

29110

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS



EFFECTO DE DOS DIETAS SOBRE EL BALANCE ENERGETICO DE  
POSTLARVAS Y JUVENILES DEL LANGOSTINO GIGANTE

*Macrobrachium rosenbergii* (DE MAN)

T E S I S

Que para obtener el Titulo de:

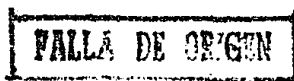
B I O L O G O

presentan

GABRIEL JUAREZ CASTRO  
MARIA ESTELA PEREZ CRUZ

México, D. F.

1989





Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **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.

## INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
MATERIALES Y METODOS	8
RESULTADOS	14
DISCUSION	20
CONCLUSIONES	29
LITERATURA CITADA	30

## RESUMEN

Se determinaron las ecuaciones del balance energético para las postlarvas y los juveniles del langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii* alimentados con las dietas comerciales balanceadas Bovilac Langostino y Chow Trucha Purina, así como también la eficiencia de asimilación, las eficiencias de crecimiento  $K_1$  y  $K_2$  y el tipo de sustrato oxidado durante el período experimental, para lo cual se determinaron los índices metabólicos como el cociente respiratorio, relación O:N atómicos y la tasa de utilización del sustrato metabólico.

Se encontró un efecto calorigénico producido por la digestión de las dietas, el cual produjo un incremento en la tasa metabólica en un intervalo del 2% al 31%, siendo mayor en el caso de las postlarvas y los juveniles alimentados con la dieta Purina.

En la medición del balance energético tanto de postlarvas como de juveniles se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en el campo de crecimiento, ya que se encontró que los organismos alimentados con la dieta Purina en ambos estadios, crecieron un 10.77% más en postlarvas y un 18.49% más en juveniles, que los organismos alimentados con la dieta Bovilac.

Asimismo, la eficiencia de asimilación determinada fue mayor ( $P < 0.05$ ) para las postlarvas y juveniles alimentados con Purina, ésta fue de 89.54% y 87.04% respectivamente.

Las eficiencias de crecimiento  $K_1$  y  $K_2$  también mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), siendo mayores los valores para las postlarvas y juveniles del langostino alimentados con Purina, donde el  $K_1$  y el  $K_2$  para las postlarvas fue del 79.88% y 74.64% y para juveniles del 85.26% y 93.27% respectivamente. Esto mostró que los organismos alimentados con

esta dieta tuvieron una mejor distribución de la energía ingerida del alimento, la cual fue destinada para el crecimiento.

Los resultados obtenidos a partir de los índices metabólicos determinados, mostraron que los carbohidratos fueron el principal sustrato oxidable seguido de los lípidos y las proteínas, por consiguiente se puede inferir que las proteínas que ingirieron los organismos a través del alimento fueron destinadas fundamentalmente para el crecimiento.

Las posibles implicaciones de los resultados se discutieron con relación a la optimización de las prácticas acuaculturales intensivas tanto de las postlarvas como de los juveniles del langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii*.

## INTRODUCCION

Actualmente el cultivo de los crustáceos decápodos progresa en forma acelerada ya que continuamente se implementan nuevas técnicas de cultivo que hacen posible que éstos sean más rentables y con resultados más predecibles. En México, los crustáceos tienen una gran importancia comercial, en particular el langostino que ocupa el tercer lugar en la explotación pesquera después del camarón y la jaiba (Hollschmit, 1988).

Las 125 especies descritas pertenecientes al género *Macrobrachium* se encuentran mundialmente distribuidas en las zonas tropicales y subtropicales, de éstas, solo 11 se han descrito para México, donde además se ha introducido el langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii* nativo de la región del Indopacífico (Villalobos, 1982 ; Hollschmit, 1988).

Actualmente se cultivan varias especies de crustáceos, sin embargo el langostino gigante *M. rosenbergii* es una de las especies dulceacuícolas de mayor importancia económica en el mundo y en México tiene un gran potencial para la acuicultura comercial a gran escala ya que los atributos favorables para el cultivo de estos organismos incluyen una reproducción exitosa en cautiverio, una buena tasa de crecimiento y sobrevivencia, una gran aceptabilidad para su consumo y un alto valor comercial (Hollschmit, 1988 ; Arana, 1980 ; Ling, 1969).

El interés por el aprovechamiento de las especies comerciales adquiere gran importancia y por consiguiente los estudios de crecimiento y de los factores que contribuyen a aumentarlo. Clifford y Brick (1979) mencionan la conveniencia de identificar los parámetros tanto ambientales como nutricionales que puedan incrementar la tasa de crecimiento de los organismos en condiciones de cultivo.

En un organismo heterótrofo el crecimiento es función de

la energía incorporada en el alimento ingerido (C). Parte de ésta energía se pierde a través de las heces (F) y parte es asimilada. De la porción asimilada, una fracción es utilizada en los procesos metabólicos tales como la respiración y la actividad locomotora (R); otra parte es excretada (U) y la fracción restante de energía es utilizada en crecimiento ó producción (P). Estos constituyen esquemáticamente el balance energético de un organismo (Baumich et al., 1975). La expresión más simple de los modelos sobre balance energético es la propuesta por Flekowitz y Duncan (1975):

$$C = R + F + U + P$$

En el laboratorio es posible determinar con precisión, cada uno de los elementos de la ecuación cuyos valores representan la tasa de los diferentes procesos fisiológicos señalados, expresados en unidades de energía/tiempo.

Esta ecuación básica ha sido modificada de acuerdo al organismo utilizado como unidad experimental. En el caso de los crustáceos se debe tomar en cuenta la energía que se pierde cuando el animal muda (Ex) y tratándose del efecto que tienen las diversas dietas sobre el campo de crecimiento es importante considerar la energía perdida en el proceso de la digestión o efecto calorigénico del alimento, conocido también como acción dinámica específica (ADE). (Nelson et al., 1977; Clifford y Brick, 1978)

$$C = R + F + U + ADE + Ex + P$$

Así, una vez cuantificadas las tasas fisiológicas, es posible medir la energía neta que muestre el incremento ó la disminución de la materia corporal o los cambios positivos ó

negativos en el campo: decaimiento, mediante 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, ADE y exuvia.

$$P = C - (R + F + U + ADE + Ex)$$

La determinación del balance energético en los organismos cultivados comercialmente es de gran importancia ya que éste incluye los diferentes destinos de la energía ingerida a través del alimento por el organismo y no solamente el aumento en peso experimentado por el animal. También son útiles para el cultivo otros índices como la eficiencia de asimilación, la cual se define como la relación entre la cantidad de materia orgánica ingerida y la cantidad de materia orgánica en las heces (Condrey et al., 1972). Las eficiencias de crecimiento ( $K_1$  y  $K_2$ ) las cuales representan la relación entre la cantidad de energía consumida ( $K_1$ ) ó asimilada ( $K_2$ ) la cual es canalizada para crecimiento (Klekowski y Duncan, 1975). Y los índices metabólicos como el cociente respiratorio el cual permite determinar el tipo de sustrato metabólico oxidado. Con este índice un valor de 0.5 a 0.7 corresponde a la utilización de proteínas, entre 0.7 a 0.8 equivale a la utilización de lípidos en tanto que un intervalo de 0.8 a 1.0 indica que son los carbohidratos el sustrato oxidado (Barber y Blake, 1985). Asimismo la relación O:N atómicos refleja el nivel de proteína oxidado en el metabolismo animal si este valor es de 7.0 a 9.0, valores mayores de 24.0 mostraran la utilización de lípidos y carbohidratos y la tasa de sustrato metabólico que describe cuantitativamente la mezcla de sustrato oxidable en términos de una tasa absoluta como % de proteínas, % de lípidos y % de carbohidratos (Clifford y Brick, 1980 ; Barber y Blake, 1985)



Es necesario señalar que el conocimiento de los elementos esenciales (proteínas, lípidos y carbohidratos), que el organismo utiliza en un momento determinado pueden ser de utilidad para definir las características nutricionales de la dieta. Esta fuente de energía disponible proporcionará los elementos esenciales los cuales serán transformados por el organismo a través de una serie de procesos oxidativos que llevarán al rompimiento de estas moléculas complejas en sus unidades básicas. Este proceso conducirá a la obtención de energía disponible para realizar trabajo biológico (Klebowsky y Duncan, 1975).

Con respecto a *Macrobrachium rosenbergii* a pesar de la importancia económica que lo caracteriza, la información acerca del balance energético de la especie es escasa. Este conocimiento es básico para formular modelos predictivos de crecimiento en diversas condiciones ambientales y con distintas clases de alimentos (Nelson et al., 1977a ; Dawns, 1983).

