

0036/25
2eje



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

INTERACCION DE LA ABLACION UNILATERAL DEL
PEDUNCULO OCULAR Y EL FOTOPERIODO SOBRE
EL BALANCE ENERGETICO EN JUVENILES DEL
LANGOSTINO MALAYO *Macrobrachium rosenbergii*
(DE MAN) (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE).

T E S I S

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

P R E S E N T A :
BIOL. MARIA ESTELA PEREZ CRUZ

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.

A mis padres, no solo por su apoyo y estímulo incondicional, sino por su invaluable regalo.....la vida.

A mis hermanos, por ser los más estrictos jueces en mi camino, por que gracias a ello he podido superarme.

A Humberto, por estar aquí y ahora.

Y sobre todo para aquellas personas que su memorable recuerdo siempre estará conmigo.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. FERNANDO DIAZ HERRERA por la dirección de este trabajo, así como por su apoyo y apreciable amistad.

A los miembros del jurado, Dra. MA. LUISA FANJUL PEÑA, Dra. NORA E. GALINDO M., M. en C. JOSE R. LATOURNERIE C., M. en C. Z. GRACIELA CASTILLO R., M. en C. JORGE L. HERNANDEZ AGUILERA y M. en C. MARTIN LOPEZ H., por sus constructivos comentarios en la revisión del manuscrito.

A la Dra. MA. ANTONIETA ALADRO LUBEL y a la M. en C. MARIA ESTHER MARTINEZ MURILLO por sus valiosas sugerencias y generosidad en la revisión de este trabajo.

Al Biol. VICTOR ALVAREZ, al Oceanol. ARNOLDO MORENO que gentilmente donaron los langostinos utilizados en este trabajo.

Al Ing. JESUS CENDEJAS de la empresa Purina por haber proporcionado el alimento balanceado con el que se desarrolló este estudio.

Al Biol. HECTOR LARA G. por su colaboración en la impresión de este trabajo así como su apoyo y amistad.

Con un sincero agradecimiento para los Biol. GABRIEL JUAREZ C., ABEL RUBIO R., IGNACIO MORALES S. y a JORGE LUNA F. por su apoyo constante e invaluable amistad.

Y con especial agradecimiento a Humberto O. Quezadas por su paciencia, cariño y su valioso apoyo para la consecución de este trabajo.

INDICE

RESUMEN	1
INTRODUCCION	2
MATERIALES Y METODOS.	6
RESULTADOS	10
DISCUSION	12
CONCLUSIONES	18

LITERATURA CITADA

TABLAS Y FIGURAS

RESUMEN

Se cuantificó el balance energético así como los índices de crecimiento K_1 y K_2 y la relación atómica O:N de juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* normales y con ablación unilateral del pedúnculo ocular sometidos a cinco fotoperíodos: 24 horas luz, 18 h luz/6 h oscuridad, 12 h luz/12 h oscuridad, 6 h luz/18 h oscuridad y 24 horas oscuridad.

La tasa de ingestión de los langostinos normales tuvo un intervalo de 1373.43 a 1596.62 joules·día⁻¹·g⁻¹ ps en todas las condiciones de fotoperíodo y fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en los langostinos ablacionados, siendo esta diferencia más alta en los langostinos sometidos al fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad.

La tasa de consumo de oxígeno en los organismos normales fue de 107.6 a 174.2 joules·día⁻¹·g⁻¹ ps, en tanto que en los ablacionados el gasto fue de un 4.6 a 9.3% menor ($P < 0.05$) en todas las condiciones de fotoperíodo.

La energía canalizada hacia el campo de crecimiento por los langostinos normales tuvo un intervalo de 80.7 a 88.6% de la energía ingerida, siendo mayor para los organismos mantenidos en el fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad. En los organismos ablacionados la energía potencial para el crecimiento fue de un 2.77 a 5.53% mayor ($P < 0.05$) comparado con los controles. Al igual que en los langostinos normales, la mayor cantidad de energía canalizada para el crecimiento se presentó en los organismos ablacionados mantenidos en el fotoperíodo 6 h luz/18 h oscuridad.

