

17
c 036/28



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**EFFECTO DE DIFERENTES DIETAS SOBRE LA
ASIMILACION Y CRECIMIENTO DE POSTLARVAS
DEL LANGOSTINO MALAYO *Macrobrachium rosenbergii*
DE MAN (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE).**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS (BIOLOGIA)**

P R E S E N T A :

BIOL. JORGE LUNA FIGUEROA

Director de Tesis: Dr. Fernando Díaz Herrera

México, D. F.

1994

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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.

EFFECTO DE DIFERENTES DIETAS SOBRE LA ASIMILACION Y CRECIMIENTO DE
POSTLARVAS DEL LANGOSTINO MALAYO *Macrobrachium rosenbergii*
DE MAN (CRUSTACEA : PALAEMONIDAE).

CONTENIDO

	PAGINAS
AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
OBJETIVOS	10
MATERIAL Y METODOS	10
RESULTADOS	17
DISCUSION	21
CONCLUSIONES	35
LITERATURA CITADA	37
ANEXO DE TABLAS Y FIGURAS	51

RESUMEN

Se cuantificó el efecto de dos dietas comerciales Pedregal Langostino y Purina Langostino, así como un alimento vivo *Artemia franciscana* en postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* a través de la medición de la eficiencia de asimilación, crecimiento, campo de crecimiento y las eficiencias de crecimiento K_1 y K_2 .

La eficiencia de asimilación fue 91% ($P < 0.05$) para las postlarvas alimentadas con *A. franciscana*, mientras que de los alimentos comerciales con Pedregal se obtuvo 89%, en tanto que con Purina fue de 46%.

El efecto de los alimentos sobre el crecimiento en peso y talla de las postlarvas de *M. rosenbergii*, en un período experimental de 60 días, fue mayor ($P < 0.05$) en las postlarvas alimentadas con la dieta de más alto porcentaje proteico *A. franciscana* (54.58%) obteniéndose un peso final promedio de 1.26 g, una longitud total promedio de 47.5 mm y una longitud orbital promedio de 39.8 mm, seguido de los langostinos alimentados con Pedregal Langostino (39.55%) con un

peso final de 0.49 g, una longitud total de 37.9 mm y una longitud orbital de 29.2 mm y las postlarvas alimentadas con el alimento Purina Langostino (32.47%) tuvieron un peso final de 0.38 g, longitud total de 34.9 mm y una longitud orbital de 27.0 mm.

Los resultados del campo de crecimiento no fueron significativamente diferentes para las postlarvas alimentadas con *A. franciscana* y Pedregal, sin embargo comparadas con las alimentadas con Purina se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), que porcentualmente fueron 32.04% y 37.03% mayores con *A. franciscana* y Pedregal, respectivamente. Referente a los índices de crecimiento K_1 y K_2 no se observaron diferencias significativas en las postlarvas alimentadas con las dietas experimentales, en los organismos alimentados con una dieta a base de alimento vivo *A. franciscana* los índices de K_1 y K_2 fueron de 99.07% y 99.14%, mientras que con los alimentos comerciales se calcularon valores de 98.92% y 99.09% con Pedregal y 98.12% y 98.23% con Purina respectivamente.

INTRODUCCION.

Actualmente en la acuicultura se tiene una amplia variedad de especies susceptibles de cultivo, tanto de peces como de crustáceos. Dentro de las cuales el langostino Malayo *Macrobrachium rosenbergii* ocupa el primer lugar de las especies dulceacuícolas debido a sus características que lo colocan como un organismo con una alta tasa reproductiva, una tasa aceptable de crecimiento y sobrevivencia, menor agresividad que otras especies de langostinos, gran aceptabilidad en el consumo humano, alto valor comercial y comprobada adaptabilidad a los medios de cultivo (Goodwin y Hanson, 1975; New y Singholka, 1984; Bautista, 1988; Hollschmit, 1988 a y b).

Las especies del género *Macrobrachium* se encuentran distribuidas en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. Se sabe que existen más de 100 especies de las cuales una cuarta parte se encuentra en América (New y Singholka, 1984). Estos organismos son clasificados como omnívoros, no solamente en base a los alimentos que ingieren, sino también por el tipo de enzimas digestivas presentes en el hepatopancreas (Moore y Stanley, 1982). En su ambiente natural estos

organismos se encuentran en aguas dulces o salobres, ya sean rios, lagunas, pantanos, canales e incluso en esteros que presenten como característica la temperatura del agua entre 15 a 35°C, pH proximo a neutro, el oxígeno disuelto mayor a 2.5 ppm y aguas ligeramente duras o saladas (New y Singholka, 1984; Hollschmit, 1988a).

El alimento se considera uno de los requisitos más importantes asociados con el cultivo de *M. rosenbergii*, por lo que no solamente debe de presentar una buena calidad nutricional, sino que también los ingredientes deben de ser digeribles por los organismos a los que se les proporcione (Balazs et al., 1973; Taechanuruk y Stickney, 1982).

La nutrición y el manejo de los alimentos son las principales áreas de interés para los acuicultores debido a que la calidad y la cantidad de los alimentos suplementarios y naturales son determinantes en la producción de las granjas comerciales. Cada etapa del cultivo de langostino tiene sus propias necesidades nutricionales y prácticas de alimentación, las cuales en términos generales, deberán cumplir con los requerimientos de macro y micronutrientes para este crustáceo, a fin de optimizar su producción (Corbin et al., 1983).

En los sistemas de cultivo de organismos acuáticos, la evaluación del alimento es de gran importancia, ya que éste representa un costo considerablemente alto dentro del proceso de producción, ya que de él y otros factores ambientales depende tanto el crecimiento como el desarrollo de los animales (SEPESCA, 1981; De La Higuera, 1985).

La nutrición acuícola tiene como objetivo el suministrar; proteínas, lípidos, carbohidratos, vitaminas y minerales en la dieta de los organismos, condición que se puede cumplir de una manera indirecta al incrementar la producción de alimento vivo dentro del cuerpo de agua en el que se estén cultivando los langostinos o bien directamente al ser suministrados en forma de alimento balanceado (Tacon, 1987; Moyle y Cech, 1988). New y Singholka (1984), mencionan como principales clases de alimentos en las granjas de producción de postlarvas del langostino *Macrobrachium rosenbergii* a huevos de peces, carne de calamar, carne de pescado, flan de huevo, lombrices, alimentos compuestos, *Moina* spp., así como nauplios y adultos congelados y en escama de *Artemia salina*.

De acuerdo a Klekowsky y Duncan (1975), la distribución de la energía en los organismos puede ser representada

mediante el balance energético de acuerdo al modelo $C = R + F + U + EDE + P$ donde; (C) es la energía ingerida en el alimento, (R) es la energía canalizada para metabolismo respiratorio, (F) es la energía del material ingerido que no fué digerido, (U) corresponde a la energía del material digerido que es eliminado como productos nitrogenados, (EDE) es el efecto dinámico específico el cual se refiere al incremento de la tasa metabólica debido a los procesos digestivos y (P) es la energía que se destina para crecimiento o reproducción.

Toda la energía incorporada por el organismo a través de la ingestión del alimento es utilizada ya sea en procesos metabólicos o sintetizada en tejido. Por lo tanto los estudios bioenergéticos, están estrechamente relacionados con las tasas de utilización de la energía proporcionando así un marco teórico y práctico para relacionar la alimentación con el crecimiento de un organismo en determinadas condiciones ambientales (Brett y Groves, 1979; Allen y Wootton, 1982).

Se han desarrollado balances energéticos en crustáceos decápodos como son el cangrejo moro *Menippe mercenaria* (Mootz y Epifanio, 1974); langosta americana *Homarus americanus* (Logan

y Epifanio, 1978; Sasaki et al., 1986); cangrejo del lodo *Rhithropanopeus harrisi* (Levine y Sulkin, 1979); cangrejo nadador *Carcinus maenas* (Dawirs, 1983) y en el langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* (Nelson et al., 1977; Nelson y Knigh, 1977; Clifford y Brick, 1979 y 1983; Dfaz, 1989; Dfaz et al., 1992).