En el ambiente natural, las larvas se alimentan de zooplankton, pero también aceptan otros tipos de alimentos en ausencia de éste. Los juveniles bentónicos, se alimentan de animales de fondo y detritus, aunque pueden comer cualquier clase de alimento si éste tiene el tamaño adecuado. En condiciones extremas recurren al canibalismo. En cautiverio, aceptan alimento balanceado (Pellets) por lo que es factible experimentar con dietas cuya formulación difiera en cuanto a la proporción de nutrientes esenciales (Hollschmit, 1980).

Por lo anteriormente expuesto el presente estudio se llevó a cabo con el propósito de evaluar el efecto de los alimentos balanceados Bovilac Langostino y Chow Trucha Purina sobre el balance de energía, la eficiencia de asimilación, las eficiencias de crecimiento, así como también los índices metabólicos tales como el cociente respiratorio, relación O:N

atómicos y la tasa de utilización del sustrato metabólico en postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*.

## MATERIALES Y METODOS

Los ejemplares del langostino *Macrobrachium rosenbergii* en las etapas de postlarvas y juveniles utilizados en este estudio, fueron proporcionados por una granja de producción privada ubicada en el Carrizal, localizada a 10 Km de Coyuca de Benítez, Gro.

Una vez realizada la colecta, los organismos fueron transportados al laboratorio en bolsas de polietileno con agua del medio y con atmósfera saturada de oxígeno. Posteriormente los organismos se aclimataron por un periodo de dos semanas en un acuario de 3000 L provisto de aireación constante y con un filtro biológico a una temperatura de  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , que fue la temperatura registrada durante la colecta. Esta temperatura se mantuvo con un calentador de inmersión de 1000 watts. El fotoperiodo se fijó en 12 horas de iluminación.

En el presente estudio se utilizaron organismos con un intervalo de peso de 0.05 a 0.1 g para postlarvas y 0.5 a 1.0 g para juveniles. El periodo experimental fue de 40 días para postlarvas y 20 días para juveniles. Los langostinos en ambos estadios del desarrollo fueron mantenidos en acuarios de 60 L a una densidad de 25 postlarvas y 15 juveniles por acuario. La temperatura a la cual los organismos fueron aclimatados durante la fase experimental fue de  $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , que fue la temperatura que ambos estadios prefirieron al permitirles gravitar en un gradiente horizontal de temperatura (Gutiérrez, 1989).

Los alimentos suministrados en esta fase difirieron en cuanto al contenido de proteínas, lípidos y carbohidratos. El resultado del análisis proximal de éstos se presenta en la Tabla I. Las dietas comerciales se administraron diariamente en una ración equivalente al 40% del peso corporal de las postlarvas y 10% de los juveniles. El diseño experimental

comprendió tres repeticiones para cada dieta, tanto en postlarvas como en juveniles, debido a lo cual se emplearon 150 y 90 organismos de cada estadio de desarrollo respectivamente. El período de alimentación fue de dos horas, después del cual el alimento remanente fue retirado del acuario a través de un sifón y se llevó a cabo el recambio parcial de agua en cada uno de los acuarios. El alimento colectado se etiquetó y se deshidrató en una estufa BLUE M hasta peso constante.

Posteriormente se determinó el peso seco libre de cenizas de los alimentos proporcionados, incinerándolos a 500°C durante tres horas en una pufia (SYDRON/THERMOLYNE 1590). De esta manera fue posible obtener el peso seco y el contenido de cenizas de ambos alimentos; por diferencia se obtuvo el contenido de materia orgánica. También se midió el valor calórico de los alimentos en una bomba calorimétrica PARR.

Al inicio de la fase experimental se determinó en una muestra el peso húmedo, el peso seco y el valor calórico de los organismos y al finalizar ésta se llevaron a cabo mediciones similares.

En los diferentes grupos experimentales se midieron las tasas fisiológicas necesarias para calcular el campo de crecimiento: ingestión, respiración, producción de heces, excreción nitrogenada y acción dinámica específica.

La tasa de ingestión en ambos estadios de desarrollo del langostino, se determinó mediante el método gravimétrico, el cual consistió en cuantificar la diferencia existente entre la cantidad de alimento proporcionado y la cantidad de alimento remanente. Dado que existió una dilución del alimento proporcionado durante el período de alimentación (2 horas), se realizaron pruebas para determinar qué fracción del alimento se diluyó, considerando el volumen de agua, temperatura y

aireación normal, la tasa de ingestión, corregida por el factor de dilución, se expresó en  $\text{mg}/\text{día} \times \text{individuo}^{-1}$  y luego se transformó en valores calóricos.

La tasa respiratoria (R) se midió como consumo de oxígeno en un respirómetro semicerrado en cámaras de 250 ml. (Fig.1). La determinación de la concentración de oxígeno de las muestras tomadas, se realizó con un oxímetro YSI - 54 ARC, provisto con un sensor polarográfico. En cada cámara respirométrica se colocó un organismo completando un total de 20 cámaras por cada condición experimental.

Las mediciones se realizaron cada tres horas durante un periodo de 24 horas. En cada periodo de tres horas, el flujo de agua se detuvo durante una o dos horas, si el experimento se realizó con langostinos juveniles o con postlarvas respectivamente. El oxígeno consumido se determinó por diferencia entre la concentración inicial y final, y se expresó como  $\text{mg O}_2/\text{h} \times \text{g}^{-1}\text{PS}$ . Los valores se convirtieron en su equivalente calórico al utilizar el factor de 3.53 cal/mg de oxígeno consumido (Elliot y Davison, 1975).

En las mismas muestras se llevaron a cabo mediciones de la concentración de nitrógeno amoniacal mediante la técnica de azul de indofanol (Rodier, 1961). La excreción de nitrógeno amoniacal de los organismos, también se obtuvo por diferencia entre las muestras iniciales y finales y se expresó en  $\text{mg NH}_4/\text{h} \times \text{g}^{-1}\text{PS}$ . Los datos se convirtieron a su equivalente calórico al utilizar el factor 5.73 cal/mg de  $\text{NH}_4$  excretado (Clifford y Brick, 1983).

Los datos de consumo de oxígeno de los langostinos en sus diferentes estadios de desarrollo, se utilizaron para evaluar el efecto calorigénico del alimento (ADE): esto es, se calculó la diferencia existente entre las tasas respiratorias obtenidas en organismos alimentados y mantenidos en ayuno durante 48

horas.

Utilizando la ecuación  $Q = 1.137 W^{-0.452}$  determinada por Clifford y Brick (1979) en juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*, se estimó la producción de CO<sub>2</sub> para ambos estadios de desarrollo del langostino, ya que no fue posible realizar la determinación de esta tasa experimentalmente.

Las heces (F) producidas por los animales en un lapso de 24 horas, se extrajeron de los acuarios mediante un sifón y se colectaron en un filtro de 50 micras colocado en el extremo distal de éste. Las muestras de heces así obtenidas fueron etiquetadas y colocadas en una estufa (BLUE M) a 60°C para secarse hasta peso constante. Posteriormente éstas fueron incineradas en una mufla (SYBRON/THERMOLYNE 1500) a 500°C para obtener así el contenido de materia orgánica y cenizas. Asimismo se midió el valor calórico de las heces producidas en una bomba calorimétrica PARR.

Dado que en este estudio no fue posible coleccionar la cantidad suficiente de exuvias para realizar los respectivos análisis calóricos, no se determinó el costo energético de este proceso (Ex). Sin embargo, Nelson *et al.*, (1977a) mostraron que el gasto energético que se utiliza en el proceso de muda es bajo (aproximadamente del 2%) lo cual no altera significativamente el balance energético. La ecuación del balance energético utilizada en el presente estudio fué :

$$C = R + F + U + ADE + P$$

La eficiencia de asimilación ( $U^{-1}$ ,%) para las postlarvas y los juveniles del langostino alimentados con ambas dietas, se calculó utilizando los datos obtenidos, tanto del alimento ingerido como de las heces producidas (Conover, 1966 ; Condrey *et al.*, 1972):

$$U^{-1} = \frac{F' - E'}{(1-E') F'}$$

Donde F' y E' se refieren a la razón entre el peso seco libre de cenizas y el peso seco del alimento y las heces, respectivamente.

Una vez obtenida la eficiencia de asimilación (U<sup>-1</sup>) se calculó la tasa de asimilación (A) del alimento ingerido (C):

$$A = C \times U^{-1}$$

Cabe recordar que las determinaciones de la tasa de asimilación se realizaron para ambos estadios de desarrollo, alimentados con Bovilac y Purina.