En los langostinos normales, en todas las condiciones de fotoperíodo los índices de crecimiento K_1 y K_2 tuvieron un intervalo de 80.60 a 88.58% y de 81.64 a 89.63% respectivamente. En los ablacionados el intervalo para el K_1 fue de 84.42 a 94.11% y para el K_2 de 85.61 a 94.60% en los diferentes fotoperíodos. Ambos índices fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) en los langostinos normales y ablacionados mantenidos en el fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad.

Los resultados obtenidos a partir de la relación atómica O:N mostraron que los langostinos normales tuvieron un intervalo de 21.42 a 58.52, indicando esto que el principal sustrato oxidado fueron los carbohidratos. En los ablacionados se obtuvo un intervalo de 10.83 a 37.04, indicando ésto que los organismos mantenidos en los fotoperíodos de 24 h luz y 18 h luz/6 h oscuridad emplearon una mezcla de lípidos y carbohidratos como sustrato oxidado, y en los expuestos a los fotoperíodos de 12 h luz/12 h oscuridad, 6 h luz/18 h oscuridad y 24 h oscuridad el principal sustrato fueron los carbohidratos.

Con base en los resultados obtenidos en este estudio se puede sugerir que la técnica de ablación del pedúnculo ocular y la modificación del fotoperíodo representan una alternativa para incrementar la potencialidad de crecimiento del langostino en condiciones de cultivo comercial.

INTRODUCCION

El langostino *Macrobrachium rosenbergii* es nativo de la región del Indo-Pacífico y se distribuye en zonas tropicales y subtropicales, en donde se le localiza durante todo el año en aguas dulces y salobres; en ríos, canales de riego y reservorios de agua (Ling, 1969). Actualmente *M. rosenbergii* es uno de los crustáceos dulceacuícolas de mayor importancia económica en el mundo, ya que presenta características favorables para su cultivo como son: la reproducción exitosa en cautiverio, una alta tasa de sobrevivencia y crecimiento, poca agresividad y gran aceptabilidad para su consumo (Arana, 1980; Hollschmit, 1989).

En México existe un gran potencial para la acuicultura comercial de esta especie, ya que se cuenta con extensos litorales, que constituyen alrededor de 2.8 millones de hectáreas de aguas dulces y salobres, además de condiciones climáticas apropiadas para el desarrollo de esta actividad (FAO, 1984; Hollschmit, 1989).

En organismos de importancia acuícultural como lo es el langostino, es de gran interés conocer todos aquellos factores que contribuyan a incrementar la tasa de crecimiento de estos animales en condiciones de cultivo, de tal forma que se alcance la talla comercial en menor tiempo y con ello los costos de producción se vean reducidos (Clifford y Brick, 1979).

En crustáceos de importancia comercial se han estudiado diversos factores que inciden directamente sobre el crecimiento, como son la temperatura, la alimentación, el fotoperíodo y la modificación del balance hormonal (Shu-Gin, *et al.*, 1981; Bruce & Chang, 1984; Radhakrishnan & Vijayakumaran, 1984; Brito-Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a; Choy, 1987; Díaz-Iglesia, *et al.*, 1987; Koshio *et al.*, 1992). Obteniéndose que uno de los factores más potentes para promover el crecimiento es la ablación de los pedúnculos oculares, ya que con esto se eliminan las secreciones hormonales producidas por el complejo neurosecretor denominado órgano X - glándula sinusal que se localiza en la base del pedúnculo ocular de los crustáceos (Skinner, 1985; Brito-Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a).

Se conoce que en los decápodos el sistema endocrino regula diversos procesos metabólicos, como son la muda, la movilización de pigmentos, el balance hidromineral y la reproducción entre otros. Este sistema produce hormonas provenientes de células neurosecretoras así como de glándulas epiteliales. Una de estas glándulas está constituida fundamentalmente por el órgano "X" cuyas terminales axónicas terminan en la glándula sinusal y que a su vez esta conectado con el ganglio cerebroide. Este complejo neurohemal produce entre otras, una hormona conocida como la Hormona Inhibidora de la Muda (HIIM) (Díaz-Iglesia, 1988)

En los crustáceos superiores se ha descrito el órgano "Y" el cual es una estructura epitelial que produce una hormona conocida como crustaecdisona u hormona promotora de la muda (HM). En estos organismos el proceso de la muda está controlado por estas dos hormonas, que al parecer tienen efectos antagónicos (Dall, 1977; Díaz-Iglesia *et al.* 1987; Díaz-Iglesia, 1988).

