Penaeus setiferus* y del camarón rosado *Penaeus duorarum* parcialmente oclectomizadas. *IX Congreso Nacional de Oceanografía*. Veracruz, Veracruz.
- Lochman, R.T. y H. Phillips. 1994. Dietary protein requerement of juvenil golden shiners *Notemigonus crysoleucas* and gold fish *Carassius auratus*. *Aquaculture* 128:277-285.
- Lovett, D.L. y D.L. Felder. 1989. Ontogeny of gut morphology in the white shrimp *Penaeus setiferus*. (Decapoda: Penaeidae). *Jour.of Morphol.* 201: 253-272.
- Lovett, D.L. y D.L. Felder. 1990. Ontogeny of kinematics in the gut of the white shrimp *Penaeus setiferus* (Decapoda: Penaeidae). *Jour.Crustacean Biol.* 10(1): 53-68.

- Mayzaud, P. y R.J. Conover. 1988. O:N atomic ratio as a tool to describe zooplankton metabolism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45: 289-302.
- Nelson, S.G., A.W Knight y H.W. Li. 1977. The metabolic cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosebergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 57A: 67-72.
- New, M.B. 1976. A review of dietary studies with shrimps and prawns. *Aquaculture* 9: 101-144.
- New, M.B. 1980. A bibliography of shrimp and prawn nutrition. *Aquaculture*. 21:101-128.
- Nose, T. 1979. Diet compositions and feeding techniques in fish culture with complete diets. *World Symp. of Finfish Nutrition and Fishfeed Technology Vol I*: 283-291.
- Orellana, M. 1993. Efecto de la inclusión de adultos de *Artemia franciscana* sobre la composición bioquímica de hembras en maduración del camarón blanco *Penaeus setiferus*. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de ciencias UNAM. 41pp.
- Parker, J. C. and H. W. Holcomb, Jr. 1973. Growth and production of brown and white shrimp *Penaeus aztecus* and *P. setiferus* from the experimental ponds in Brastoria and Orange Counties. Texas. *Proceedings of the World Mariculture Society* 4: 215-234.
- Pascual, F.P., R.M. Coloso y C.T. Tamse. 1983. Survival and some histologic changes in *Penaeus monodon* Fabricius juveniles fed various carbohydrates. *Aquaculture* 31: 169-180.
- Rosas, C., A. Sánchez, L.A. Soto, E. Escobar y A. Bolongaro. 1992. Oxygen consumption and metabolic amplitude of decapod crustaceans from north west continental shelf of Gulf of Mexico. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A(3): 491-496.
- Rosas, C. A. Sánchez, E. Díaz-Iglesia, L.A. Soto, G. Gaxiola, R. Brito, T. garcía, N de Lima, M-baez y R. Pedroza. 1993. Oxygen consumption and ammonium excretion of *Penaeus setiferus*, *P. schmitti*, *P. duorarum* y *P. notialis* postlarvae fed purified test diets: Effect of protein level on substrate metabolism. *Comp Biochem Physiol* (en prensa).
- Rosas, C. A. Sánchez, P. Gallardo, J. Quiroz, G. Gaxiola, E. Díaz-Iglesia y L.A. Soto. 1995. Oxygen Consumption and ingestion rate of *Penaeus setiferus* larvae feed with *Chaetocerus ceratrosporum*, *Teuraseimnis chunii* and *Artemia* nauplii. Congreso *Aquaculture* 95. San Diego Cal.
- Ross, L.G. R.W. Mc Kinney, S.K. Carwell, J. G. Fullarton, S.E.J. Roberts and B. Ross. 1992. The effects of dietary protein content, lipid content and ration level on oxygen consumption and specific dynamic action in *Oreochromis niloticus* L. *Comp Biochem. Physiol.* 103A(3) (3): 573-578.

- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins, A.D. Stokes, C.L. Browdy. 1993. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and Pacific *P.vannamei* white shrimp for pond culture in South Carolina, U.S.A. *Jour. World Aquacult. Soc.* 24(3): 295-303.
- Smith, L. L., Lee P. G., Lawrence A. L. y Strawn K. 1985. Groth and digestibility by three sizes of *Penaeus vannamei* Boone; effect of dietary protein level and protein source. *Aquacultur* 46: 85-96.
- Sedgwick, R.W. 1979. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversion efficiency in *Penaeus mergulensis* de Man. *Aquaculture* 16: 17-30.
- Shiau, S.-Y. y C.-Y. Peng. 1992. Utilization of different carbohydrates at diferent dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon*, reared in seawater. *Acuaculture*, 101: 241-250.
- Sick, L. V., y Andrews, J. W., 1973. The effect of selected dietary lipids, carbohidrates and protein on the growth, survival and body composition of *Penaeus duorarum*. *Proc. Worl Maricul- soc.* 4:263-276.
- Sick, L. V., D. White y G. Baptisit. 1973 The effect of duration of feeding amount of food, light intensity and animal size on rate of ingestion of pelleted food by juvenile penaid shrimp. *The Progressive Fish Cult.* 35(1):22-27.
- Tacon, A.G. 1990. *The Nutrition and feeding of farmed fish and shrimps*. A training Manual. Argent Press 100 pp.
- Tandler, A. y F.W.H. Beamish. 1981. Apparent specific dynamic action (SDA), fish weight and level of caloric intake in lagenmouth bass *Micropteros salmoides* Lacépede. *Aquaculture* 23: 231-242.
- Venkataramiah, A., J.G. Lakshmi y g. Gunter. 1975. Effect of protein level and eyestalk matter on growth and food conversion efficiency of brown shrimp. *Aquaculture* 6: 115-125.
- World Shimp Farming. 1994. Edit. Rosenberry B. Published by *Aquaculture Digest*, 9434 Kearny Mesa Road. San Diego, Cal. 92131 USA. 56pp.
- Zar, J.H. 1984. *Biostatistical Analysis* . 2a de. Prentice Hall, Englewood, Clift, New Yersey 07632: 500 pp.

ANEXOS

TABLA 1. Composición de las cinco dietas experimentales

INGREDIENTES	Proteína (%)				
	10	20	30	40	50
Caseína	10.55	21.37	31.65	42.05	52.75
Arginina	0.55	0.83	1.65	2.35	2.75
Dextrina	62.90	51.80	40.00	29.60	18.50
Ac. Hígado Bac.	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
Ac. de Girasol	2.25	2.25	2.25	2.25	2.25
Lecitina	1	1	1	1	1
Colesterol	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Premezcla de Vit.*	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Premezcla de Min.*	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83
Acido Ascórbico	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Carboximetil					
Celulosa	5	5	5	5	5
Relleno	12	12	12	12	12
Proteínas (%)	10	20	30	40	50
Lípidos(%)	6	6	6	6	6
Energía (kcal/g)**	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
P/E mg de prot/kcal	28	57	85	114	143

* Donadas por Ralston Purina de México

** Estimadas de acuerdo con Nose (1979), con 4 kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9 kcal/g para lípidos.

TABLA 2 Peso promedio (g) en el tiempo, tasa instantánea de crecimiento(TIC) e Incremento Relativo de la Biomasa (IRB) de los juveniles de *Penaeus setiferus* alimentados por 45 días con dietas que contienen varios niveles de proteína. Promedio \pm E.S.

	Proteína (%)				
	10	20	30	40	50
Tiempo (días)					
0	0.19 \pm 0.01 ^a	0.19 \pm 0.01 ^a	0.018 \pm 0.01 ^a	0.021 \pm 0.01 ^a	0.019 \pm 0.01 ^a
N	45	45	45	45	45
15	0.23 \pm 0.02 ^a	0.27 \pm 0.02 ^a	0.33 \pm 0.02 ^a	0.31 \pm 0.02 ^b	0.31 \pm 0.02 ^b
N	43	43	45	44	44
25	0.29 \pm 0.02 ^a	0.33 \pm 0.02 ^b	0.38 \pm 0.02 ^c	0.40 \pm 0.02 ^c	0.37 \pm 0.02 ^b
N	39	41	36	38	39
35	0.30 \pm 0.01 ^a	0.36 \pm 0.02 ^b	0.40 \pm 0.03 ^b	0.40 \pm 0.03 ^b	0.40 \pm 0.03 ^b
N	36	40	33	32	32
45	0.36 \pm 0.02 ^a	0.44 \pm 0.02 ^b	0.57 \pm 0.04 ^c	0.45 \pm 0.03 ^b	0.43 \pm 0.03 ^b
N	36	32	32	29	25
Tasa Instantánea de crecimiento (TIC) (% g día ⁻¹)					
	1.4 \pm 0.08 ^a	1.8 \pm 0.1 ^b	2.55 \pm 0.17 ^c	1.6 \pm 0.1 ^b	1.8 \pm 0.17 ^b
N	36	32	32	29	25
Sobrevivencia total (%)					
	80 \pm 4 ^a	71 \pm 4 ^b	71 \pm 3 ^b	64 \pm 4 ^c	55 \pm 3 ^c
Indice de Incremento Relativo de la Biomasa (IRB) (% g día ⁻¹)					
	1.14 \pm 0.08 ^b	1.44 \pm 0.06 ^b	2.78 \pm 0.13 ^c	0.85 \pm 0.08 ^a	0.57 \pm 0.08 ^a