Las eficiencias de crecimiento K<sub>1</sub> y K<sub>2</sub> relativas a la energía contenida en el alimento ingerido (C) ó asimilado (A), se determinaron empleando las ecuaciones:

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

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

Aplicando los principios de termoquímica respiratoria y calorimetría indirecta se examinaron los siguientes índices metabólicos tanto para postlarvas como para los juveniles del langostino, en las condiciones de alimentados con ambas dietas y mantenidos en ayuno durante 48 horas: cociente respiratorio, relación C:N atómicos y la tasa de utilización del sustrato metabólico, para estimar las cantidades relativas de proteínas, lípidos y carbohidratos oxidados durante el período experimental.

Los datos correspondientes a las determinaciones de los ciclos de consumo de oxígeno y excreción nitrogenada de las

$$U^{-1} = \frac{F' - E'}{(1-E') F'}$$

Donde F' y E' se refieren a la razón entre el peso seco libre de cenizas y el peso seco del alimento y las heces, respectivamente.

Una vez obtenida la eficiencia de asimilación ( $U^{-1}$ ) se calculó la tasa de asimilación (A) del alimento ingerido (C):

$$A = C \times U^{-1}$$

Cabe recordar que las determinaciones de la tasa de asimilación se realizaron para ambos estadios de desarrollo, alimentados con Bovilac y Purina.

Las eficiencias de crecimiento  $K_1$  y  $K_2$  relativas a la energía contenida en el alimento ingerido (C) ó asimilado (A), se determinaron empleando las ecuaciones:

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

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

Aplicando los principios de termoquímica respiratoria y calorimetría indirecta se examinaron los siguientes índices metabólicos tanto para postlarvas como para los juveniles del langostino, en las condiciones de alimentados con ambas dietas y mantenidos en ayuno durante 48 horas: cociente respiratorio, relación O:N atómicos y la tasa de utilización del sustrato metabólico, para estimar las cantidades relativas de proteínas, lípidos y carbohidratos oxidados durante el período experimental.

Los datos correspondientes a las determinaciones de los ciclos de consumo de oxígeno y excreción nitrogenada de las



postlarvas y los juveniles, tanto alimentados como mantenidos en ayuno durante 48 horas, así como de la producción de heces y alimento ingerido, fueron sometidos a una prueba de suavización (4253H) (Tuckey, 1977). Una vez suavizados los datos, se calculó la mediana como medida resistente de tendencia central acorde al modelo:

$$Y_i = M + e_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

Donde  $Y_i$  es el valor observado de las tasas fisiológicas correspondientes al consumo de oxígeno ( $\text{mg O}_2/\text{h} \times \text{g}^{-1}\text{PS}$ ) y la excreción nitrogenada ( $\text{mg NH}_4/\text{h} \times \text{g}^{-1}\text{PS}$ ), la producción de heces ( $\text{mg}/\text{día} \times \text{ind}^{-1}$ ) y la ingestión de alimento ( $\text{mg}/\text{día} \times \text{ind}^{-1}$ ),  $M$  es la mediana (valor central de los datos ordenados) y  $e_i$  corresponde al error del modelo. Estos procedimientos se llevaron a cabo utilizando el programa de cómputo de Velleman y Hoaglin (1981).

Para determinar el efecto de las dietas proporcionadas tanto a las postlarvas como a los juveniles del langostino sobre el campo de crecimiento, eficiencia de asimilación, eficiencias de crecimiento e índices metabólicos, se realizó un Análisis de Varianza de una vía y para cuantificar si existieron diferencias entre estos parámetros fisiológicos en los dos estadios de desarrollo se realizó un ANVA de dos vías. El Modelo se validó mediante la prueba de Bartlett (Zar, 1984).

## RESULTADOS

De las determinaciones de las características de las postlarvas de *Macrobrachium rosenbergii* al inicio del experimento se obtuvo un peso húmedo de 0.1 g del cual un 25% correspondió al peso seco y un 20% de éste a materia orgánica. Con respecto a los valores iniciales obtenidos en juveniles, el peso húmedo fue de 0.501 g del cual un 24% correspondió al peso seco y un 20% a la materia orgánica. Los valores calóricos iniciales para postlarvas y juveniles fueron 4.26 cal/mg y 4.44 cal/mg respectivamente (Tabla II).

Al observar los valores de peso húmedo, peso seco y peso seco libre de cenizas realizados al final del período experimental, mostraron que los organismos alimentados con la dieta Furina tuvieron una biomasa mayor siendo éste incremento de un 27% y 11% para postlarvas y juveniles respectivamente, que aquellos que fueron alimentados con la dieta Bovilac (Tabla II).

Los diagramas del balance energético para ambos estadios de desarrollo, alimentados con Bovilac y Furina en términos de cal/día x ind<sup>-1</sup> y en porcentaje se muestran en las figuras 2 y 3. Como se puede apreciar, parte de la energía ingerida a través del alimento fue destinada por las postlarvas y los juveniles del langostino para los diferentes procesos metabólicos.

Los resultados para las postlarvas alimentadas con las dietas Furina y Bovilac se muestran en la figura 2, donde se observó que la pérdida de la energía en la producción de heces representó para los organismos alimentados con Furina un 5.95% de la energía ingerida en el alimento, mientras que en las alimentadas con Bovilac la pérdida fue de 11.65%. Una vez determinada la fracción de la energía ingerida en el alimento

(C) que se perdió en la producción de heces (F) se calculó la energía asimilada (C-F), la cual fue de 94.04% y 88.94% para los organismos alimentados con Purina y Bovilac. Esta energía asimilada fue utilizada en diversos procesos metabólicos tales como : la energía utilizada para la producción de los desechos nitrogenados (U) donde se obtuvo que las postlarvas alimentadas con Purina destinaron 0.39% y las alimentadas con Bovilac 0.43% ; para la acción dinámica específica (ADE) se utilizó un 0.73% y un 0.33% de la energía asimilada por los organismos alimentados con Purina y Bovilac respectivamente. De la energía fisiológicamente útil (C - (F + U + ADE)) que representó aquella fracción que se destinó para el metabolismo de rutina y el campo de crecimiento, las postlarvas alimentadas con Purina canalizaron un 70.90% y los alimentados con Bovilac un 67.56% y se encontró que para el metabolismo de rutina las postlarvas y los juveniles alimentados con ambas dietas destinaron del 4.58% al 18.45% de la energía fisiológicamente útil, aunque los organismos alimentados con Purina, presentaron un porcentaje de energía utilizada en este proceso menor que los alimentados con Bovilac. La distribución de energía a partir del alimento ingerido que fue destinada para el campo de crecimiento, parámetro utilizado para la evaluación de las dos dietas, mostró que para los juveniles alimentados con Purina y Bovilac los valores fluctuaron entre 79.88% y 69.11%, respectivamente (Fig. 2). Para los juveniles del langostino los resultados obtenidos mostraron una tendencia similar a la mostrada por las postlarvas ya que hubo una mejor distribución de la energía ingerida en el alimento que fue destinada para crecimiento en los juveniles alimentados con Purina (Fig. 3).

La determinación de la acción dinámica específica se llevó a cabo por la diferencia de la tasa respiratoria de los

organismos alimentados y los mantenidos en ayuno en ambos estadios. Esto mostró que el incremento en la tasa metabólica fue mayor en los organismos alimentados con Purina en ambos estadios, siendo éste del 6% y 31% en postlarvas y juveniles respectivamente en tanto que para las postlarvas alimentadas con Bovilac el incremento fue del 2% y para juveniles del 24% (Tabla III).

Se determinó el balance de materia orgánica en las postlarvas y los juveniles del langostino alimentados con ambas dietas, el cual mostró la diferencia entre la cantidad de materia orgánica y cenizas del alimento ingerido y de las heces producidas. En la Figura 4 se muestra que la asimilación de la materia orgánica en postlarvas alimentadas con Bovilac fue del 79.25% y para las alimentada con Purina el 89.45%. En juveniles la asimilación fue del 80.67% y 87.04% para los organismos alimentados con Bovilac y Purina respectivamente. Se encontraron diferencias significativas en la asimilación de materia orgánica ( $P < 0.05$ ), siendo ésta mayor en los organismos alimentados con Purina en ambos estadios del desarrollo utilizados.

El porcentaje de materia orgánica en las heces producidas por las postlarvas y juveniler del langostino alimentadas con Bovilac y Purina presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). En estas condiciones el porcentaje de materia orgánica, en las heces colectadas en postlarvas alimentadas con Purina, fue del 1.26% y 2.11% para las alimentadas con Bovilac (Fig.4). En lo que a juveniles se refiere el 20.69% de las heces colectadas en los organismos alimentados con Bovilac fue materia orgánica y para los alimentados con Purina el porcentaje fue de 3.67% (Fig. 5). Estos resultados mostraron una mayor pérdida de materia orgánica en las heces de los organismos alimentados con Bovilac en ambos estadios de

desarrollo (Figs. 4 y 5).