Desde hace varias décadas se ha estudiado el efecto de la ablación de los pedúnculos oculares sobre el crecimiento, la muda y la sobrevivencia en decápodos. En *Macrobrachium rosenbergii* Shu-Gin *et al.* (1981) reportaron una reducción del período de intermuda en langostinos ablacionados unilateralmente. Nakatani y Otsu (1981) obtuvieron un incremento en la longitud del caparazón en el acocil *Procambarus clarki* ablacionados bilateralmente. Radhakrishnan y Vijayakumaran (1984) encontraron que la ablación bilateral de los pedúnculos oculares en la langosta *Panulirus homarus* provocó una ganancia en peso. En juveniles de *Penaeus canaliculatus* ablacionados unilateralmente Choy (1987) reportó una reducción en el período de intermuda. En la langosta *Panulirus argus* Brito-Pérez y Díaz-Iglesia (1987a), Díaz-Iglesia *et al.* (1987) informaron una reducción en el período de intermuda en organismos ablacionados unilateral y bilateralmente.

Se ha postulado por Choy (1987); Brito-Pérez y Díaz-Iglesia (1987) que se puede inducir la muda precoz mediante la ablación peduncular y la frecuencia depende de la interacción de varios factores ambientales, así como de la edad y el estadio del ciclo de muda del animal al ser operado, de su estado nutricional y además puede producir efectos adversos en el metabolismo y en el comportamiento de los organismos ablacionados bilateralmente.

Otro factor que afecta la actividad locomotora, las migraciones, y los mecanismos fisiológicos de los crustáceos, es el fotoperíodo. Signoret *et al.* (1987), reportaron que en *Macrobrachium acanthurus* se modificó el crecimiento en diferentes condiciones de luz, encontrando que variaciones cíclicas de luz y de oscuridad, aceleran los procesos de la muda. Stephens (1955) encontró que con un fotoperíodo de 9-10 horas luz y 15-14 horas oscuridad se presentó la mayor frecuencia de muda en el acocil *Cambarus*. Quackenbush y Herrnkind (1983) obtuvieron en la langosta *Panulirus argus* una disminución de la duración del ciclo de muda en organismos sometidos a periodos cortos de luz y oscuridad. También se ha reportado que el fotoperíodo afecta el metabolismo respiratorio en *Orconectes nais* (Rice y Armitage, 1974).

Una de las disciplinas para evaluar los efectos de diversos factores intrínsecos y extrínsecos sobre el crecimiento de los organismos de importancia acuicultura, es la bioenergética, mediante la cual se establecen las diferentes rutas o vías de la distribución de la energía que canalizan a los diversos procesos metabólicos a partir de la energía ingerida en el alimento por los organismos. El modelo de balance energético para crustáceos es el propuesto por Klekowsky y Duncan (1975) modificado por Clifford y Brick (1978):

$$C = P + R + F + U + E.D.E.$$

Donde C es la energía ingerida en el alimento consumido, P es la energía canalizada hacia el crecimiento o producción (somático y/o reproducción), R es la energía utilizada para gastos metabólicos (respiración, movimiento y otros), F es el contenido de energía de aquella parte del material ingerido que no fue asimilado, U es la energía del material digerido que es eliminado del cuerpo como productos nitrogenados y E.D.E. es el incremento de la tasa metabólica debido a la ingestión, asimilación, transporte, tratamiento bioquímico e incorporación del alimento.