Superíndices distintos en el mismo renglón indican diferencias significativas (p<0.05).

TABLA 3. Incremento de Calor Aparente (ICA) y Excreción Nitrogenada Post-alimenticia (ENPA) de los juveniles de *P. setiferus* alimentados con dietas con diferentes niveles de proteínas. Promedio \pm E.S.

Proteínas (%)	tiempo max. (hr)	Incremento max (%)	ICA (cal/g ps/h)	ICA coeficiente (%)
Consumo de Oxígeno				
10	2	400 \pm 32 ^a	4.3 \pm 0.34 ^a	2.4 \pm 0.19 ^a
20	2	325 \pm 29 ^b	3.7 \pm 0.33 ^a	2.1 \pm 0.19 ^a
30	1	138 \pm 9 ^c	1.8 \pm 0.13 ^b	0.9 \pm 0.06 ^b
40	2	200 \pm 2 ^d	2.4 \pm 0.24 ^c	1.3 \pm 0.12 ^c
50	1	150 \pm 9 ^c	2.2 \pm 0.13 ^c	1.3 \pm 0.08 ^c
Excreción de Nitrógeno			ENPA caL/g ps/h	ENPA coef. %
10	3	300 \pm 24 ^a	0.24 \pm 0.002 ^a	0.14 \pm 0.011 ^a
20	2	250 \pm 18 ^b	0.09 \pm 0.006 ^b	0.05 \pm 0.003 ^b
30	1	200 \pm 16 ^b	0.04 \pm 0.003 ^b	0.02 \pm 0.002 ^b
40	3	305 \pm 24 ^a	0.24 \pm 0.019 ^a	0.13 \pm 0.010 ^c
50	3	333 \pm 23 ^a	0.27 \pm 0.024 ^a	0.16 \pm 0.013 ^c

* Superíndices distintos en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0.05$).

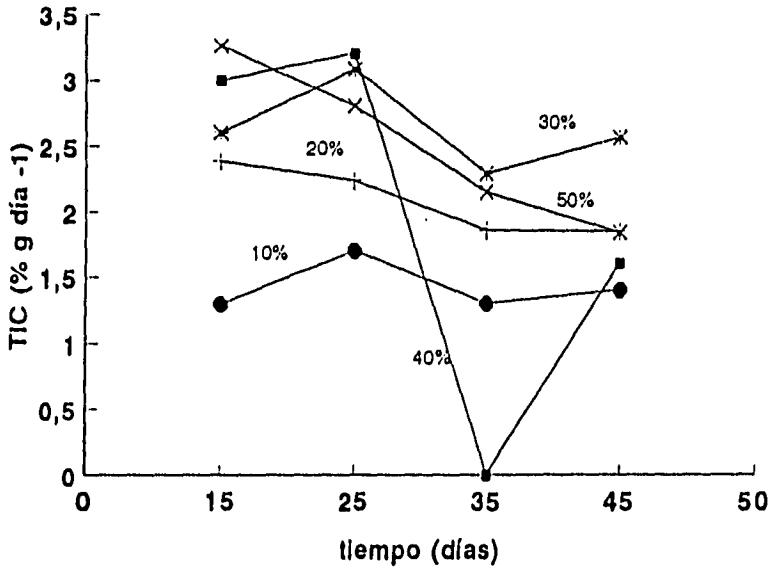


Fig 1. Efecto de las proteínas dietéticas sobre la tasa instantánea de crecimiento (TIC) (% g día⁻¹) de los juveniles de *Penaeus setiferus*