Al determinarse la eficiencia de asimilación mediante el método de Condrey et al. (1972) se obtuvo para postlarvas alimentadas con Bovilac y Purina valores de 79.25% y 89.45% en tanto que para juveniles alimentados con Bovilac la eficiencia de asimilación fue del 60.67% y para los alimentados con Purina 87.04% (Tabla IV). Los resultados mostraron diferencias significativas al comparar las eficiencias de asimilación entre las dos dietas proporcionadas ( $P < 0.05$ ).

Se obtuvieron las eficiencias de crecimiento  $K_1$  y  $K_2$  tanto en las postlarvas como en los juveniles del langostino alimentados con Bovilac y Purina. En los organismos alimentados con Purina se obtuvo que el  $K_1$  y el  $K_2$  para las postlarvas fue del 79.88% y 94.04% respectivamente. En juveniles alimentados con esta misma dieta el valor de  $K_1$  fue de 85.26% y el  $K_2$  fue del 93.27% (Tabla IV). En tanto que para las postlarvas que se les proporcionó Bovilac, las eficiencias  $K_1$  y  $K_2$  fueron 69.11% y 78.23% en tanto que para los juveniles el  $K_1$  fue del 66.77% y el  $K_2$  fue de 90.96% respectivamente. (Tabla IV). Se observaron diferencias significativas entre los valores de estas eficiencias, ya que ambas fueron mayores ( $P < 0.05$ ), para los organismos alimentados con Purina.

Para determinar el tipo de sustrato oxidado durante el periodo experimental por las postlarvas y los juveniles alimentados con las dos dietas se utilizaron los índices metabólicos tales como la relación O:N atómicos, el cociente respiratorio y la tasa de utilización del sustrato metabólico (Tablas V y VI).

En lo que respecta a la relación O:N atómicos se observó que las diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ) entre los valores determinados para postlarvas y juveniles alimentados y mantenidos en ayuno durante 48 horas. El

intervalo encontrado en la determinación de esta relación fue de 22.79 a 46.82. Los resultados mostraron que ambos estudios tuvieron un metabolismo oxidativo no proteico, basado en la utilización de carbohidratos como el principal sustrato oxidable (Tablas V y VI).

El cociente respiratorio estimado indicó que el sustrato oxidable tanto por las postlarvas y los juveniles fueron los carbohidratos, pues se obtuvo un intervalo de 0.95 a 1.1 para organismos alimentados con ambas dietas, así como para los organismos mantenidos en ayuno (Tablas V y VI).

Para postlarvas y juveniles alimentados con ambas dietas se determinó la tasa de utilización del sustrato metabólico. Los resultados de estas determinaciones mostraron que fueron los carbohidratos los que se utilizaron en un mayor porcentaje ya que se obtuvo una relación de 6.83% de proteínas : 15.74% de lípidos : 77.36% de carbohidratos para postlarvas alimentadas con Bovilac y para las alimentadas con Purina la relación fue 9.75 : 15.38 : 74.97. En los organismos mantenidos en ayuno durante 48 horas esta relación no fue alterada significativamente ( $F > 0.05$ ) obteniéndose para las postlarvas que durante la fase experimental fueron alimentadas con Bovilac valores de 8.95 : 15.38 : 75.66 y para aquellos que se alimentaron con Purina 10.92 : 15.08 : 73.99 (Tabla V).

Al observar los valores correspondientes a la tasa de utilización del sustrato metabólico obtenida para juveniles se encontraron resultados similares a los determinados para las postlarvas, ya que un porcentaje alto de carbohidratos fueron oxidados por estos organismos en condiciones de alimentados con ambas dietas y los mantenidos en ayuno durante 48 horas (Tabla VI).

Los resultados obtenidos con los tres índices metabólicos utilizados, mostraron que fueron los carbohidratos

los que dominaron el metabolismo oxidativo de las postlarvas y los juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*.

## DISCUSION

Actualmente los trabajos que relacionan la transferencia de energía del alimento hacia el crecimiento de los organismos cultivados tienen interés, puesto que éstos son útiles para analizar las respuestas fisiológicas de los organismos acuáticos ante fluctuaciones del medio ó a variaciones en la composición de la dieta.

El campo de crecimiento es uno de los parámetros de la ecuación del balance energético mediante el cual se puede evaluar el estado fisiológico de un organismo, ya que si éste se encuentra en condiciones apropiadas una buena parte de la energía asimilada puede ser canalizada hacia el crecimiento. Por ello es que en los sistemas de cultivo es el parámetro que generalmente debiera ser utilizado para determinar que tipo de alimento es el que proporciona los nutrientes esenciales para el óptimo crecimiento de los organismos cultivados (Nelson *et al.*, 1977a).

En este trabajo se utilizó el campo de crecimiento como el indicador del efecto de las dietas utilizadas sobre el balance energético de postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii*.

Los resultados encontrados mostraron que los langostinos alimentados con la dieta Purina en ambos estadios de desarrollo utilizados, tuvieron un valor del campo de crecimiento mayor que los alimentados con Bovilac. Esto indicó que la dieta Purina es un alimento que proporcionó a los organismos los requerimientos nutricionales necesarios para un óptimo crecimiento.

Nelson *et al.*, (1977a) mencionaron un valor de tasa de crecimiento para juveniles de *M. rosenbergii* de  $7.62 \text{ cal/g PS} \times \text{dia}^{-1}$  alimentados con la dieta comercial Purina Ración Marina #



20, el cual es similar al determinado en este trabajo para postlarvas alimentadas con la dieta Chow Trucha Purina ( $6.76 \text{ cal/g PS} \times \text{día}^{-1}$ ). Esto contrasta con los resultados obtenidos con los organismos alimentados con Bovilac en los cuales se obtuvo una tasa de crecimiento mucho menor ( $3.10 \text{ cal/g PS} \times \text{día}^{-1}$ ). En el caso de los juveniles alimentados con Bovilac el 66.63% de la energía ingerida a través del alimento fue destinada para crecimiento en tanto que para los alimentados con Purina destinaron el 86.79%. De aquí se observó que con la dieta Purina es donde se obtuvo un mejor aprovechamiento de la energía ingerida en el alimento y que fue destinada para crecimiento, tanto en postlarvas como en juveniles. Esto mostró que no se necesita de dietas diferentes para cada estadio sino que con una se pueden alimentar ambas fases de desarrollo con la consecuente reducción de los costos de alimentación así como la optimización del cultivo de estos organismos. Así se tendrá controlada la calidad de la dieta proporcionada, por lo que se sugiere utilizar una dieta con las características nutricionales similares a Chow Trucha Purina ó utilizar ésta dieta en el cultivo de estos organismos a escala comercial.

El incremento en la tasa metabólica de los organismos seguida de la ingestión del alimento es conocida como Acción Dinámica Específica ó Efecto Calorigénico del alimento. Los resultados obtenidos mostraron un incremento del 2% al 31% para los dos estadios de desarrollo utilizados alimentados con ambas dietas probadas. Sin embargo, éste fue mayor en los organismos alimentados con Purina. Nelson et al., (1977b) reportaron un incremento en el consumo de oxígeno en juveniles de *M. rosenbergii* alimentados con tres dietas del 7.1% al 39.4%. Por su parte Clifford y Brick (1978) encontraron que para juveniles del langostino existió una relación entre el incremento de la

acción dinámica específica y el nivel de proteína de la dieta.

La acción dinámica específica es un proceso en el que intervienen una serie de mecanismos fisiológicos, sin embargo puede considerarse que representa un trabajo extra involucrado en la conversión metabólica, como puede ser la desaminación de aminoácidos y la formación de desechos nitrogenados a partir de la degradación de las proteínas ó debido a los costos de resíntesis de macromoléculas y al transporte activo de ellas, así como también el almacenamiento de moléculas provenientes del alimento (Clifford y Brick, *op. cit.*).

Los resultados mostraron que el efecto calorigénico del alimento fue mayor para los organismos alimentados con la dieta Purina en ambos estadios, lo cual sugiere una utilización de proteínas mayor.

Es necesario considerar la acción dinámica específica como un componente importante al determinar el balance energético de los organismos acuáticos, pues esta contribuye al entendimiento de las respuestas fisiológicas de los organismos en relación al tipo de dieta proporcionada, ya que puede alterar el balance energético de los organismos.