En el balance energético de los organismos, la diferencia entre la energía ingerida y la suma de los gastos destinados a la respiración, producción de heces, excreción

nitrogenada y efecto dinámico específico es llamado "Campo de crecimiento" (Paloheimo y Dickie, 1966; Warren y Davis, 1967):

$$P = C - (R + F + U + E.D.E.)$$

Para cuantificar el efecto de diversos factores que inciden sobre el metabolismo y crecimiento de los organismos acuáticos, se utilizan los índices K_1 y K_2 los cuales representan la relación entre la cantidad de energía consumida (K_1) o asimilada (K_2) la cual es destinada para el crecimiento (Klekowsky y Duncan, 1975).

Es importante mencionar que el conocer el tipo de sustrato metabólico que el organismo utiliza, permite establecer el estado metabólico y evaluar el efecto de la ablación peduncular y el fotoperíodo, entre otros, ya que se ha reportado (Vijayakumaran y Radhakrisnan, 1984; Díaz-Iglesia, *et al.* 1987; Koshio, *et al.*, 1992), que una dieta apropiada puede disminuir el efecto de la ablación peduncular, puesto que provoca una serie de respuestas metabólicas que no sólo están involucradas con el crecimiento, sino también con otros aspectos fisiológicos como la utilización de reservas (lípidos, carbohidratos y proteínas) del hepatopáncreas, ya que las demandas de éstos para la biosíntesis de tejido son altas en organismos a los cuales se les ha practicado la ablación de los pedúnculos oculares.

La relación atómica O:N es el índice metabólico que permite conocer el tipo de sustrato metabólico utilizado por los organismos, si se obtienen valores entre 7.0 y 9.0 esto indica que el sustrato oxidado son las proteínas, valores mayores de 24 significan la utilización de lípidos y/o carbohidratos en el metabolismo oxidativo. Por lo anterior este puede ser un índice para evaluar el efecto de la ablación peduncular y el fotoperíodo (Barber y Blake, 1985; Mayzaud y Conover, 1988).

Por lo tanto, el presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar la interacción de la ablación unilateral del pedúnculo ocular y el fotoperíodo sobre el balance energético en juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii*.

MATERIALES Y METODOS.

Las postlarvas de *M. rosenbergii* fueron proporcionadas por una granja de producción privada ubicada en el Municipio de El Carrizal en el estado de Guerrero.

Los organismos se transportaron en bolsas de polietileno, con agua del medio y oxígeno a saturación. Una vez en el laboratorio las postlarvas se mantuvieron en un acuario de 3000 l provisto con un filtro biológico a 30 ± 1 °C, temperatura que fue registrada en el momento de la colecta, ésta fue mantenida con termostatos regulables de inmersión de 300 watts. Las postlarvas se alimentaron diariamente con la dieta balanceada comercial Chow Langostino Purina *ad libitum*, hasta alcanzar la etapa juvenil, estadio en el cual fueron utilizados.

Los organismos tanto normales como ablacionados se colocaron en acuarios de 70 l a una densidad de 15 por acuario, a 30 ± 1 °C, temperatura que los juveniles prefirieron al permitirseles gravitar en un gradiente horizontal de temperatura (Díaz Herrera, *et al.*, 1993).

Los langostinos se sometieron a 5 fotoperiodos durante la fase experimental:

- a) 24 h luz.
- b) 18 h luz/ 6 h oscuridad.
- c) 12 h luz/ 12 h oscuridad.
- d) 6 h luz/ 18 h oscuridad.
- e) 24 h oscuridad.

Estos fueron regulados con "timers" Micronta. Para cada condición experimental se realizó una repetición.

La ablación del pedúnculo ocular se realizó mediante un corte en la base de éste con una tijera No. 33 e inmediatamente se cauterizó, para evitar que los organismos perdieran hemolinfa o que sufrieran algún tipo de infección. Después de una semana de recuperación a la operación se inicio la fase experimental.

Los juveniles del langostino tanto en la condición de normales y ablacionados al inicio de la fase experimental tuvieron un intervalo de peso húmedo de 0.5 a 1.5 g.

Durante 30 días los langostinos se alimentaron diariamente con la dieta balanceada comercial Chow Langostino Purina, en una ración equivalente al 10% de su peso húmedo corporal.