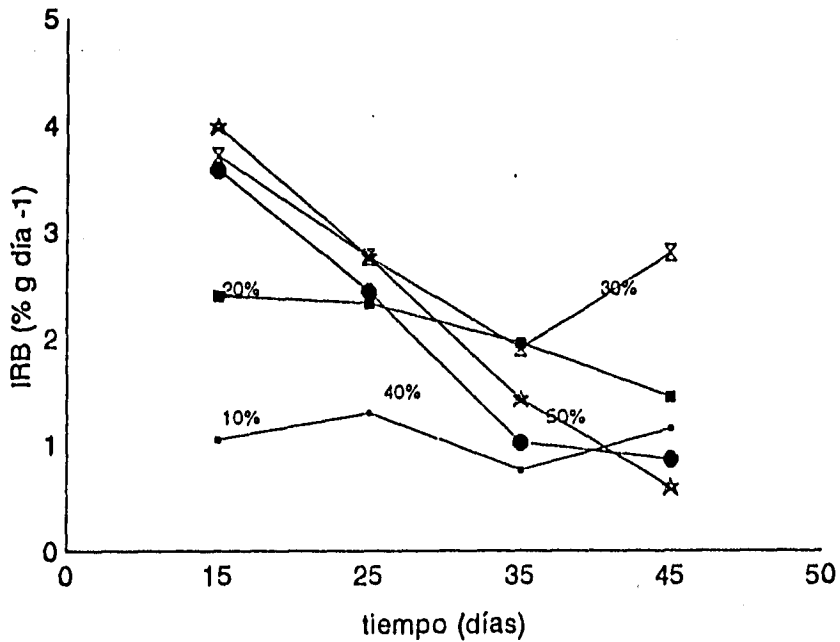


Fig 2. Índice del incremento relativo de la biomasa (IRB) (% g día⁻¹) en relación con el tiempo de los juveniles de *P. setiferus*

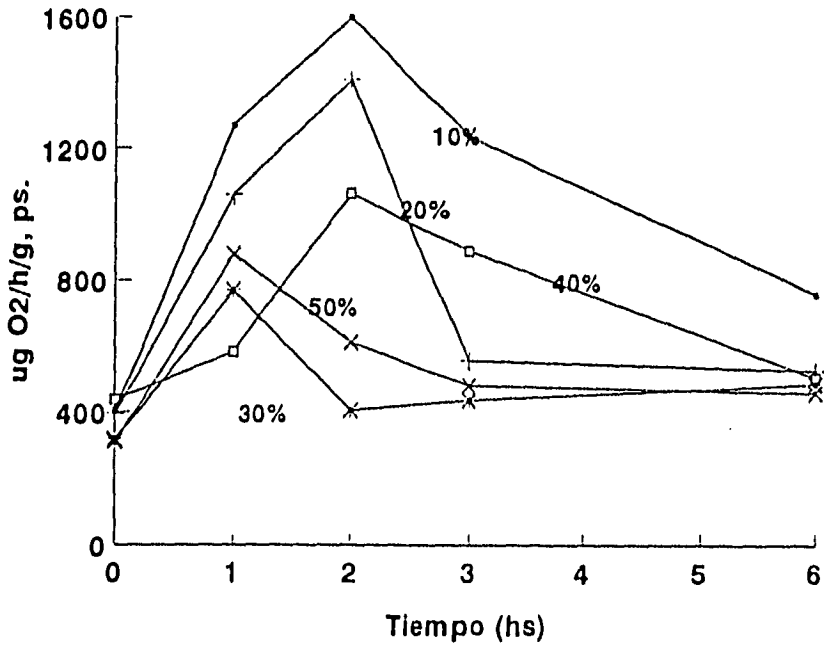


Fig 3. Efecto de las proteínas dietéticas en el consumo de Oxígeno (ug/h/g de peso seco) de los juveniles de *P. setiferus*