Actualmente, existe una gran variedad de alimentos comerciales utilizados en la acuicultura que deben ser probados tanto en peces como en crustáceos. Mientras que entre las especies que se han utilizado como alimento vivo se encuentran: *Daphnia pulex*, *Chironomus tentas*, *Tubifex tubifex*, *Eisenia foetida*, *Artemia franciscana*, *Paramecium* sp., *Brachionus plicatilis* y *Spirulina* sp.. El alimento vivo al igual que el comercial contiene alrededor del 50% de proteína, consecuentemente su alto costo de producción sólo permite alimentar a las crías y reproductores de interés comercial (Spotte, 1973; Fernando y Phang, 1985).

La artemia se considera el principal alimento vivo utilizado en acuicultura ya que presenta características idóneas como son; alta disponibilidad y abundancia, tamaño aceptable para alevines y larvas de decápodos, alto valor proteico (37-71%) de nauplio a

adulto, cuerpo blando, altas densidades de cultivo, ciclo de vida corto y movimiento (Seidel et al., 1980; Amat, 1985; Léger et al., 1986; Sorgeloos et al., 1987; Castro y Gallardo, 1993; Castro, 1993).

La evaluación de dietas para organismos acuáticos se relaciona con la cuantificación de dos tipos de eficiencias; la eficiencia de asimilación, que es la relación entre la cantidad de alimento ingerido y el asimilado, asimismo las eficiencias de crecimiento que son la relación entre la energía del alimento consumido (K_1) o la energía asimilada (K_2) utilizada para el crecimiento (Nelson y Knigh, 1977). El estado fisiológico de un organismo se puede determinar a través de la cuantificación del campo de crecimiento, que es la diferencia entre la energía incorporada en el alimento ingerido y la suma de la energía utilizada en el consumo de oxígeno, excreción nitrogenada, producción de heces y efecto dinámico específico, ya que parte de la energía asimilada será destinada al crecimiento; también permite evaluar qué tipo de alimento proporciona los nutrientes necesarios para un mejor desarrollo de los organismos en cultivo (Nelson et al., 1977). El crecimiento es la interacción de procesos anabólicos y catabólicos que son el resultado de la dinámica nutricional de un organismo, es decir, es el incremento de la biomasa debido a la transformación de nutrientes y su incorporación a los

tejidos. Por lo tanto, el campo de crecimiento puede ser predecido a través del análisis de la distribución de energía mediante la descripción cuantitativa de ciertas respuestas metabólicas relacionadas con la ingestión del alimento (Clifford y Brick, 1978 y 1979).

El crecimiento de los organismos presenta un ritmo elevado durante las etapas iniciales de vida y disminuye gradualmente con el tiempo, dicho ritmo está en función de la especie, del potencial genético del organismo, de la interacción con el ambiente, de las condiciones del cultivo y de la calidad del alimento suministrado. Considerando lo anterior así como la importancia económica que caracteriza al langostino malayo *M. rosenbergii*, la información relacionada con el balance energético de la especie es escasa, por lo que se pretende contribuir a ampliar el conocimiento sobre este tema a a partir de la aplicación de los alimentos comerciales Pedregal Langostino y Purina Langostino utilizados en las Unidades de Producción de langostino y su comparación con el alimento vivo *A. franciscana*, para proveer mayor información sobre las tasas de energía destinadas al crecimiento de postlarvas del langostino malayo sujetas a diferentes clases de alimentos.

El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de dos dietas comerciales (Pedregal Langostino, Purina Langostino) y un alimento vivo (*Artemia franciscana*) por medio de la eficiencia de asimilación, el crecimiento, el campo de crecimiento y las eficiencias de crecimiento K₁ y K₂ en postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii*.

MATERIALES Y METODOS.

Las postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* procedieron de una granja de producción ubicada en "El Carrizal", Coyuca de Benítez, Guerrero. Se utilizaron langostinos con un peso húmedo promedio de 0.06 g, que se colocaron en nueve estanques de fibra de vidrio de 180 l, a una densidad de 25 organismos por estanque y a una temperatura de $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (Díaz et al., 1993).

Para evaluar las dietas comerciales Pedregal Langostino y Purina Langostino, así como el alimento vivo *A. franciscana* (procedente del Ex Lago de Texcoco) en etapa de juvenil-adulto, los langostinos fueron alimentados una vez al día suministrando el 20% del peso húmedo de los organismos, con tres repeticiones para cada tratamiento, durante un período experimental de 60 días. En cuanto al suministro de artemia se efectuaron pruebas de ajuste para uniformizar el peso húmedo de los organismos a peso seco. Conociendo previamente el peso de los grupos de postlarvas para cada estanque, se tomaron diferentes muestras de artemia de peso húmedo conocido y se colocaron en una estufa a 30°C hasta un peso seco constante y así obtener la medida de alimento vivo correspondiente al seco del alimento comercial.

La fase de alimentación fue de dos horas, después de las cuales el alimento remanente se retiró de los estanques mediante sifón en cuyo extremo se instaló una malla de 50 micras, se etiquetó y se colocó en una estufa BLUE a 60°C para secarlo a peso constante, posteriormente se realizó el recambio parcial de agua en cada uno de los estanques. El agua de los estanques contenía 6 mg/l de oxígeno

disuelto, pH 7.5, una temperatura promedio de $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y una dureza de 60 mg/l de CaCO_3 .

Para conocer la cantidad de materia orgánica de las dietas proporcionadas a los organismos, se cuantificó el contenido de cenizas, incinerando en crisoles de porcelana muestras de dos gramos de cada alimento en una mufla (SYBRON-THERMOLINE 1500) a 500°C durante tres horas y por diferencia entre el peso seco y las cenizas se obtuvo el peso seco libre de cenizas (PSLC).

Se realizaron análisis bromatológicos de los alimentos (Tabla 1), en el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México. Se midió el contenido calórico de éstos y de las heces producidas por los organismos en cada tratamiento; los análisis calóricos se hicieron en una bomba calorimétrica (PARR), calibrada con ácido benzoico utilizando tres repeticiones para cada muestra.

A los organismos de cada tratamiento se les midieron las siguientes tasas fisiológicas: 1).- Ingestión del alimento (C), a través del método gravimétrico, que consistió en cuantificar la

diferencia entre la cantidad de alimento proporcionado y la cantidad de alimento remanente; para lo cual se efectuaron pruebas que determinaron la proporción de alimento que se diluyó, considerando el volumen de agua de los estanques, la temperatura y con aireación constante; con estos factores de corrección se estimó la tasa de ingestión y ésta se expresó en Joules. día⁻¹. g⁻¹. P.S. 2).- Tasa de consumo de oxígeno (R), se cuantificó de manera individual en un respirómetro semiabierto provisto de 15 cámaras respirométricas de 250 ml y se midió con un oxímetro YSI 54 ARC, en cada período de tres horas las cámaras respirométricas permanecieron abiertas (flujo continuo de agua) durante una hora, correspondiendo esto a la medición inicial de oxígeno disuelto en cada cámara y la final transcurridas las dos horas en que las cámaras se mantuvieron cerradas, el consumo de oxígeno se midió por la diferencia entre la concentración inicial y la final y se convirtió a sus equivalentes calóricos con el factor de 3.53 cal.mg⁻¹ de oxígeno consumido (Elliot y Davison, 1975). 3).- Producción de heces (F), éstas se colectaron cada 24 horas antes de suministrar el alimento, con una malla de 50 micras instalada en el extremo del sifón, las muestras de heces fueron etiquetadas y secadas en una estufa BLUE M a 60°C hasta peso seco constante, posteriormente fueron incineradas en crisoles de porcelana en una mufla (SYBRON-THERMOLINE 1500) a 500°C durante tres horas para obtener

el contenido de materia orgánica. 4).- Excreción de amonio (U), se llevaron a cabo mediciones de la producción de nitrógeno amoniacal mediante la técnica de Azul Indofenol (Rodier, 1981) y se convirtieron a sus equivalentes calóricos con el factor de 5.73 cal.mg^{-1} de amonio excretado (Clifford y Brick, 1979). 5).- Efecto dinámico específico (EDE), que es la energía utilizada en el proceso de la digestión, conocido también como acción dinámica específica (ADE) (Nelson et al., 1977; Clifford y Brick, 1978), se cuantificó mediante el consumo de oxígeno en dos condiciones diferentes, alimentados y mantenidos sin alimentar durante 48 horas. Estos parámetros fisiológicos se cuantificaron para calcular el campo de crecimiento (P), el cual es considerado como la diferencia entre la energía incorporada en el alimento (C) y la suma de la energía utilizada en el consumo de oxígeno, producción de heces, excreción nitrogenada y efecto dinámico específico ($R + F + U + \text{EDE}$) (Nelson et al., 1977), expresados en $\text{Joules.dia}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \text{ PS}$ y calculados con la ecuación:

$$P = C - (R + F + U + \text{EDE})$$

Para la cuantificación de la Eficiencia de Asimilación se usó el método de Conover (1966) modificado por Condrey et al., (1972):

$$U' = \frac{C' - F'}{(1-F')C'} \times 100$$

donde:

C' es la razón entre el peso seco libre de cenizas y el peso seco del alimento y F' es la razón entre el peso seco libre de cenizas y el peso seco de las heces.