Si se considera que la asimilación es la capacidad que posee un organismo para asimilar cierta cantidad del peso seco del material ingerido se puede decir que en éste proceso están involucrados mecanismos tales como la digestibilidad y la tasa de ingestión de alimento.

Un método útil para la determinación de la eficiencia de asimilación es el de Conover (1966) modificado por Condrey *et al.* (1972). Con este método se determinó que en ambos estadios del langostino la eficiencia de asimilación fue mayor en el caso de los alimentados con Purina. A este respecto Sick (1975) reportó un valor de eficiencia de asimilación del 95% para postlarvas de *M. rosenbergii* alimentadas con nauplios de

**Artemia salina.** Un valor de eficiencia de asimilación del 81% fue reportado para larvas y juveniles de *Homarus americanus* por Logan y Epifanio (1973). Para juveniles de *H. rosenbergii* Nelson et al. (1977a) reportaron un valor 87.6% para la eficiencia de asimilación. En esta misma especie, Fair et al. (1980) encontraron un intervalo para la eficiencia de asimilación de 79% al 96%. Otro estudio de este mismo parámetro fue el realizado por Condrey et al. (1972) los cuales reportaron un valor de eficiencia de asimilación del 80% para juveniles de *Penaeus setiferus* y *P. aztecus*. Los valores reportados para la eficiencia de asimilación en *H. rosenbergii* son similares al determinado en este trabajo, el cual varió de 60.67% a 89.45% para postlarvas y juveniles del langostino alimentados con ambas dietas.

Al comparar los valores de la asimilación entre los organismos alimentados con las dos dietas probadas se observó que estos mostraron una eficiencia de asimilación de materia orgánica elevada en los dos estadios de desarrollo. Sin embargo en los organismos alimentados con Purina los valores siempre fueron mayores.

La eficiencia de asimilación es un parámetro que permite evaluar que tan fácilmente los organismos utilizan la materia orgánica de la dieta para la posterior transformación en energía. En el presente trabajo se encontró que fueron los organismos alimentados con Purina, en ambos estadios los que tuvieron una mejor utilización de la materia orgánica contenida en la dieta.

Nawman et al. (1982) encontraron al determinar la eficiencia de asimilación en adultos de *Macrobrachium rosenbergii* una absorción de minerales del 47% al 58%, por ello este autor considera erróneo el método de Conover (1966) para determinar la eficiencia de asimilación, el cual supone que no

hay cambios en el peso de las cenizas del alimento ingerido cuando pasan a través del intestino. Sin embargo en el presente estudio se encontró que tanto en las postlarvas como en los juveniles no hubo una absorción significativa de cenizas, puesto que éstas no se modificaron al pasar a través del tracto digestivo de los langostinos, ya que se cuantificó la misma cantidad de cenizas en el alimento ingerido que en las heces producidas. Por consiguiente consideramos al método de Conover *op. cit.* modificado por Condrey *et al.* (1972) como un método apropiado para cuantificar la eficiencia de asimilación en postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii*. Las diferencias observadas en los valores de la eficiencia de asimilación en los langostinos alimentados con las dos dietas y las reportadas para los crustáceos de importancia comercial se deben a que la eficiencia de asimilación es un proceso sumamente variable y que es dependiente de la especie, la edad de los organismos, el tipo y concentración de alimento utilizado, de factores fisiológicos internos como el tipo, cantidad y actividad de las enzimas digestivas, de las condiciones ambientales e incluso del método mediante el cual se determina.

Las eficiencias de crecimiento  $K_1$  y  $K_2$  son consideradas como indicadores del crecimiento y representan la relación entre la cantidad de energía consumida ( $K_1$ ) ó asimilada ( $K_2$ ) la cual es canalizada para crecimiento.

Los resultados obtenidos en postlarvas y juveniles del langostino en cuanto a estas eficiencias, presentaron la misma tendencia observada en la eficiencia de asimilación, ya que las eficiencias  $K_1$  y  $K_2$  fueron mayores para los organismos alimentados con Purina. Los valores determinados de la eficiencia de crecimiento  $K_1$  en este trabajo para postlarvas y juveniles alimentados con ambas dietas presentaron un intervalo de 66.7% a 85.26%. Stephenson y Knight (1980) reportaron un  $K_1$

de 21% a 36% para larvas de *M. rosenbergii*. En larvas de *Homarus americanus* Logan y Epifanio (1978) encontraron un 18% al 44% para la eficiencia de crecimiento  $K_1$ . Para juveniles de *M. rosenbergii* Nelson et al. (1977a) reportaron un valor para el  $K_1$  de 3.5%. En esta misma especie Clifford y Brick (1979) encontraron un  $K_1$  de 0.1% al 27.2%.

Al comparar las eficiencias de crecimiento en postlarvas y juveniles de *M. rosenbergii* con los reportes de otros autores, consideramos que las diferencias pueden deberse a que ambas dietas probadas proporcionaron los requerimientos nutricionales necesarios y al mismo tiempo las condiciones experimentales en las que se mantuvieron fueron las óptimas, con lo cual los gastos energéticos en los diferentes procesos metabólicos fueron mínimos, de manera que el mayor porcentaje de la energía que fue destinada para crecimiento.

Mediante la determinación de los índices metabólicos en postlarvas y juveniles del langostino tales como : cociente respiratorio, relación O:N atómicos y la tasa de utilización del sustrato metabólico se cuantificó cual fue el principal sustrato oxidado durante la fase experimental con organismos en las condiciones de alimentados y mantenidos en ayuno durante 48 horas.

Los valores obtenidos para el cociente respiratorio 0.95 a 1.0 para las postlarvas y de 0.95 a 1.1 para los juveniles del langostino alimentados con ambas dietas, indicaron un metabolismo oxidativo de carbohidatos, en las condiciones de alimentados y mantenidos en ayuno. Clifford y Brick (1983) reportaron valores similares a los encontrados en este estudio para el cociente respiratorio el cual fue de 0.93 en juveniles de *M. rosenbergii*. Para los organismos mantenidos en ayuno Clifford y Brick (op.cit.) señalaron que el principal sustrato utilizado durante periodos de ayuno para algunas especies

acuáticas, incluyendo al langostino *Macrobrachium* fueron los carbohidratos. Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron que también para los organismos en ayuno fueron los carbohidratos los que dominaron el metabolismo oxidativo.

La relación O:N atómicos ha sido ampliamente utilizada para definir el estado nutricional y el equilibrio metabólico en varios organismos marinos y terrestres (Clifford y Brick, 1978). Estos mismos autores reportaron un valor de 33.7 para la relación O:N atómicos en langostinos alimentados con una dieta con un 25% de proteína, confirmando éste un metabolismo de carbohidratos. Las determinaciones realizadas en el presente trabajo de la relación O:N atómicos en postlarvas y juveniles del langostino mostraron que el metabolismo oxidativo estuvo dominado por un catabolismo de moléculas no proteínicas, basado principalmente en la utilización de carbohidratos para ambos estadios de desarrollo alimentados con ambas dietas probadas.

Las postlarvas y los juveniles en ayuno aparentemente no alteraron su metabolismo oxidativo puesto que los valores encontrados en este estudio, para la relación O:N no se modificaron significativamente ( $P > 0.05$ ).

La tasa de utilización del sustrato metabólico permitió describir cuantitativamente la mezcla de sustrato oxidado por ambos estadios del langostino utilizados. Los valores obtenidos en este trabajo mostraron que el sustrato que dominó el catabolismo de macromoléculas fueron los carbohidratos a estos le continuaron los lípidos y en menor proporción las proteínas en ambos estadios de desarrollo del langostino alimentados con Bovilac y Furina (Tablas V y VI). Una probable explicación acerca de la utilización de los carbohidratos como el principal sustrato oxidado, se debe a que los langostinos utilizan principalmente la glucosa proveniente de la hemolinfa, seguida

por una movilización de glucógeno del músculo abdominal y otras reservas de polisacáridos (Clifford y Brick *op.cit.*).

Clifford y Brick (1930) mencionaron que el sustrato utilizado por los juveniles de *M. rosenbergii* mantenidos en ayuno fué dominado por los carbohidratos y si el periodo de ayuno es prolongado éste conduce a una reducción del papel de los carbohidratos como principal fuente energética acompañados por un incremento en la oxidación de lípidos y proteínas. Estos autores determinaron el tipo de sustrato oxidable por juveniles, durante un periodo de 4 y 8 días.

Clifford y Brick (*op.cit.*) reportaron una tasa de utilización de sustrato metabólico de 8 : 18 : 74 (% proteínas : % lípidos : % carbohidratos) en organismos con un periodo de ayuno de 4 días, estos valores son similares a los determinados en el presente trabajo.