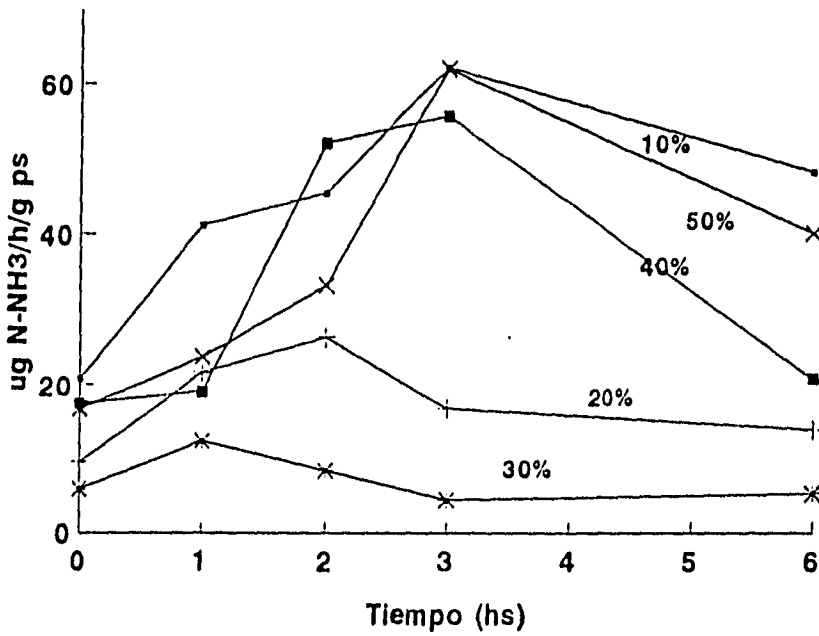


Fig 4. Efecto de las proteínas dietéticas en la excreción nitrogenada de los juveniles de *P. setiferus*

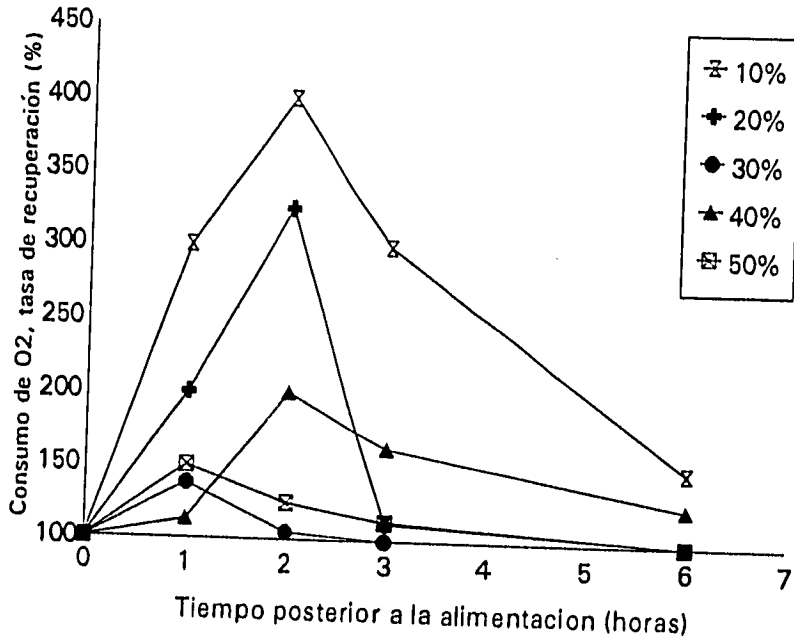


Fig 5. Cambio post-alimentario en la tasa de consumo de oxígeno (tasa de recuperación) de los juveniles de P. setiferus.