Los índices de crecimiento K₁ y K₂ se calcularon empleando las ecuaciones propuestas por Klekowsky y Duncan (1975), éstos se consideran como coeficientes cuantitativos de los cambios en la proporción de la energía consumida o asimilada, la cual es utilizada para crecimiento:

$$K_1 = \frac{P}{C} \times 100$$

$$K_2 = \frac{P}{A} \times 100$$

donde: P= campo de crecimiento o producción
A= energía asimilada
C= energía del alimento ingerido

Los registros biométricos se efectuaron cada 15 días, obteniendo el peso de cada organismo utilizando una balanza digital (OHAUS E 1500 D) y la medición de la longitud total y orbital mediante un Vernier. De acuerdo a Antiporda (1988), la medición de la longitud orbital es necesaria debido a que muchas veces estos organismos pierden parte del rostrum debido a su agresividad y para evitar registros incorrectos en cuanto a la longitud total se registró la longitud orbital como un índice más preciso. El cálculo del porcentaje de peso ganado se obtuvo de acuerdo a la fórmula propuesta por Teshima et al., (1978):

$$\text{Peso ganado (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100$$

donde: W = Peso final
W₀ = Peso inicial

Finalmente para la cuantificación de los efectos de las dietas proporcionadas a los organismos sobre el crecimiento en peso, longitud total, longitud orbital, eficiencia de asimilación, campo de crecimiento e índices de crecimiento K_1 y K_2 de las postlarvas de *M. rosenbergii*, estos fueron contrastados mediante el análisis de varianza de una vía (Sokal y Rohlf, 1969; Zar, 1974).

RESULTADOS.

El aumento en peso de las postlarvas de *M. rosenbergii* durante los 60 días del período experimental presentó diferencias significativas ($P < 0.05$), encontrándose un mayor incremento en las alimentadas con *A. franciscana* de 1.20 g, seguida de Pedregal con 0.42 g y Purina con 0.32 g ($P < 0.05$) (Fig. 1). Las postlarvas fueron 62% y 70% mayores en peso con *A. franciscana* que con Pedregal y Purina respectivamente. Con respecto a su peso inicial, estos incrementos correspondieron a 1700% de aumento en peso de las postlarvas alimentadas con *A. franciscana*, 600% para las que se les suministro Pedregal y 533%

para las que se les proporciono Purina (Tabla 2). Los pesos acumulativos finales obtenidos con las tres dietas representaron el siguiente porcentaje; 59% para las postlarvas alimentadas con *A. franciscana*, 23% con Pedregal y 18% con Purina (Fig. 2).

El crecimiento en la longitud total (Fig. 3) mostró que las postlarvas alimentadas con *A. franciscana* tuvieron un incremento de 26.1 mm, con Pedregal 16.5 mm, mientras que con Purina el aumento fue de 14.4 mm ($P < 0.05$) (Tabla 3). Las postlarvas fueron 20% y 26% mayores en longitud total con *A. franciscana* que con Pedregal y Purina respectivamente. Con respecto a su longitud total inicial, los incrementos representaron para los langostinos alimentados con *A. franciscana* 121.9%, con Pedregal 77.1% y para los sustentados con Purina represento 70.2%. Los resultados acumulativos finales obtenidos con las diferentes dietas proporcionalmente correspondieron para los alimentados con *A. franciscana* 39%, con Pedregal 32% y con Purina 29% (Fig. 4).

En relación a la longitud orbital (Fig. 5) se obtuvo un incremento de 22.1 mm con la dieta *A. franciscana*, con el alimento Pedregal de 11.5 mm y con Purina de 10.1 mm ($P < 0.05$). Las postlarvas fueron 26% y 32% mayores en longitud orbital con *A. franciscana*

que con Pedregal y Purina, respectivamente. Con respecto a su longitud orbital inicial (Tabla 4), proporcionalmente representaron un aumento de 124.8% para los langostinos alimentados con *A. franciscana*, 64.9% con Pedregal y 59.7% con Purina ($P < 0.05$). Los valores acumulativos finales de la longitud orbital representaron un porcentaje por dieta de 42% para *A. franciscana*, 30% para Pedregal y 28% para Purina (Fig. 6).

Al cuantificar el efecto de las dietas sobre la eficiencia de asimilación de las postlarvas de *M. rosenbergii*, se observó que los langostinos alimentados con *A. franciscana* tuvieron una eficiencia de asimilación de 91%, mayor ($P < 0.05$) que la obtenida para los organismos alimentados con las dietas Pedregal la cual correspondió a 89% y con Purina a 46% (Tabla 5).

El campo de crecimiento para las postlarvas alimentadas con *A. franciscana* fue 1536.84 ± 199.14 Joules.día⁻¹.g⁻¹ PS y con Pedregal 1658.67 ± 173.87 Joules.día⁻¹.g⁻¹ PS sin diferencias entre ellas ($P > 0.05$), sin embargo, comparadas con las que se les suministró Purina 1044.42 ± 95.69 Joules.día⁻¹.g⁻¹ PS, se observó una diferencia significativa ($P < 0.05$). Porcentualmente fue de 7.34% y 37.03% mayor para las postlarvas alimentadas con Pedregal que para los

organismos alimentados con *A. franciscana* y Purina respectivamente, mientras que el campo de crecimiento para los langostinos alimentados con *A. franciscana* fue 32.04% mayor que los alimentados con Purina. Por lo tanto, la energía potencial de crecimiento fue mayor en las postlarvas alimentadas con Pedregal y *A. franciscana* que las que se les suministró el balanceado comercial Purina (Tabla 5).

En los langostinos alimentados con *A. franciscana* se obtuvieron índices de crecimiento K_1 y K_2 de 99.07% y 99.14%, con Pedregal 98.92% y 99.09%, mientras que con Purina de 98.12% y 98.23%, respectivamente. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los valores de las eficiencias bruta K_1 y neta K_2 de las postlarvas alimentadas con las diferentes dietas (Tabla 5).

DISCUSION.

La bioenergética proporciona los conocimientos para relacionar las tasas de alimentación y de crecimiento de un organismo con las condiciones ambientales tanto en el medio natural como en condiciones de cultivo, ya que éstas están relacionadas con la tasa de la energía ingerida, las transformaciones y la utilización en las diferentes funciones fisiológicas del organismo (Brett y Groves, 1979; Allen y Wootton, 1982). Los balances energéticos han sido utilizados para una gran variedad de propósitos, los más comunes han sido la estimación del crecimiento o producción, el nivel trófico de las especies y pueden ser también un medio de evaluación de la importancia de los factores ambientales sobre el crecimiento (Schreck y Moyle, 1990). De lo anterior se desprende la importancia de experimentar con diferentes alimentos para el crecimiento de especies de interés comercial, como el trabajo realizado con *M. rosenbergii*, ya que permite evaluar la efectividad del alimento como fuente nutritiva y al mismo tiempo generar conocimiento aplicable en las granjas de producción para incrementar el éxito de éstas.