Se puede afirmar que el principal sustrato oxidable por las postlarvas y los juveniles de *M. rosenbergii*, alimentados con Bovilac y Purina en ambas condiciones experimentales, fueron los carbohidratos, pero una mezcla de los tres sustratos fue catabolizada para mantener los requerimientos energéticos básicos de estos organismos. Debido a ésto se puede sugerir que el mayor porcentaje de proteínas que suministró el alimento ingerido fue canalizado por los organismos hacia crecimiento.

De acuerdo a los métodos utilizados en la determinación del tipo de sustrato oxidable por las postlarvas y juveniles del langostino, consideramos que dado los parámetros necesarios para su determinación, es la relación O:N atómicos la más útil, cuando no se cuenta con un método adecuado para determinar la producción de CO<sub>2</sub>, puesto que este parámetro es indispensable para la estimación del cociente respiratorio y también para cuantificar la tasa de utilización del sustrato metabólico.

Una adecuada nutrición es un requisito indispensable para

la sobrevivencia, crecimiento y reproducción de cualquier especie animal. En el medio natural el langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii* es capaz de satisfacer sus requerimientos nutricionales con una gran variedad de recursos alimenticios incluyendo a moluscos pequeños, crustáceos, insectos, plancton y detritus. Sin embargo en condiciones controladas de cultivo es necesario proporcionar a los langostinos niveles apropiados de nutrientes mediante el uso de alimentos balanceados. Por ello, consideramos que con los resultados obtenidos en este trabajo en el que los organismos alimentados con la dieta Chow Trucha Purina fueron los que presentaron los mayores valores de asimilación de materia orgánica. Por consiguiente una alta eficiencia de asimilación y un mayor campo de crecimiento para ambos estadios. La implicación más importante obtenida de estos resultados es que no se requiere de dos alimentos para los dos estadios del langostino, pues esta dieta proporcionó los requerimientos nutricionales básicos para el desarrollo tanto de postlarvas como de los juveniles. Por consiguiente, se recomienda la dieta Chow Trucha Purina para ser utilizada en los cultivos del langostino o cuando menos considerar la composición química de ésta dieta, ya que ésta proporcionará la energía necesaria para que los organismos distribuyan un alto porcentaje de ésta hacia crecimiento, lo cual implica que en condiciones de cultivo los organismos alcancen el tamaño comercial en un periodo más corto, con la consiguiente reducción en los costos de producción.



## CONCLUSIONES

1. Al comparar el campo de crecimiento en postlarvas y juveniles del langostino alimentados con las dietas comerciales Bovitas y Purina se obtuvo que fueron los alimentados con Purina los que tuvieron los valores mas altos.
2. La eficiencia de asimilación y las eficiencias de crecimiento K<sub>1</sub> y K<sub>2</sub> fueron significativamente mayores ( $P < 0.05$ ) para las postlarvas y juveniles del langostino alimentados con la dieta Purina.
3. El principal sustrato oxidado por ambos estadios de desarrollo alimentados con las dos dietas, fueron los carbohidratos seguidos por lípidos y proteínas en una menor proporción, lo cual sugiere que las proteínas incorporadas en el alimento ingerido fueron utilizadas para el crecimiento. Se observó que la condición de ayuno no tuvo efectos significativos ( $P > 0.05$ ) sobre el tipo de sustrato metabólico utilizado durante esta fase experimental ya que también fueron los carbohidratos la principal fuente energética en el metabolismo oxidativo de ambos estadios.
4. La implicación obtenida en este trabajo es que no se requiere de dos alimentos específicos para cada estadio del langostino pues en condiciones de cultivo la dieta Chow Trucha Purina u otra con una composición de nutrientes similar proporcionará los requerimientos energéticos y nutricionales básicos para el desarrollo tanto de las postlarvas como de los juveniles del langostino.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## LITERATURA CITADA

- Arana, F. 1980. Datos sobre el cultivo del "Langostino asiático" *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) en México. Memorias II Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Depto. de Pesca. México. Tomo I : 621-639
- Barber, D.J. and N.J. Blake. 1985. Substrate catabolism related to reproduction in the bay scallop *Argopecten irradians concentricus* as determined by O/N and RQ physiological indexes *Mar. Biol.* 87: 13-18
- Beamish, F.W.H., A.J. Niimi and P.F.K.P. Lott. 1975. Bioenergetics of teleost fishes: environmental influences in: Bolis, L., H.P. Madrell and K. Schmidt-Nielsen. Comparative physiology: Functional aspects of structural materials. North-Holland Pub. Co. Amsterdam 187-209
- Clifford, H. C. and R. W. Brick. 1978. Protein utilization in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. of the Ninth Annual Meeting World Mariculture Society*. Atlanta, Georgia January 3-6 1978. 195-208
- Clifford, H. C. and R. W. Brick. 1979. A physiological approach to the study of growth and bioenergetics in the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* *Proc. World. Maricul. Soc.* 10 : 701-719
- Clifford, H. C. and R. W. Brick. 1983. Nutritional physiology of the freshwater shrimp *Macrobrachium rosenbergii* (De Man)-I Substrate metabolism in fasting in the juvenile shrimp. *Com. Biochem. Physiol.* 74 A (3) : 561-568

- Condray, R. E., J. G. Gosselink and H. J. Bennett. 1972. Comparison of the assimilation of different diets by *Penaeus setiferus* and *P. aztecus*. *Fish. Bull.* 70 : 1281-1292
- Conover, R. J. 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 11 : 338-346
- Dawirs, R. S. 1983. Respiration, energy balance and development during growth and starvation of *Carcinus maenas* L. larvae (Decapoda : Portunidae) *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 69 (2) 105-128
- Elliot, J. M. and W. Davison. 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics *Oecologia.* 19 : 195-201
- Fair, P. H., A. R. Fortner, M. R. Millikin and L. V. Sick. 1980. Effects of dietary fiber of growth, assimilation and cellulase activity of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Proc. World. Maricul. Soc.* 11 : 369-381
- Gutierrez, M. P. 1989. Efecto del sustrato y la inanición sobre la determinación del *preferendum* final de temperatura de postlarvas y juveniles del langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii* (De Man). Tesis de Licenciatura Fac. de Ciencias. UNAM.
- Hollschmit, M. K. 1983. Manual técnico para el cultivo y engorda del Langostino Malayo. Fondepesca. 128 pp.

- Klekowsky, R. Z. and A. Juncan. 1975. Physiological approach to ecological energetics. In: Grodzinsky W. et al. (Eds.). Methods for Ecological Bioenergetics. I.R.F. No. 24 Blackwell Sci. Publ. Oxford. 15-64
- Ling, S. W. 1969. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* *FAO Rep.* 47 : 381-389
- Nelson, S. G., H. W. Li and A. W. Knight. 1977a. Calorie, carbon and nitrogen metabolism of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea : Palaemonidae) with regard to trophic position. *Comp. Biochem. Physiol.* 58 A : 319-327
- Nelson, S. G., A. W. Knight and H. W. Li. 1977b. The metabolism cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea : Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 57 A : 67-71
- Newman, M. W., P. L. Lutz and S. C. Snedaker. 1982. Temperature effects feed ingestion and assimilation efficiency of nutrients by the malaysian prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *J. World. Maricul. Soc.* 13 : 95-103
- Rodier, J. 1981. *Análisis de las aguas.* Omega. Barcelona. 1059 pp
- Sick, L. V. 1975. Selected studies of protein and amino acid requirements for *Macrobrachium rosenbergii* Larvae feed neutral density formula diets. *Proceedings of the first International Conference on Aquaculture Nutrition.* 215-228

- Stephenson, M. J. and A. W. Knight. 1980. Growth, respiration and caloric content of larvae of the prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Comp. Biochem. Physiol.* 66 A : 385-391
- Tuckey, J. W. 1977. Exploratory data analysis. Reading, Massachusetts : Addison-Wesley Publishing Company.
- Velleman P. F. and D. C. Hoaglin. 1981. Applications basics and computing of exploratory data analysis. Boston, Massachusetts : Duxbury Press.
- Villalobos F. A. 1982. Decapoda. In : S. H. Hulbert and A. America and West Indies. *Aquatic Biota of México*. Central California, U.S.A. 329 pp
- Zar, J. H. 1974. Biostatistical analysis. Prentice-Hall Englewood Clifs, New York. 619 pp

**Tabla I. Contenido Proximal de los alimentos Bovilac y Purina proporcionados a Postlarvas y Juveniles de Macrobrachium rosenbergii.**

ALIMENTO	CONTENIDO %				
	Proteína	Lípidos	Carbohidratos	Fibra	Cenizas
BOVILAC	37.58	8.56	26.44	9.51	17.92
PURINA	44.16	7.69	26.78	8.96	12.40

Tabla II. Características de las muestras de los postlarvas y los juveniles de Macrobrachium rosenbergii al inicio (I) y al final de los diferentes experimentos: organismos alimentados con Bovilac (B) y con Purina (P).