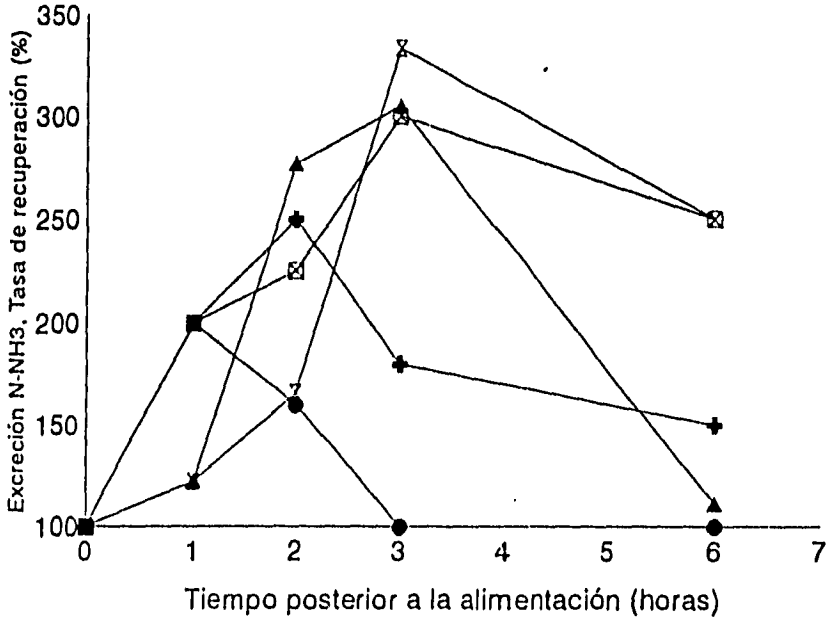


Fig 6. Cambio post-alimentario en la tasa de excreción nitrogenada (tasa de recuperación, %) de los juveniles de *P. setiferus*

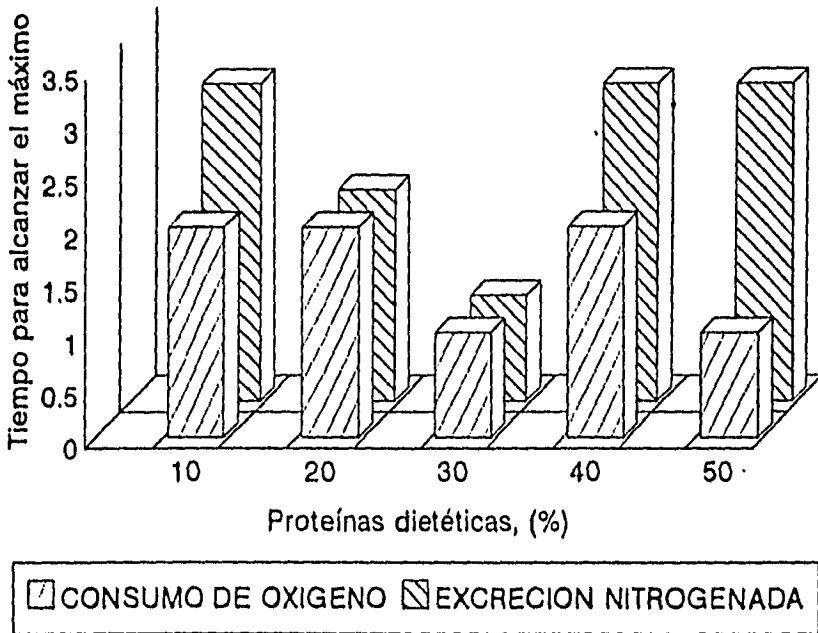
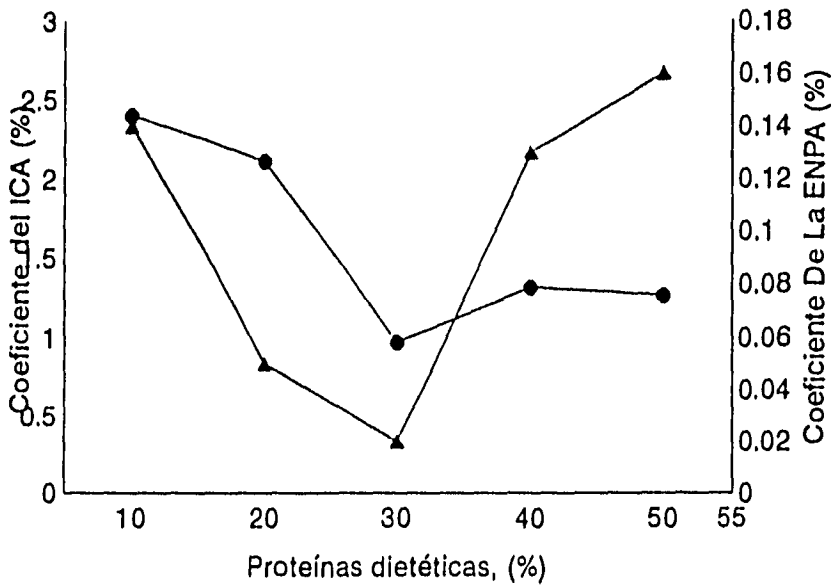