El incremento significativo del peso y talla de las postlarvas coincidió con la alta concentración de proteínas en las dietas, ya que presentaron los siguientes porcentajes proteicos; *A. franciscana* 54.58%, Pedregal 39.55% y Purina 32.47% (Tabla 1), con un porcentaje de ganancia en peso de 1700%, 600% y 533%, así como en longitud orbital de 124.8%, 64.9% y 59.7% respectivamente. Por su parte Antiporda (1988), obtuvo con postlarvas de *M. rosenbergii* porcentajes de ganancia en peso de 994%, 921%, 1417%, 955% y 1167% y de ganancia en longitud orbital de 95%, 107%, 123%, 108% y 114% utilizando alimentos con diferente contenido proteico 20%, 25%, 30%, 35% y 40%. Asimismo Balazs y Ross (1976), realizaron pruebas de crecimiento con postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* y obtuvieron los mejores resultados tanto en peso como en longitud ($P < 0.05$) en los organismos alimentados con una dieta de 35% de proteína. En relación a la importancia de las proteínas Deshimaru y Shigeno (1972) afirman que las más nutritivas para una determinada especie son aquellas en las que su contenido de aminoácidos es similar a la composición de la especie que es alimentada. Los resultados del presente estudio fueron 18% mayor en ganancia en peso y 5% en la longitud orbital en las postlarvas alimentadas con artemia, mientras que con los comerciales Pedregal y Purina tuvieron resultados similares de peso

y talla, aunque en un menor período experimental, respecto a los obtenidos por Antiporda (1988).

Los porcentajes de incremento en peso y longitud orbital obtenidos en este estudio a través de los alimentos comerciales, se encuentran dentro del intervalo mencionado por Antiporda (1988) y a la vez los mejores resultados correspondieron a las postlarvas alimentadas con la dieta de mayor contenido proteico, *A. franciscana* (54.58%). Por lo cual la fuente, el nivel proteico así como la composición de aminoácidos de la dieta recibe gran atención en el cultivo del langostino debido a su importancia básica nutricional, sin embargo es el componente más caro en la formulación de la dieta (Balazs et al., 1973; New, 1976a y b; Balazs y Ross, 1976). Por otra parte a través de la incorporación de alimento vivo se puede mejorar el valor nutritivo de las dietas en las granjas de producción, al adicionar proteínas, lípidos y carbohidratos, ya que gran parte de los organismos contienen estos elementos en cantidades adecuadas, como es el caso de la artemia, que de acuerdo a Sorgeloos (1983), en etapa juvenil y adulta constituye el mejor alimento en el cultivo de alevines y postlarvas de crustáceos.

Respecto al valor nutricional de artemia su contenido proteico es alto 37-71% (Léger et al., 1986; Sorgeloos et al., 1987; Castro, 1993), con un valor intermedio de 54.58% para este estudio y contiene los 10 aminoácidos considerados esenciales para peces y crustáceos (Seidel et al., 1980; Castro y Gallardo, 1993). Asimismo, el perfil de aminoácidos de artemia contiene los esenciales para los langostinos (Gallagher y Brown 1975; Seidel et al. 1980; Coll, 1983; Sorgeloos et al., 1987; Castro 1993) lo que clasifica a artemia como un buen alimento para *M. rosenbergii*, ya que se considera que entre más parecido sea el perfil de aminoácidos de las protefnas del alimento al de los organismos que serán alimentados, más alto es su valor nutricional, lo cual se reflejó en el peso y la talla de los langostinos, con porcentajes de peso de 62% y 70% mayores con artemia que con los alimentos comerciales Pedregal y Purina, mientras que en longitud total fueron mayores 20% y 26% y en la longitud orbital la diferencia fué de 26% y 32% respectivamente.

Respecto a los alimentos comerciales Coll (1983) y Wesche (1988), mencionan que para su elaboración se utiliza gran parte de protefnas de origen vegetal, lo cual provoca carencias de algunos aminoácidos esenciales como lisina, metionina, y triptófano, los cuales son

esenciales para el desarrollo de *M. rosenbergii*. Un factor considerado importante que afecta el aprovechamiento de este tipo de dietas, es que algunos ingredientes de los alimentos balanceados como leguminosas y cereales contienen inhibidores de protefnas que afectan su digestión, lo que provoca que a pesar de contener altos porcentajes protéicos no siempre sean digeribles, ocasionando un menor aprovechamiento del alimento, reflejándose en una disminución del ritmo de crecimiento, por lo que la combinación o alternancia en las granjas de producción de langostino de alimento vivo *A. franciscana* y un balanceado incrementaría el valor de la fuente nutritiva y como consecuencia la producción.

Hollsmith (1988a) sugiere que los niveles óptimos de protefna para alimentar crfas y juveniles de camarones y langostinos está entre 27% y 40% y para adultos entre 25% y 30%, asimismo, recomienda principalmente el suministro de nauplios de artemia para alimentar larvas y juveniles de *M. rosenbergii*. Por su parte Sorgeloos et al., (1987) y Castro (1993) recomiendan utilizar artemia juvenil y adulta para el desarrollo de etapas postlarvales de crustáceos, ya que contienen mayor cantidad de protefnas con aminoácidos esenciales que los nauplios. Antiporda (1988) reportó que el crecimiento en peso y longitud de postlarvas de *M. rosenbergii* fue mayor con alimento de 30% a 40% de

proteína. Sick y Beaty (1975) al desarrollar varios tipos de alimentos, para larvas y juveniles de *M. rosenbergii*, evaluados durante una serie de estudios de crecimiento, obtuvieron mejores resultados con una dieta comercial enriquecida con 15% de *Artemia salina*. Por su parte New (1976a) encontró que la tasa de crecimiento de *M. rosenbergii* fue mayor en organismos alimentados con harina de *A. salina*. La información sobre estudios de nutrición en langostinos indica que el nivel óptimo de proteína en la dieta para postlarvas y juveniles está entre 27% y 40%; considerando lo anterior, los valores proteicos de los alimentos comerciales utilizados en este trabajo están dentro del intervalo establecido como óptimo (Purina 32.47% y Pedregal 39.55%), aunque se establece también que para postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* estos niveles pueden ser aún mayores (*A. franciscana* 54.58%), lo que se manifestó como un mayor crecimiento debido a un mejor aprovechamiento del alimento por parte de los langostinos.

La aplicación de artemia en cualquiera de sus formas, viva, congelada, en forma de harina o como complemento ha permitido mejorar la alimentación de diversos organismos y en especial de *M. rosenbergii*. Los resultados de crecimiento del presente trabajo fueron mayores a través del suministro de juveniles y adultos de artemia viva, que

con los alimentos comerciales Pedregal y Purina, los cuales son utilizados en las Unidades de Producción del langostino. Mientras que el balanceado Pedregal fue superior a Purina, por lo que una combinación de artemia y Pedregal en la producción de langostinos incrementaría las posibilidades de mejores resultados al proveer los requerimientos nutritivos necesarios.

Dado que los valores de la eficiencia de asimilación fueron 3% y 50% mayores en las postlarvas alimentadas con *A. franciscana* que con Pedregal y Purina respectivamente, se estima que con este alimento los langostinos tuvieron una adecuada fuente nutritiva. Por otra parte Díaz et al., (1992b) obtuvieron en *M. rosenbergii* alimentados con Purina y Bovilac eficiencias de asimilación de 89.45% y 79.25% para postlarvas y 87.04% y 60.67% para juveniles respectivamente. Nelson et al., (1977) determinaron en juveniles de *M. rosenbergii* una eficiencia de asimilación de 86.4% y 87.6%. Larvas de *M. rosenbergii* alimentadas con nauplios de *A. salina* y carne de bagre seca-congelada presentaron eficiencias relativamente altas de 87% y 96% respectivamente, mientras que larvas alimentadas con una dieta con adición de *A. salina* tuvieron una eficiencia baja de 42% (Sick y Beaty, 1975). Se han registrado eficiencias de asimilación entre 80-89% para *Palaemon serratus*, *Pandalus platyceros*, *Penaeus setiferus* y *P. aztecus* suministrando dietas de origen vegetal

(Foster y Gabbott, 1971; Condrey et al., 1972). Los resultados de eficiencia de asimilación de este trabajo fueron 54% mayores con *A. franciscana* que los obtenidos por Sick y Beaty (1975) con larvas de *M. rosenbergii* alimentadas con *A. salina* y 5% mayores que la obtenida por Nelson et. al. (1977) a partir del suministro de *A. salina* a postlarvas de langostino inlayo.