Características	POSTLARVAS			JUVENILES		
	I	B	P	I	B	P
Peso Húmedo,	0.100	0.301	0.417	0.501	0.958	1.087
Peso Seco, g	0.025	0.073	0.110	0.121	0.248	0.310
Cenizas, g	0.020	0.061	0.095	0.016	0.034	0.050
PSLC <sup>x</sup> , g	0.005	0.012	0.015	0.106	0.214	0.259
Valor Calórico <sup>xx</sup>	4.266	4.363	4.724	4.448	4.646	4.804

<sup>x</sup> Peso Saco Libre de Cenizas

<sup>xx</sup> cal/mg

Tabla III. Tasa metabólica ( $\text{CO}_2$ ) de postlarvas y juveniles de Macrobrachium rosenbergii Mediana  $\pm$  Intervalo de confianza.

ESTADIO	ALIMENTO	$\text{CO}_2$ (mg $\text{O}_2/\text{h}\cdot\text{g}^{-1}\text{PS}$ )	$\text{CO}_2$ (mg $\text{O}_2/\text{h}\cdot\text{g}^{-1}\text{PS}$ )	INCREMENTO del $\text{CO}_2$
		Alimentados	Ayuno 48 h	Despues de Alimentados A D E (%)
P O S T L A R V A S	BOVILAC	3.29 $\pm$ 0.10	3.23 $\pm$ 0.16	2.0
	PURINA	3.17 $\pm$ 0.10	2.99 $\pm$ 0.09	6.0
J U V E N I L E S	BOVILAC	2.10 $\pm$ 0.04	1.60 $\pm$ 0.06	24.0
	PURINA	2.21 $\pm$ 0.04	1.53 $\pm$ 0.03	31.0



TABLA IV. Eficiencia de asimilación ( $U^{-1}$ ); asimilación ( $A$ , mg/día x ind $^{-1}$ ) y eficiencias de crecimiento ( $K_1$  y  $K_2$ , %) de postlarvas y juveniles de *M. cosenbergerii* alimentados con Bovilac (B) y Purina (P)

	POSTLARVAS		JUVENILES	
	B	P	B	P
$U^{-1}$	79.25	89.45	60.67	87.04
A	11.15	15.92	19.19	30.70
$K_1$	69.11	79.88	66.77	85.26
$K_2$	78.23	94.04	90.96	93.27

Tabla V. Cociente respiratorio; Relación Atómica O:N y Tasa de sustrato metabólico determinados en Postlarvas del langostino Macrobrachium rosenbergii.

INDICE METABOLICO	P O S T L A R V A S			
	B O V I L A C		P U R I N A	
	Alimentados	Ayuno	Alimentados	Ayuno
COCIENTE RESPIRATORIO	1.00	1.00	0.95	1.00
RELACION ATOMICA O:N	46.82	36.10	33.57	29.81
TASA DE SUSTRATO METABOLICO	0.88 <sup>a</sup> : 15.74 <sup>b</sup> : 77.36 <sup>c</sup>		8.95 : 15.38 : 75.66	
			9.75 : 15.28 : 74.97    10.92 : 15.08 : 73.99	

% Proteínas<sup>a</sup> : % Lípidos<sup>b</sup> : % Carbohidratos<sup>c</sup>

Tabla VI. Cociente respiratorio ; Relación Atómica O:N y Tasa de sustrato metabólico determinados en Juveniles del langostino Macrobrachium rosenbergii.

INDICE METABOLICO	J U V E N I L E S			
	B O V I L A C		P U R I N A	
	Alimentados	Ayuno	Alimentados	Ayuno
COCIENTE RESPIRATORIO	0.98	1.1	0.95	0.98
RELACION ATOMICA O : N	36.83	40.30	25.50	22.79
TASA DE SUSTRATO METABOLICO	9.08 <sup>a</sup> : 15.39 <sup>b</sup> : 75.53 <sup>c</sup>	7.95 : 15.58 : 76.46	12.59 : 14.79 : 72.16	14.50 : 15.11 : 70.38

% Proteína<sup>a</sup> : % Lípidos<sup>b</sup> : % Carbohidratos<sup>c</sup>

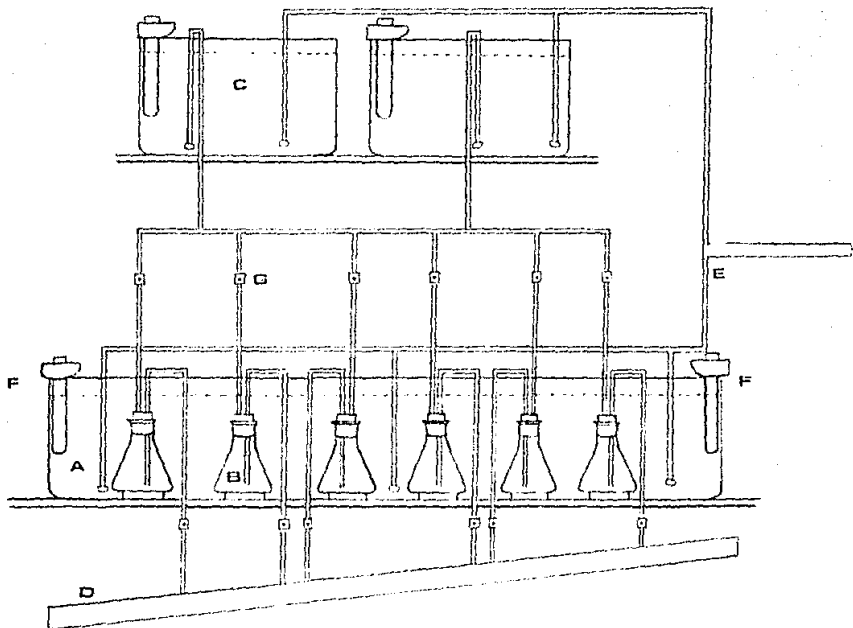


FIG. 1 Dispositivo de tipo semicerrado para la determinación del ritmo respiratorio y excreción nitrogenada de *M. rosenbergii*. A-estanco termorregulado, B-cámaras respirométricas, C- estanques para recambiar el agua de las cámaras respirométricas, D-salida de agua, E- tubería de aire comprimido, F- calentadores, G- llaves de control de fluido.

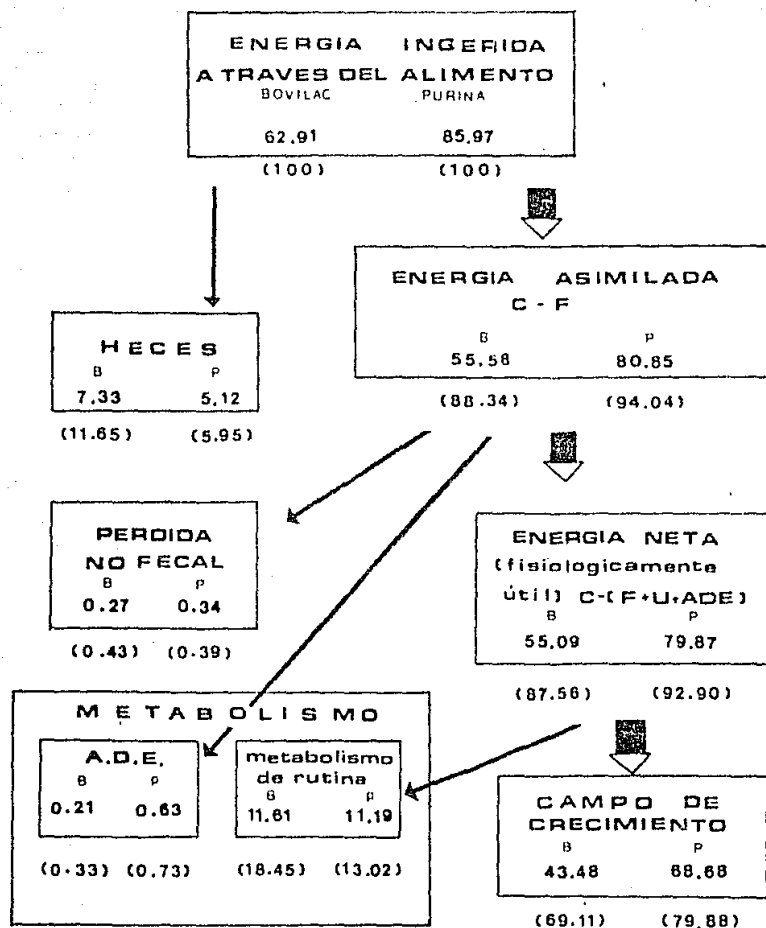


FIGURA 2.- DISTRIBUCION DE LA ENERGIA INGERIDA A TRAVES DEL ALIMENTO EN LAS POSTLARVAS DEL LANGOSTINO *Macrobrachium rosenbergii* ALIMENTADAS CON LAS DIETAS BOVILAC Y PURINA *cal/dia x individuo<sup>-1</sup>* Y PORCENTAJE EN PARENTESIS.