Fig 7. Cambio post-alimentario entre el nivel proteico dietético (%) y la duración del ICA y la ENPA de los juveniles de *P. setiferus*



● CONSUMO DE OXIGENO ▲ EXCRECION NITROGENADA

Fig 8. Coeficientes del ICA (%) y la ENPA (%) en relación con el nivel proteico dietético (%) de los juveniles de *P. setiferus*

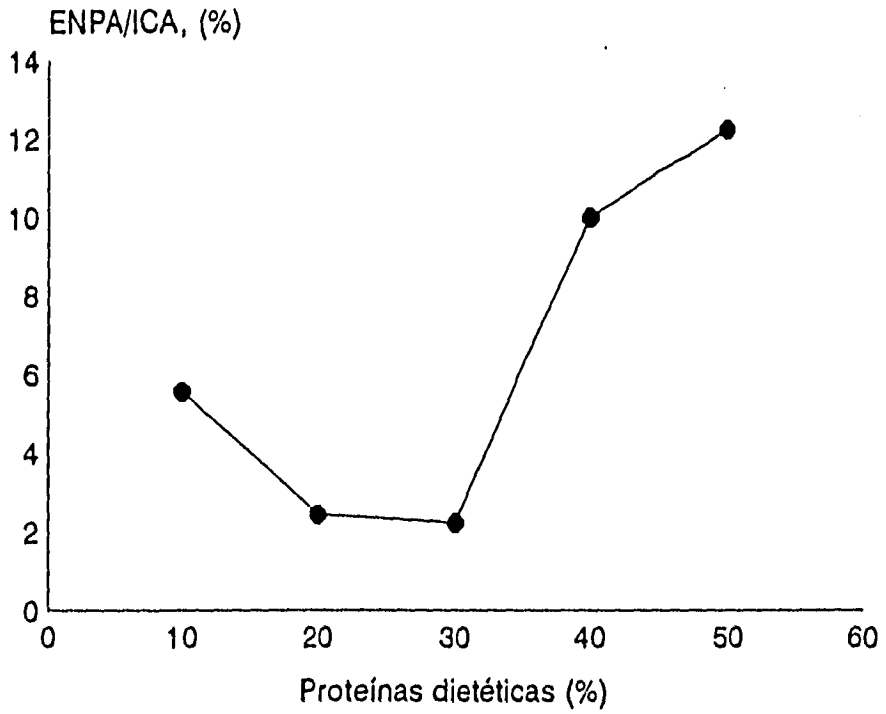


Fig 9. Razón ENPA/ICA de los juveniles de *P. setiferus* en relación con el nivel proteico dietético. Prom E.S.

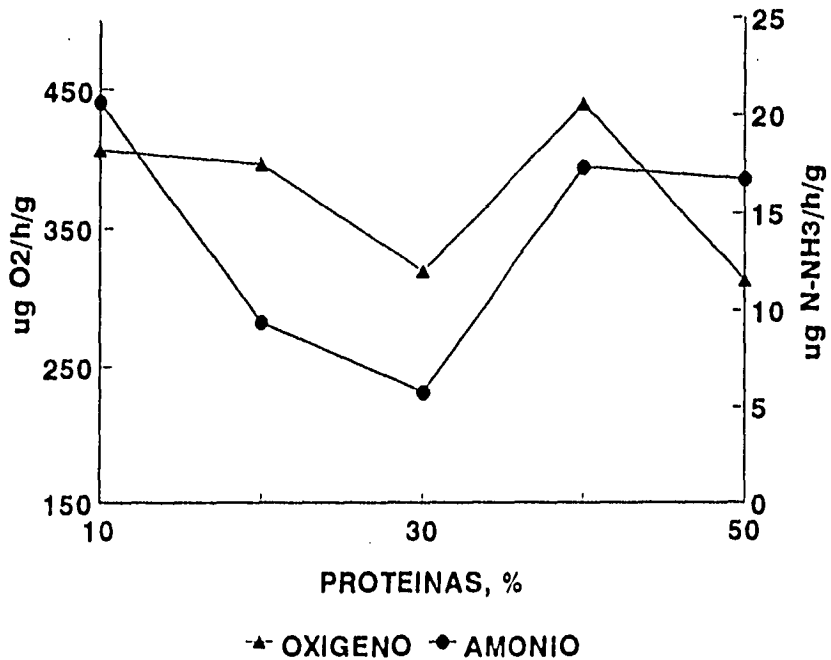


Fig 10. Consumo de oxígeno (ug/h/g) y excreción nitrogenada (ug N-NH3/h/g) de ayuno de los juveniles de *P. setiferus*