El periodo de alimentación fue de dos horas, al término de éste el alimento remanente fue retirado de los acuarios a través de un sifón con una malla de 50 micras colocada en el extremo distal del mismo. Una vez retirado el alimento, se hizo el recambio parcial de agua (50%) en cada uno de los acuarios. El alimento remanente recolectado se etiquetó y se deshidrató en una estufa Blue M a 60°C.

El análisis químico proximal del alimento se hizo mediante las técnicas del AOAC (1980) (Tabla 1). También se realizó el análisis calórico del alimento proporcionado y de las heces con una bomba calorimétrica Parr, calibrada con ácido benzoico.

En cada uno de los grupos experimentales se midieron las tasas fisiológicas necesarias para calcular el campo de crecimiento: ingestión de alimento, ritmo respiratorio, producción de heces, excreción de nitrógeno amoniacal y efecto dinámico específico.

La tasa de ingestión (C) de los langostinos tanto normales como ablacionados, 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 durante el periodo de alimentación (2 horas) se realizaron pruebas para determinar que fracción de alimento se diluyó, considerando el volumen de agua, temperatura y aireación normal. De esta forma la tasa de ingestión fue corregida por el factor de dilución del alimento.

La tasa respiratoria (R) se midió como consumo de oxígeno, en un respirómetro semicerrado en cámaras de 250 ml. La determinación de la concentración de oxígeno de las muestras tomadas, se realizó con un oxímetro YSI-54 ARC provisto de un sensor

polarográfico. En cada cámara respirométrica se colocó un langostino completando un total de 15 cámaras por cada condición experimental. Las mediciones se realizaron en un período de 1.5 horas, y durante 30 minutos se detuvo el flujo de agua. El oxígeno consumido se determinó por diferencia entre las concentraciones inicial y final como $\text{mg O}_2 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ps}$. Los valores se convirtieron a 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 las mediciones de la concentración de nitrógeno amoniacal mediante la técnica de azul de indifenol (Rodier, 1981). La excreción de nitrógeno amoniacal de los organismos, también se obtuvo por diferencia entre las muestras iniciales y finales y se expresó en $\text{mg NH}_4 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{ps}$. Los datos se convirtieron a su equivalente calórico al utilizar el factor 5.73 cal/mg de NH_4 excretado (Clifford y Brick, 1983).

Los datos de consumo de oxígeno de los langostinos tanto normales como ablacionados se utilizaron para evaluar el calorigénico del alimento (EDE); esto es, se calculó la diferencia existente entre las tasas respiratorias obtenidas en organismos alimentados y mantenidos en ayuno durante 48 horas.

Las heces (F) producidas por los organismos en un período 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 su secado hasta peso constante. Posteriormente se midió el valor calórico de las heces producidas en una bomba calorimétrica Parr.

Todos los parámetros fisiológicos cuantificados en las diferentes condiciones experimentales se expresaron en joules.día. g ps para ser integrados en la ecuación del balance energético mencionada por Klekowsky y Duncan (1975).

Las eficiencias de crecimiento K_1 y K_2 relativas a la energía contenida en el alimento ingerido (C) o asimilado (A) que se canaliza a crecimiento se determinaron empleando las ecuaciones propuestas por Klekowsky y Duncan (1975):

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

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

Aplicando los principios de la termoquímica respiratoria se calculó la relación atómica O:N para estimar el tipo de sustrato oxidado por los juveniles en las diferentes condiciones experimentales.

Para las mediciones de consumo de oxígeno y excreción nitrogenada, se calcularon las regresiones lineales resistentes, las cuales fueron relacionadas con su peso corporal, mediante el programa de cómputo Statgraphics. Estos valores así como los de producción de heces y alimento ingerido fueron procesados mediante el análisis exploratorio de datos Tuckey (1977) utilizando una prueba de suavización SRSS del mismo programa de cómputo para absorber los casos extremos, para posteriormente calcular la mediana como medida resistente de tendencia central acorde al modelo:

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

Donde Y_i es el valor observado de las tasas fisiológicas correspondientes al consumo de oxígeno, excreción nitrogenada, tasa de ingestión de alimento y producción de heces, M es la mediana y e_i el error del modelo.