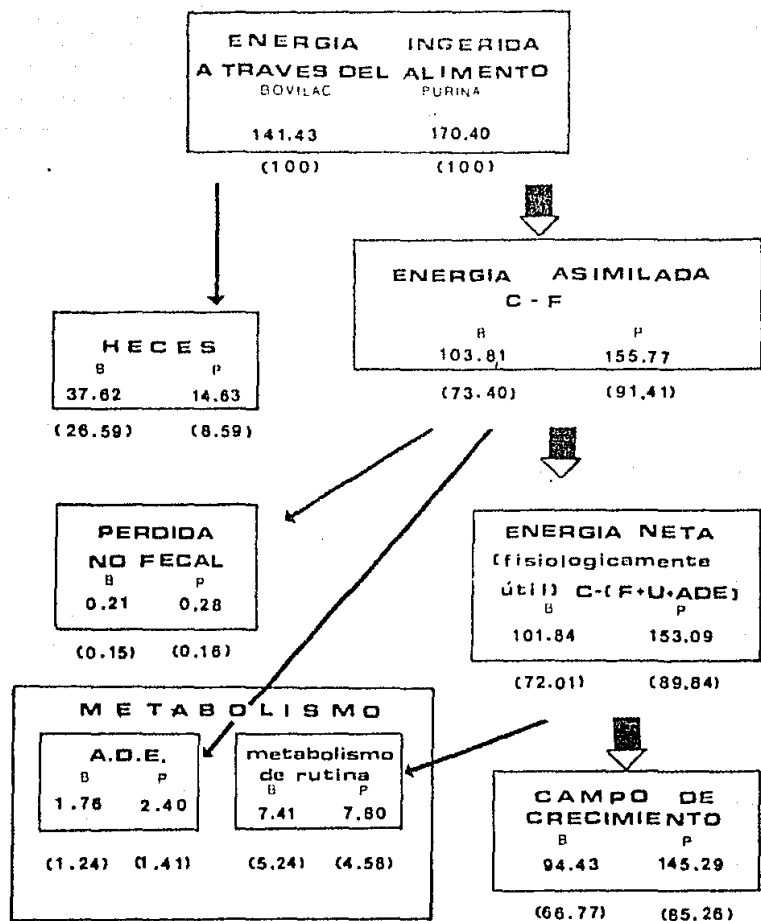
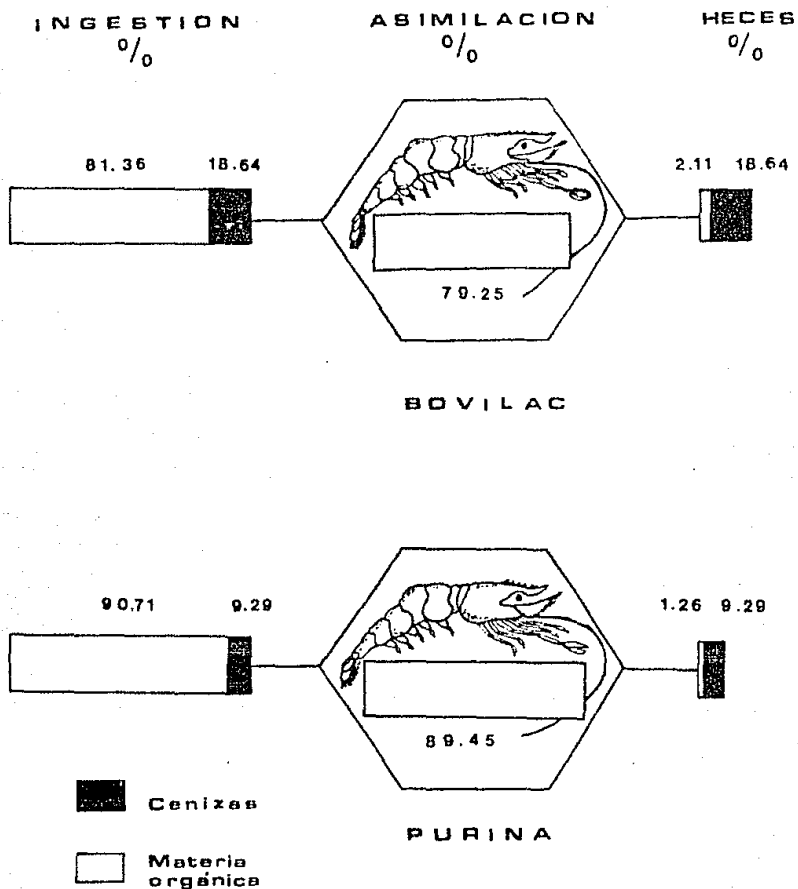
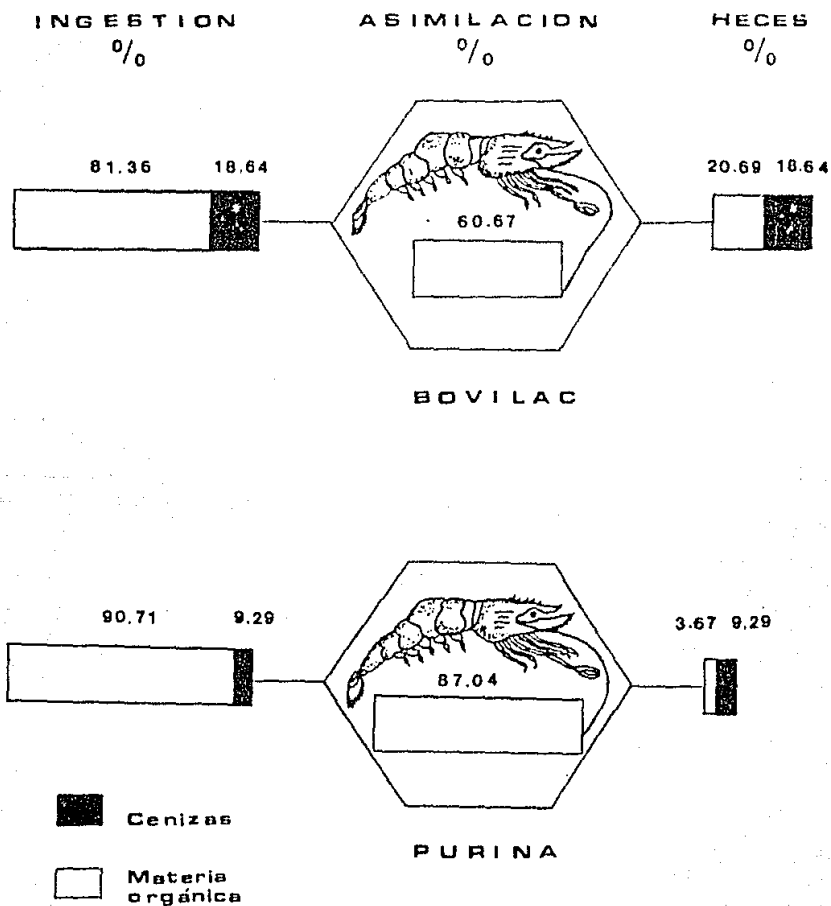


FIGURA 3.- DISTRIBUCION DE LA ENERGIA INGERIDA A TRAVES DEL ALIMENTO EN LOS JUVENILES DEL LANGOSTINO *Macrobrachium rosenbergii* ALIMENTADOS CON LAS DIETAS BOVILAC Y PURINA  $\text{cal} \cdot \text{dia} \times \text{individuo}^{-1}$  Y PORCENTAJE EN PARENTESIS.



**FIGURA 4.** Balance de materia orgánica de las postlarvas del langostino gigante Macrobrachium rosenbergii alimentadas con Bovilac y Purina.



**FIGURA 5.** Balance de materia orgánica de los juveniles del langostino gigante Macrobrachium rosenbergii alimentados con Bovilac y Purina.