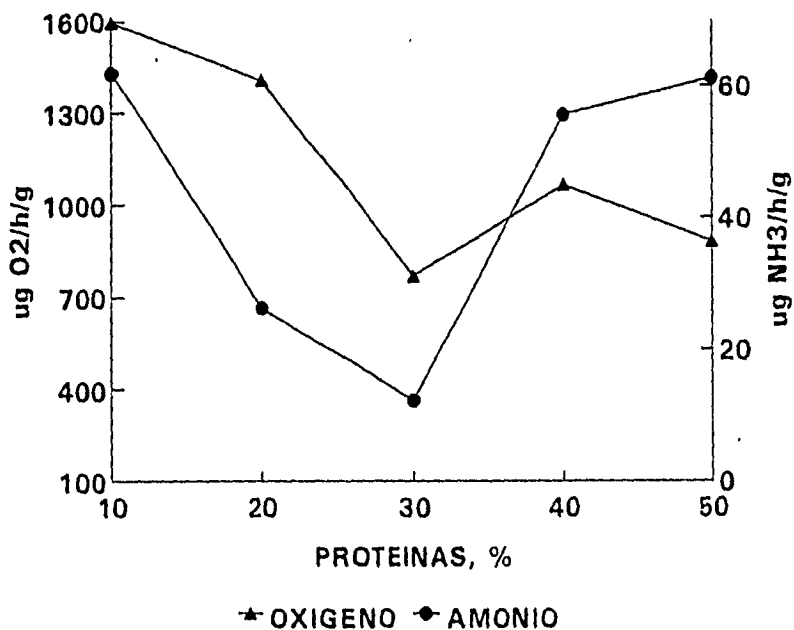


Fig 11. Consumo de oxígeno ($\mu\text{g}/\text{h}/\text{g}$) y excreción nitrogenada ($\mu\text{g}/\text{h}/\text{g}$) post-alimentarios de los juveniles de *P. setiferus*

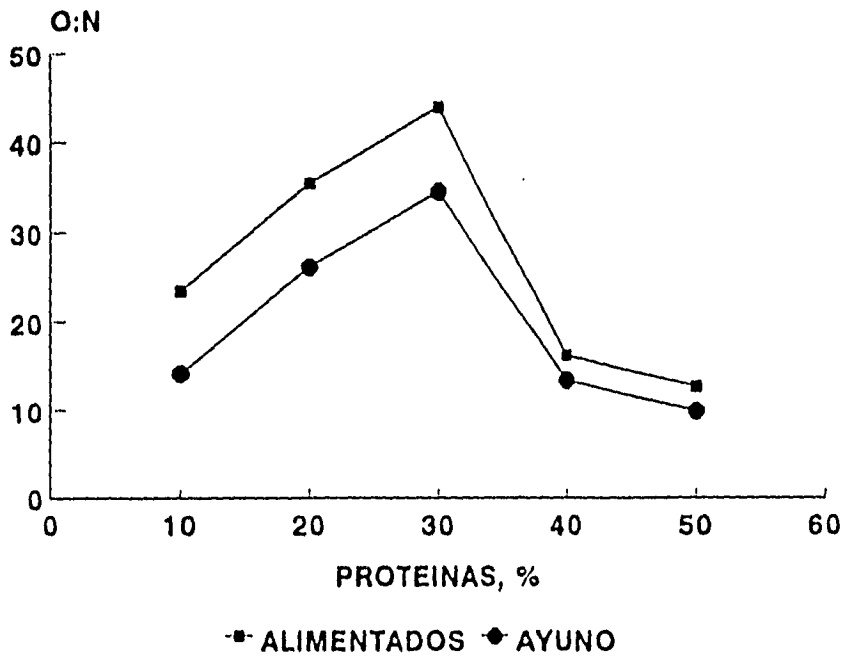


Fig 12. Razones O:N en condiciones de ayuno y post-alimentaria de los juveniles de *P. setiferus*. Prom ES.