Para contrastar el efecto de la ablación unilateral del pedúnculo ocular y el fotoperíodo sobre los elementos de la ecuación del balance energético, el campo de crecimiento, y eficiencias de crecimiento en los juveniles de *M. rosenbergii* se llevaron a cabo análisis de varianzas de dos vías con el programa de cómputo Statgraphics.

RESULTADOS

El balance energético en los juveniles del langostino normales y ablacionados en las diferentes condiciones de fotoperíodo al que fueron sometidos, se muestran en las Figuras 1-5. En estas se observa que los normales tuvieron una ingestión de 1373.43 a 1596.62 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps en todas las condiciones de fotoperíodo. Como resultado de la ablación los juveniles tuvieron un incremento significativo ($P < 0.05$) en la energía ingerida de 13.94 a 151.53 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps, siendo mayor esta en los organismos mantenidos en el fotoperíodo de 6/18 luz-obscuridad (Fig. 4).

La energía canalizada hacia el campo de crecimiento por los juveniles normales fue de 80.7 a 88.6% de la energía ingerida, siendo mayor para los mantenidos en el fotoperíodo de 6/18. La energía potencial para crecimiento fue 2.77 a 5.53% mayor ($P < 0.05$) en los organismos ablacionados, observándose que el valor mayor del campo de crecimiento de 94.1% se obtuvo en los langostinos expuestos al fotoperíodo de 6/18 (Figs. 1 - 5).

El gasto energético derivado hacia la tasa metabólica por los langostinos normales fue de 107.6 a 174.2 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps, en tanto que en los ablacionados el gasto fue de un 4.6 a 9.3% menor ($P < 0.05$) en todos los fotoperíodos (Figs. 1 - 5).

La cantidad de energía perdida a través de las heces (Figs. 1 - 5) no fue significativamente diferente ($P > 0.05$) para los normales y ablacionados y presentó un intervalo de 8.33 a 31.69 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps en todas las condiciones de fotoperíodo.

La cantidad de energía que fue utilizada en la excreción de amonio por los normales tuvo un intervalo de 0.8 a 4.9 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps, en los ablacionados éste se incremento significativamente ($P < 0.05$) de 3.4 a 10.7 joules. día⁻¹ g⁻¹ ps en todos los fotoperíodos utilizados.

La energía destinada por los organismos normales al efecto dinámico específico fue de 6.6% de la energía ingerida en el alimento para todas las condiciones de fotoperíodo. En

tanto que los ablacionados tuvieron un menor gasto energético ($P < 0.05$) ya que usaron para este proceso un intervalo de 0.6 a 6% de la energía consumida (Figs. 1 - 5).

En la Tabla II se muestran los valores de los índices de crecimiento K_1 y K_2 de los langostinos normales y ablacionados expuestos a los diferentes fotoperíodos. El intervalo de K_1 para los normales fue de 80.6 a 88.6% y del K_2 de 81.5 a 89.63%, en los ablacionados ambos índices fueron de un 2.4 a 5.5 % mayores ($P < 0.05$), observándose que los valores más altos de ambos índices se obtuvieron para aquellos animales mantenidos en el fotoperíodo de 6/18 h luz-obscuridad (Tabla II).

Al calcularse la relación atómica O:N en los normales se obtuvo que los valores más altos de 60 y 58 ocurrieron en los organismos expuestos a los fotoperíodos de 0/24 y 24/0 h luz-obscuridad respectivamente, indicando esto que los organismos utilizaron carbohidratos como el principal sustrato oxidado. En los ablacionados se obtuvieron valores de 10 a 37 indicando esto, que los langostinos emplearon una mezcla de lípidos - carbohidratos en los fotoperíodos de 24 h luz/0 h obscuridad y 18 h luz/6 h obscuridad, en los expuestos a 12 h luz/12 h obscuridad, 6 h luz/18 h obscuridad y 0 h luz/24 h obscuridad el principal sustrato oxidado fueron los carbohidratos (Fig. 6).