Las postlarvas alimentadas con Pedregal Langostino mostraron una eficiencia de asimilación de 89%, similar al valor obtenido por Foster y Gabbott (1971) utilizando dietas vegetales y a Dfaz (1989) con la utilización de Chow Trucha Purina (44.16% de proteína), mientras que en este estudio en las alimentadas con Purina Langostino (32.47% de proteína) fué 46% de eficiencia, que representa un 48.6% menor que lo obtenido por Dfaz (1989), ésta baja se atribuye a la diferencia en el contenido de proteína entre los dos alimentos de Purina, lo cual se manifestó como un menor crecimiento. Es conveniente resaltar que las eficiencias obtenidas con el suministro de juveniles y adultos de artemia fueron superiores a lo reportado en la literatura para larvas y postlarvas de *M. rosenbergii*, lo que indica el alto valor nutricional de *A. franciscana*, además que los langostinos en etapa postlarval no tienen problema para

consumir juveniles-adultos de artemia, lo cual es importante debido a que el contenido de proteína es 30% mayor en adultos que en nauplios.

Los organismos alimentados con *A. franciscana* presentaron una mejor asimilación de la materia orgánica del alimento, que se reflejó directamente sobre el incremento en el peso y la longitud de las postlarvas, asimismo, el valor de la eficiencia de asimilación (91%) coincidió con lo referido por los autores antes mencionados, lo cual confirma el valor nutritivo de este alimento y su importancia en la dieta de *M. rosenbergii*. Se observa también que la reducción en la eficiencia de asimilación fue más marcada en los organismos alimentados con Purina (46%), el cual presentó menor consistencia en el agua lo que dificultó la alimentación de los organismos, al respecto Díaz et al.,(1992b) mencionan que las diferencias observadas en langostinos alimentados con dietas experimentales y las reportadas para los crustáceos de importancia comercial, se deben a que la eficiencia de asimilación es un proceso altamente variable que depende de varios factores como la especie en la cual se determinó, del estadio del ciclo de vida de los organismos, de las condiciones ambientales en las cuales los animales fueron mantenidos, del tipo y concentración del alimento proporcionado y del método mediante el cual se realizó la determinación.

La energía ingerida a través del alimento fue canalizada en su mayor parte hacia el campo de crecimiento por los organismos alimentados con *A. franciscana* y Pedregal Langostino, por lo tanto los gastos energéticos derivados hacia los procesos metabólicos, tales como consumo de oxígeno, efecto dinámico específico y excreción nitrogenada fueron menores. Warren y Davis (1967) denominan campo de crecimiento a la diferencia entre la energía asimilada y la suma de gastos energéticos utilizados en respiración y excreción. Por lo tanto, los resultados de este estudio permiten considerar a *A. franciscana* como un buen alimento para peces y crustáceos de importancia comercial, lo cual no discrepa de lo obtenido por otros autores referente a la potencialidad de artemia como alimento (Mootz y Epifanio, 1974; Sick y Beaty, 1975; Prescott, 1980; Corbin et al., 1983; Léger et al., 1986; Sorgeloos et al., 1987; Castro, 1993). Sin embargo, los costos de producción a nivel de cultivo se elevarían considerablemente si se utilizara exclusivamente *A. franciscana* para alimentar durante todo el ciclo de vida de *M. rosenbergii*, por lo que es indispensable determinar en cual estadio resulta más propicio suministrar este alimento. Autores como Sick y Beaty (1975), New (1976a) y Castro (1993) sugieren la aplicación de este alimento para el estadio de larva y postlarva o bien en la dieta de los reproductores, ya que estas etapas se consideran críticas para el desarrollo de los organismos. Por lo tanto,

basado en los estudios previos como en los resultados del presente trabajo, se recomienda el alimento *A. franciscana* en las etapas larval y postlarval de *M. rosenbergii* y el alimento comercial Pedregal Langostino en la etapa de juvenil-adulto para ser utilizados en las Unidades de Producción de langostinos.

Con relación al campo de crecimiento, se observó que las postlarvas alimentadas con las dietas *A. franciscana* y Pedregal Langostino, no presentaron diferencias significativas, sin embargo si se encontraron diferencias significativas comparadas con los organismos alimentados con Purina. El campo de crecimiento de los langostinos alimentados con Pedregal y *A. franciscana* fue 37.03% y 32.04% mayor que los alimentados con Purina respectivamente. Estos resultados son mayores que los obtenidos por Díaz et al., (1992) con postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* alimentados con Bovilac Langostino y Chow Trucha Purina. Esto significa que *A. franciscana* y Pedregal son los alimentos que cubren los requerimientos nutricionales necesarios para promover un mayor crecimiento de los langostinos. Además todo indica que tanto la cantidad como la calidad de proteínas establece la diferencia del efecto que tienen las dietas sobre el crecimiento y la asimilación en las postlarvas de *M. rosenbergii*.

Por otra parte la comparación de las eficiencias de crecimiento entre las postlarvas, muestra que las dietas *A. franciscana* y Pedregal proporcionan los nutrientes adecuados para llevar a cabo los procesos fisiológicos con un gasto energético mínimo, mientras que con Purina el consumo de alimento para cubrir los requerimientos energéticos de los organismos fue mayor, lo que influyó directamente sobre las eficiencias bruta K_1 y neta K_2 de crecimiento. Se han reportado índices de crecimiento K_1 y K_2 para postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* dentro de un intervalo de 69.11% a 94.04% y 66.77% a 93.27% respectivamente (Díaz, 1989; Juárez y Pérez, 1989), asimismo, Nelson y Knigh (1977) y Logan y Epifanio (1978) encontraron para juveniles de *M. rosenbergii* y *Homarus americanus* un K_1 de 3.5% y 18%. Los resultados de las eficiencias de utilización de la energía consumida o asimilada para el crecimiento K_1 y K_2 no fueron estadísticamente diferentes para las dietas con un mayor contenido proteico *A. franciscana* (54.58% de proteína) 99.07% y 99.14% y Pedregal (39.55% de proteína) 98.92% y 99.09%, sin embargo estos valores descendieron cuando disminuyó la concentración de proteínas en el alimento, como es el caso de la dieta Purina (32.47% de proteína) 98.12% y 98.23% respectivamente. Esta diferencia se atribuye a que los alimentos *A. franciscana* y Pedregal Langostino proporcionaron en mayor grado que la dieta Purina Langostino, los requerimientos

nutricionales necesarios para el estadio postlarval de *M. rosenbergii*, que con el adecuado mantenimiento de la calidad del agua, minimizó los costos metabólicos de los organismos, por lo que la energía disponible suministrada a través del alimento fue canalizada para crecimiento.

La importancia que tienen los estudios bioenergéticos en organismos acuáticos de interés comercial como el realizado con *M. rosenbergii* radica en que éste es un índice cuantitativo que permite describir, explicar y predecir la condición o estado fisiológico de los organismos y también es un método útil para evaluar el efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento de los animales cultivados en condiciones controladas (Díaz et al., 1992a).

Los resultados de la presente investigación indican que las postlarvas de *M. rosenbergii* alimentadas con *A. franciscana* obtuvieron los mejores resultados de crecimiento, lo cual en comparación con los alimentos comerciales probados establece la importancia nutricional de éste alimento vivo en la dieta de los langostinos, ya que es un organismo con el 54.58% de proteína, cuyo perfil de aminoácidos incluye los esenciales para crustáceos. Considerando que las proteínas y aminoácidos, inciden directamente sobre el mantenimiento y crecimiento

de los organismos y a la vez son importante fuente de energía, aunado a esto, su contenido de ácidos grasos es el adecuado y en cantidades suficientes para peces y crustáceos, asegurando con esto una importante fuente de energía metabólica, que junto con los carbohidratos contribuyen a mejorar la palatabilidad de los alimentos. Por las razones expuestas anteriormente, el efecto de *A. franciscana* sobre las postlarvas de langostino *M. rosenbergii* fue mayor en el crecimiento, eficiencia de asimilación, índices de crecimiento y presentó un comportamiento similar en el campo de crecimiento con la dieta Pedregal Langostino, siendo este efecto mayor al del alimento balanceado Purina Langostino, debido a que produjo menores gastos energéticos para que las postlarvas cubrieran sus requerimientos metabólicos, por lo que la energía disponible fue canalizada hacia el crecimiento.