DISCUSION

La importancia de delimitar el efecto de aquellos factores como la ablación de los pedúnculos oculares y el fotoperíodo que inciden directamente sobre el crecimiento de organismos de interés acuicultural, como lo es el langostino, pudiera tener una trascendencia económica, ya que esto contribuiría a establecer las biotécnicas más adecuadas para incrementar el crecimiento de estos organismos en condiciones de cultivo con una posible reducción en los costos de producción.

En la cuantificación de cada uno de los parámetros de la ecuación del balance energético, se encontró que como resultado de la ablación del pedúnculo ocular; existió un incremento en la tasa de consumo de alimento; para todas las condiciones de fotoperíodo, siendo este incremento desde 0.87 a 10.37 %. En *Panulirus homarus*, Vijayakumaran y Radhakrishnan (1984) informaron incrementos de un 50 a 75% en la tasa de ingestión en las langostas ablacionadas. El aumento en la tasa de ingestión de los langostinos así como la alta conversión del mismo se tradujeron en incrementos en peso de estos organismos. Se sabe que como resultado de la ablación del pedúnculo se elimina la hormona inhibidora de la muda; y con ello se produce un crecimiento acelerado debido a la acción de la hormona promotora de la muda o crustaceodisona, la cual entre otros efectos, estimula el crecimiento y la incorporación de proteínas en tejido (Brito-Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a; Choy, 1987; Díaz-Iglesia, 1988; Koshio *et al.* 1992), ya que los juveniles ablacionados están en constante interacción con la hormona de la muda y con ello su metabolismo requiere de cantidades mayores de precursores para poder llevar a cabo todos aquellos procesos de síntesis, por ello fue evidente que ingirieran mayor cantidad de alimento que los animales normales. Debido a esto es necesario considerar la calidad de la dieta como uno de los factores de importancia para disminuir los efectos adversos de la ablación, ya que ésto puede traducirse en una alta mortalidad debido al incremento en la frecuencia de la muda y crecimiento (Mauviott y Castell, 1976; Nakatani y Otsu, 1981; Choy, 1987; Brito-Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a).

Uno de los procesos de gran importancia en organismos bajo condiciones de cultivo es el crecimiento, se ha reportado que la ablación de los pedúnculos oculares es una técnica que acelera este proceso, Shu-Gin *et al.* (1981) reportaron en *Macrobrachium rosenbergii* un

crecimiento de casi 1.8 veces mayor en langostinos con ablación unilateral que en los controles. En juveniles de *Homarus americanus* Mauviot y Castell (1976) informaron incrementos en peso de 5 veces en las langostas con ablación bilateral que las control. Radhakrishnan y Vijayakumaran (1984) reportaron incrementos en peso de 3 a 7 veces en *Panulirus homarus* ablacionados. Brito-Pérez y Díaz-Iglesia (1987a) encontraron que en la langosta *Panulirus argus* existió un mayor crecimiento en peso y talla de aproximadamente el 40% por muda en langostas con ablación unilateral. En el presente trabajo también se encontró que la energía que los langostinos juveniles canalizaron hacia crecimiento (campo de crecimiento) se incremento en un intervalo de 5.39 a 17.26% en los organismos ablacionados para todas las condiciones de fotoperíodo. Estos resultados concuerdan con lo reportado por otros autores (Shu-Gin *et al.* 1981; Radhakrishnan y Vijayakumaran, 1984; Choy, 1987; Brito-Pérez y Díaz-Iglesia, 1987a; Díaz-Iglesia *et al.* 1987) para varios decápodos.