CONCLUSIONES.

-El efecto de los alimentos sobre el crecimiento en peso, longitud total, longitud orbital y eficiencia de asimilación de las postlarvas de *M. rosenbergii* fue significativamente mayor ($P < 0.05$) para los organismos alimentados con *A. franciscana*, mientras que de los alimentos comerciales con Pedregal Langostino se obtuvo mejores resultados que con Purina Langostino.

-La eficiencia de asimilación fue menor en las postlarvas de *M. rosenbergii* alimentadas con la dieta comercial Purina Langostino (46%), que en las alimentadas con Pedregal Langostino (89%) y *A. franciscana* (91%), debido a que estos alimentos proporcionaron los nutrientes necesarios para que la asimilación y el crecimiento de los langostinos fuera mayor ($P < 0.05$).

-El efecto de los alimentos sobre el campo de crecimiento de los langostinos fue 37.03% y 32.04% mayor en los

organismos alimentados con Pedregal Langostino y *A. franciscana*, ya que son los alimentos que proporcionaron un mayor contenido proteico, que en aquellos alimentados con Purina Langostino.

-No se encontraron diferencias significativas en el efecto de las dietas sobre los índices de crecimiento K₁ y K₂ de las postlarvas, sólo una tendencia a ser mayores de los organismos alimentados con *A. franciscana* y un descenso al disminuir la concentración de proteínas en el alimento.

-Finalmente se concluye que suministrar juveniles-adultos de *A. franciscana* para alimentar a postlarvas de *M. rosenbergii* y proporcionar a etapas avanzadas del langostino una dieta que contenga un valor nutritivo similar a artemia o por lo menos al alimento comercial Pedregal Langostino, permitirá aumentar las posibilidades de éxito en los cultivos intensivos de esta especie.

LITERATURA CITADA.

- Allen, J. R. M. and Wootton, R. J., 1982. The effect of ration and temperature on the growth of the tree-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. *J. of Fish Biol.*, 20: 409-422.
- Amat, F., 1985. Utilización de *Artemia* en acuicultura. *Inf. Téc. Inst. Pesq.* 128-129.
- Amat, F., Hontoria, F. y Navarro, J. C., 1987. Valor nutritivo de nauplios de *Artemia* como alimento de peces y crustáceos. *Cuad. Marisq. Publ. Téc.*, 8: 67-77.
- Antiporda, J., 1988. Requerimientos nutricionales del langostino Malayo (*Macrobrachium rosenbergii*). *Acuavisión. Rev. Mex. de Acuicultura*, 15: 10-12.
- Balazs, G. H., Ross, E. and Brooks, C. C., 1973. Preliminary studies on the preparation and feeding of crustacean diets. *Aquaculture*, 2: 369-377.

- Balazs, G. H. and Ross, E., 1976. Effect of protein source and level of growth and performance of the captive freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 7: 299-313.
- Bautista, P. C., 1988. **Crustáceos. Tecnología de Cultivo**. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. 180 pp.
- Brett, J. R. and Groves, T. D., 1979. **Physiological Energetics**. In: Hoar, W. S., Randall, D. J. and Brett, J. R., (eds.), **Fish Physiology, Volume VIII. Bioenergetics and Growth**. Academic Press, New York. 289-352.
- Castro, B. T. y Gallardo R. C., 1993. *Artemia* sp.. Cuadernos CBS 31. UAM-Xochimilco. División Ciencias Biológicas y de la Salud, Departamento el Hombre y su Ambiente. 54 pp.
- Castro, B. T., 1993. **Biología y Cultivo de *Artemia franciscana* en el Ex Lago de Texcoco, de Ecatepec, Estado de México. Tesis Doctoral (Biología), Facultad de Ciencias, U. N. A. M., . 72 pp.**

Claus, C., Benijts, F., Sorgeloos, P., 1979. Comparative study of different geographical strains of the brine shrimp *Artemia salina*. 91-105. In: Fundamental and applied research on the brine shrimp *Artemia salina* (L.) in Belgium. EMS Special Publications 2 Ed. Jaspers, E. Institute for Marine Scientific Research, Bredene, Belgium. 100 pp.

Clifford, H. C. and Brick, R. W., 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. of the Ninth Annual Meeting World Mariculture Society. Atlanta, Georgia, 195-208.

Clifford, H. C. and Brick, R. W., 1979. A physiological approach to the study of growth and bioenergetics in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Proc. World Maricul. Soc., 10: 710-719.

Clifford, H. C. and Brick, R. W., 1983. Nutritional physiology of the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. Sustrate metabolism in fasting juvenile shrimp. Comp. Biochem. Physiol., 74a: 561-568.

Coll, M. J., 1983. *Acuicultura Marina Animal*. Ed. Mundiprensa, Madrid, España. 960 pp.

Condrey, R. E., Gosselink, J. and Bennet, H. J., 1972. Comparison of the assimilation of diferent diets by *Penaeus setiferus* y *P. aztecus*. *Fish Bull.*, 70: 1281-1292.

Conover, R. J., 1966. Assimilation of organic matter by zooplanton. *Limnol. Oceanogr.*, 11: 338-346.

Corbin, J. S., Fujimoto, M. M. and Iwai, T. Y. Jr., 1983. feeding practices and nutritional considerations for *Macrobrachium rosenbergii* culture in Hawaii. In: *CRC Handbook of Mariculture Crustacean Aquaculture*, (1): 391-412.

Dawirs, R. R., 1983. Respiration, energy balance and development during growth and starvation of *Carcinus maenas* larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 69: 105-128.

De La Higuera, M., 1985. Fuentes de proteína y de energía alternativas en acuicultura. Asociación Americana de Soya. ASA/México, 66: 1-8.

Deshimaru, O. and Shigeno, R., 1972. Introduction to the artificial diet for prawn *Penaeus japonicus*. *Aquaculture*, 1: 115-133.

Díaz, H. F., 1989. Estudio Ecofisiológico del Langostino Gigante *Macrobrachium rosenbergii*. Tesis Doctorado en Ciencias (Biología). Facultad de Ciencias, U.N.A.M., 105 pp.

Díaz, H. F., Juárez, C. G., Pérez, C. E. y Buckle, R. F., 1992a. Balance energético de postlarvas y juveniles del langostino Malayo *Macrobrachium rosenbergii* De Man (CRUSTACEA:PALAEMONIDAE). *Cienc. Marinas*, 18 (2):19-32.

Díaz, H. F., Pérez, C. E., Juárez, C. G. y Buckle, R. F. L., 1992b. Eficiencias de asimilación y de crecimiento de postlarvas y juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* (De Man)

alimentados con dos dietas balanceadas. *Cienc. Marinas*, 18
(4): 17-26.

Dfiaz, H. F., Gutiérrez, M. P. y Garrido, M. A., 1993. Temperatura preferida y óptima para el crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii*. *Rev. Biol. Tropical*, 41: 155-157.

Fernando, A. A. and Phang, U. P. E., 1985. Culture of the Guppy, *Poecilia reticulata* in Singapore. *Aquaculture*, 51: 49-63.

Elliot, J. M. and Davison, W., 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics. *Oecologia*, 19: 195-201.

Forster, M. R. J. and Gabbott, A. P., 1971. The assimilation of nutrients from compounded diets by the prawns *Palaemon serratus* and *Pandalus platyceros*. *J. of the Marine Biol. Association of the U.K.* 51: 943-961.

Gallagher, M. and Brown, W. D., 1975. Composition of San Francisco Bay Brine Shrimp (*Artemia salina*). *J. Agric. Food Chem.*, 23: 630-632.

Goodwin, H. L. and Hanson, J. A., 1975. The aquaculture of freshwater prawns *Macrobrachium rosenbergii*. The Oceanic Institute. Naimanaloa, Hawaii. 95 pp.

Helfrich, P., 1973. The feasibility of brine shrimp production on Christmas Island. Sea Grant Technical Report Unihiseagranttr-73-02; 173.

Hollschmit, H. K., 1988a. Manual Técnico para el Cultivo y Engorda del Langostino Malayo. Fidelcomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero. Secretaria de Pesca FONDEPESCA, México. 100 pp.

Hollschmit, H. K., 1988b. Nutrición y Preparación de Dietas para Langostino. Acuavisión, 14: 11-15.

Juárez, C. G. y Pérez, C. M. E., 1989. Efecto de dos dietas sobre el balance energético de postlarvas y juveniles del langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Tesis Licenciatura en Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. 44 pp.

Klekowsky, R. Z. and Duncan, A., 1975. Physiological approach to ecological energetics. In: Grodzinsky, W.; Klekowski, R. Z. and Duncan A. (Eds). *Methods for Ecological Bioenergetics*. I.B.P., Blackwell Sci. Publ., Oxford. 15-64.

Léger, P., Bengtson, D. A., Simpson, K. L. and Sorgeloos, P., 1986. The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Océogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 24: 521-623.

Levine, D. M. and Sulkin, S. D., 1979. Partitioning and utilization of energy during the larval development of the xanthid crab *Rhithropanopeus harrissi*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 40: 247-257.

Logan, D. T. and Epifanio, C. E., 1978. A laboratory energy balance for the larvae and juvenile of the american lobster *Homarus americanus*. *Mar. Biol.*, 47: 381-389.

Moore, B. L. and Stanley, W. R., 1982. Corn silage as a feed supplement for grow-out of *Macrobrachium rosenbergii* in ponds. *J. World Maricul. Soc.*, 13: 86-94.

Mootz, C. A. and Epifanio, C. E., 1974. An energy budget for *Mennip mercenaria* larvae fed *Artemia* nauplii. **Biol. Bull.**, 146: 44-55.

Moyle, B. P. and Cech, J. J., 1988. **FISHES an introduction to Ichthyology.** Prentice-Hall, Inc., New Jersey. 387 pp.

Nelson, S. G., Knigth, A. W. and Li, H. W., 1977. The metabolic cost of food utilization and ammonia production by the juvenile *Macrobrachium rosenbergii*. **Comp. Biochem. Physiol.**, 57: 67-72.

Nelson, S. G. and Knigth, A. W., 1977. Ecological energetics and its application to the evaluation of diets for aquatic species, with special regard to the giant malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **Proc. Ann. Meet. World Mar. Soc.**, 8: 779-785.

New, B. M., 1976a. A review of shrimp and prawn nutrition. **Proc. 17 Ann. Meet. World Maricul. Soc.**, San Diego, 277-287.

New, B. M., 1976b. A review of dietary studies with shrimp and prawns.
Aquaculture, 9: 101-144.

New, B. M. and Singholka, S., 1984. Cultivo del camarón de agua dulce.
Manual para el cultivo de *Macrobrachium rosenbergii*.
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y
la Alimentación. Roma. 276 pp.

Prescott, S. R., 1980. Economics of *Artemia* nauplii use in aquaculture. **J.**
World Maricul. Soc., 11: 175-180.

Rodier, J., 1981. Análisis de las Aguas. Omega, Barcelona, España. 1059
pp.

Sakamoto, M., Holland, D. L. and Jones, D. D., 1982. Modification of the
nutritional composition of *Artemia* by incorporation of
polyunsaturated fatty acids using
micro-encapsulated diets. **Aquaculture**, 28: 311-320.

Sandifer, A. P. and Joseph, D. J., 1976. Growth responses and fatty acid
composition of juvenile prawns (*Macrobrachium rosenbergii*)

fed a prepared ration augmented with shrimp head oil.
Aquaculture, 8: 129-138.

Sasaki, G. C., Capuzzo, J. M. and Biesiot, P., 1986. Nutritional and bioenergetic consideration in the development of the american lobster *Homarus americanus*. **Can. J. Fish. Aquatic. Sci.**, 43: 2311-2319.

Schreck, B. C. and Moyle, B. P., 1990. **Methods for Fish Biology**. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland, USA. 684 pp.

Seidel, C. R., Kryznowek, J. and Simpson, K. L., 1980. Internatinal study on *Artemia* XI. Amino acid composition and electrophoretic protein patterns of *Artemia* from five geografical location. **Universa Press, Wetteren**. 375-382.

SEPESCA, 1981. **Introducción a la Piscicultura. Requerimientos nutricionales, fabricación, evaluación y dietas**. Dir. Gral. de Acuicultura, México. 134 pp.

Sick, L. V. and Beaty, H., 1975. Development of formula foods designed for *Macrobrachium rosenbergii* larval and juvenile shrimp. Proc. 6 ANN. Meet. World Mar. Soc., 89-102.

Sokal, R. y Rohlf, J., 1969. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. II.* Blume Ediciones, España. 819 pp.

Sorgeloos, P., 1983. Brine Shrimp *Artemia* in coastal salwaters, inexpensive source of food for vertically integrated aquaculture. *Aquaculture Magazine* 9: 25-27.

Sorgeloos, P., Léger, P., Lavens, P. and Tackaert, W., 1987. Increased yields of marine fish and shrimp production through application of innovative techniques with *Artemia*. *Aquaculture et Développement, Cahiers Ethologie Appliquée*, 7: 43-50.

Spotte, S., 1973. *Marine Aquarium Keeping. The Science, Animals and Art.* John Wiley & Sons, New York-London-Sidney-Toronto. Awiley Interscience Publication. 93-112.

Tacon, A. G. J., 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. A training Manual I. The essential nutrients. FAO/GCP/RLA/075/ITA. Brasilia, Brasil. 117 pp.

Taechanuruk, S. and Stickney, R. R., 1982. Effects of feeding rate and feeding frequency on digestibility in the freshwater shrimp (*Macrobrachium rosenbergii*). J. World Maricul. Soc., 13: 63-72.

Teshima, S., Ojeda, G. and Canazawa, A., 1978. Nutrition requeriments of tilapia: utilization of dietary protein by *Tilapia zilli*. Fac. Fish Kagoshima University, 27: 49-57.

Warren, C. E. and Davis, G. E., 1967. Laboratory studies on the feeding, bioenergetics and growth of fish. In: Gerking, S. D. (eds.). The biological basis of fish production. Blackwell. Sci. Pub. Londres. 279-352.

Watanabe, T., Oowa, F., Kitajima, C. and Fujita, S., 1978. Nutritional quality of Brine shrimp, *Artemia salina* as a living feed

frome viewpoint of essential fatt y acids for fish. **Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.**, 44: 1115- 1121.

Wesche, E. P., 1988. Factores que afectan el valor nutritivo de las dietas para organismos acuáticos. **Acuavisión**, 14: 6-7.

Zar, J. H., 1974. **Biostatistical Analysis**. Prentice-Hall, London. 620 pp.

TABLA 1.- Análisis proximal de los alimentos Pedregal Langostino, Purina Langostino y Artemia franciscana proporcionados a las postlarvas de Macrobrachium rosenbergii.

REGISTROS	D I E T A S		
	PEDREGAL	PURINA	<u>Artemia franciscana</u>
Materia seca (%)	100.00	100.00	100.00
Proteína cruda (%)	39.55	32.47	54.58
Extracto estereo (%)	4.22	2.26	9.75
Cenizas (%)	8.91	9.45	12.71
Fibra cruda (%)	3.24	3.23	3.09
Extracto libre de N (%)	44.08	52.58	19.87
Total de nutr. dig. (%)	79.50	77.88	77.13
Energía dig. Kcal/Kg	3504.98	3433.67	3400.73
Energía metab. Kcal/Kg	2873.78	2815.32	2788.31

Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Laboratorio de Análisis Químicos para Alimentos (SARH 0950693). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M.

TABLA 2.- Crecimiento en peso de las postlarvas de Macrobrachium rosenbergii alimentadas con diferentes dietas.

REGISTRO/PROMEDIO	D I E T A S		
	PEDREGAL	PURINA	<u>Artemia</u> <u>franciscana</u>
Peso inicial (g)	0.07	0.06	0.06
Peso final (g)	0.49	0.38	1.26
Incremento en peso (g)	0.42	0.32	1.20
Incremento en peso (%)	600	533	1700

TABLA 3.- Crecimiento en longitud total de postlarvas de Macrobrachium rosenbergii alimentadas con diferentes dietas.

REGISTROS/PROMEDIO	D I E T A S		
	PEDREGAL	PURINA	<u>Artemia</u> <u>franciscana</u>
Longitud total inicial (mm)	21.4	20.5	21.4
Longitud total final (mm)	37.9	34.9	47.5
Incremento en longitud total (mm)	16.5	14.4	26.1
Incremento en longitud total (%)	77.1	70.2	121.9

TABLA 4.- Crecimiento en longitud orbital de postlarvas de Macrobrachium rosenbergii alimentadas con diferentes dietas.

REGISTRO/PROMEDIO	D I E T A S		
	PEDREGAL	PURINA	<u>Artemia</u> <u>franciscana</u>
Longitud orbital inicial (mm)	17.7	16.9	17.7
Longitud orbital final (mm)	29.2	27.0	39.8
Incremento en longitud orbital (mm)	11.5	10.1	22.1
Incremento en longitud orbital (%)	64.9	59.7	124.8

TABLA 5.- Eficiencia de asimilación, eficiencias de crecimiento y campo de crecimiento de postlarvas de M. rosenbergii alimentadas con las dietas Pedregal Langostino, Purina Langostino y Artemia franciscana.

REGISTROS	D I E T A S		
	PEDREGAL	PURINA	<u>Artemia</u> <u>franciscana</u>
Eficiencia de asimilación	89%	46%	91%
Índice de crecimiento K ₁	98.92%	98.12%	99.07%
Índice de crecimiento K ₂	99.09%	98.23%	99.14%
Campo de crecimiento P	1658.67±	1044.42±	1536.84±
Joules.día ⁻¹ .g ⁻¹ PS	173.87	95.69	199.14

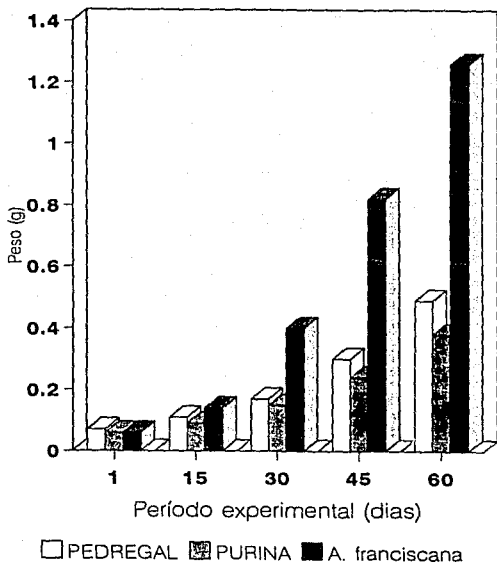


Fig. 1.-Incremento en peso de las postlarvas de *Macrobrachium rosebergii* alimentadas con PEDREGAL, PURINA y *Artemia franciscana*

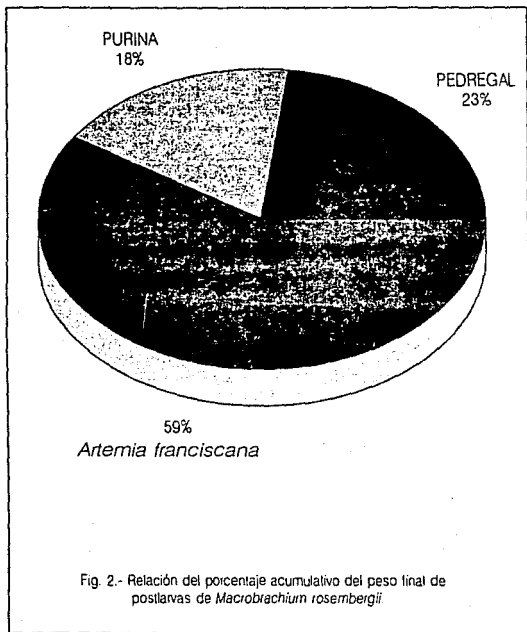


Fig. 2.- Relación del porcentaje acumulativo del peso final de postlarvas de *Macrobrachium rosebergii*

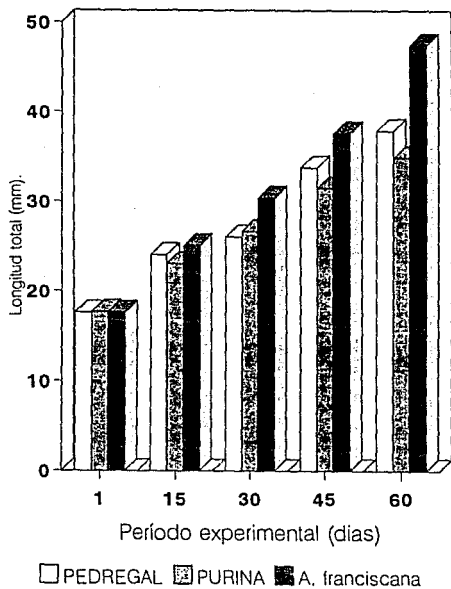


Fig. 3. Incremento en longitud total de postlarvas de *Macrobrachium rosebergii* alimentadas con PEDREGAL, PURINA y *Artemia franciscana*.

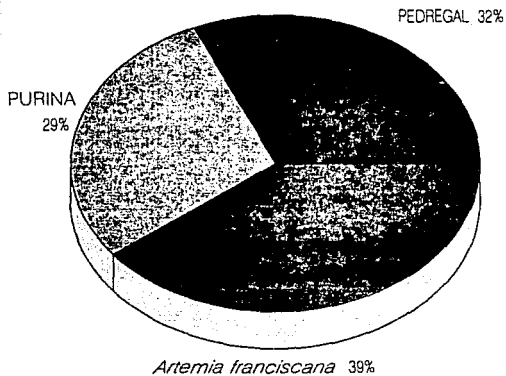


Fig. 4.- Relación del porcentaje acumulativo de la longitud total final de postlarvas de *Macrobrachium rosebergii*.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

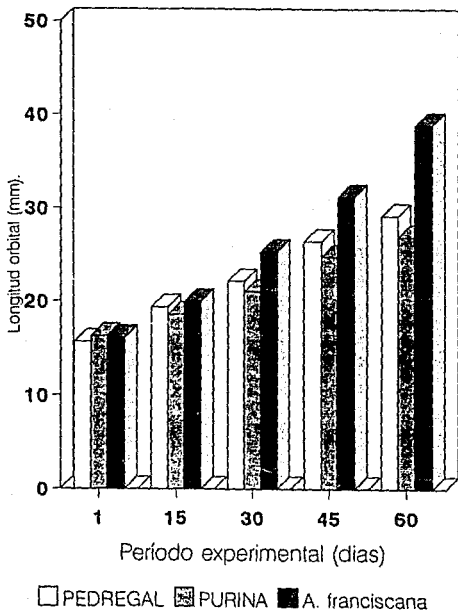


Fig. 5.- Incremento en longitud orbital de postlarvas de *Macrobrachium rosebergii* alimentadas con PEDREGAL, PURINA y *Artemia franciscana*

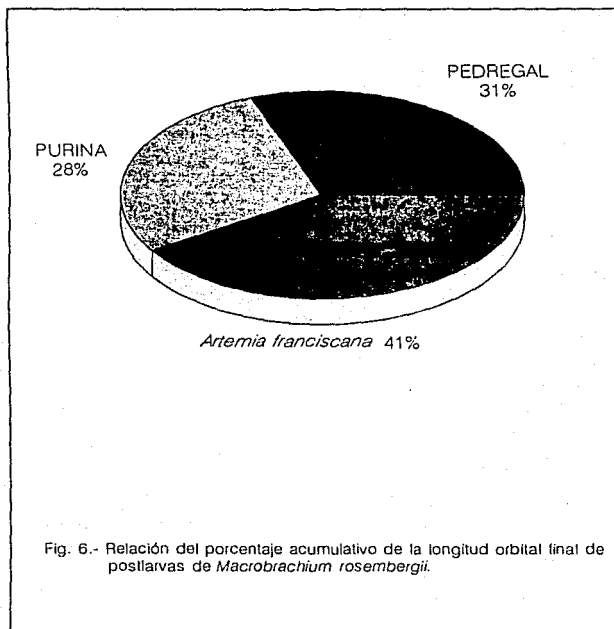


Fig. 6.- Relación del porcentaje acumulativo de la longitud orbital final de postlarvas de *Macrobrachium rosebergii*.