Muchas de las funciones metabólicas de los crustáceos como la alimentación, migración, reproducción y el crecimiento están influenciados por diversos factores entre los que se puede mencionar la duración del período de luz - oscuridad ya que los organismos sincronizan estos ritmos endógenos con los cambios de fotoperiodicidad externos, es posible determinar sus efectos sobre diferentes procesos metabólicos, puesto que algunos de éstos están bajo el control hormonal (Signoret *et al.* 1987). Quackenbush y Herrkind (1983) reportaron que en períodos cortos de luz (8 horas Luz/ 16 horas oscuridad) hubo una disminución en la duración del ciclo de muda en la langosta *Panulirus argus*; Stephens (1955) reportó que en un fotoperíodo de 9-10 horas luz/15-14 horas oscuridad se presentó un mayor índice de muda y una baja mortalidad en el acocil *Cambarus*. En *Macrobrachium acanthurus* Signoret *et al.* (1987) encontraron que variaciones cíclicas de 6 horas luz/6 horas oscuridad promueven los procesos de muda. En el presente trabajo se encontró que la mayor cantidad de energía canalizada hacia el campo de crecimiento en los juveniles del langostino tanto normales como ablacionados se presentó en aquellos que fueron mantenidos en la condición del fotoperíodo de 6/18 horas luz-oscuridad, esto indica que la frecuencia de muda estuvo afectada directamente por el fotoperíodo ya que al parecer, períodos cortos de luz favorecen estos procesos, además de que el crecimiento en los juveniles mantenidos en el fotoperíodo 6 h luz/18 h oscuridad fue afectado por la interacción del fotoperíodo y por la ablación del pedúnculo ocular.

La cantidad de energía que destinaron los juveniles para el metabolismo de rutina fue baja en los organismos ablacionados. Esto concuerda con lo reportado por Brito-Pérez y Díaz-Iglesia (1987b) para *Panulirus argus* ablacionadas unilateralmente, lo que sugiere una mayor eficiencia en el transporte y la utilización del oxígeno, lo cual disminuyó la energía invertida en el bombeo de la hemolinfa, dando como consecuencia una menor tasa de consumo de oxígeno en los organismos operados.

Se obtuvo que tanto los organismos normales como los ablacionados tuvieron tasas más bajas de consumo de oxígeno en los langostinos mantenidos en el fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad así como en los mantenidos en oscuridad total. El incremento en la tasa consumo de oxígeno de los organismos seguida de la ingestión del alimento, se conoce como efecto dinámico específico, en este trabajo se encontró que la dieta proporcionada ejerció un efecto calorigénico aparente siendo reflejado en un incremento en la tasa de consumo de oxígeno de los langostinos en todas las condiciones de fotoperíodo y tanto en los organismos normales como en los operados. El intervalo de incremento de 0.57 a 6.65% es ligeramente menor al reportado por otros autores; ya que en larvas de *Homarus americanus* Capuzzo y Lancaster (1979) reportaron un aumento del 10% y Logan y Epifanio (1978) para juveniles de la misma especie de 23 a 64%. En tanto que Nelson *et al.* (1977) reportaron incrementos del 7 al 40% en juveniles del langostino alimentados con tres dietas; en juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* Sierra (1991) reportó incrementos en la tasa metabólica de 3.91% para organismos normales y de 4.1% para langostinos con ablación unilateral; en *Crangon franciscorum* Nelson *et al.* (1985) obtuvieron valores de 14 al 43%.

El efecto dinámico específico es un proceso en el cual intervienen una serie de mecanismos sin embargo, puede considerarse que representa el trabajo extra involucrado en la asimilación, transporte, tratamiento bioquímico, así como la conversión metabólica, desaminación y la formación de desechos nitrogenados a partir de la degradación de las proteínas (Clifford y Brick, 1978). Los resultados mostraron una reducción en la cantidad de energía que es utilizada en el efecto calorigénico aparente en los juveniles ablacionados en las diferentes condiciones de fotoperíodo; Koshio *et al.* (1992) encontraron que hubo una disminución del efecto calorigénico en un intervalo de 2 a 20% en *Homarus*

americanus con ablación bilateral con respecto a los controles. Estos mismos autores informaron que en los procesos de digestión influyen varios factores como la digestibilidad y calidad de los componentes de la dieta, y que están involucrados en este proceso muchos órganos y enzimas por lo que resulta difícil determinar con exactitud como la presencia o ausencia de pedúnculos oculares están involucrados en este mecanismo. Pero puede considerarse que estas diferencias se deban a que los organismos ablacionados, requieran de mayores cantidades de lípidos para maximizar su crecimiento, así como de una mayor retención de nitrógeno, ya que la ablación induce a una síntesis de proteínas más acelerada.

La tasa de excreción de amonio de juveniles tanto normales como ablacionados presentó un intervalo de 0.014 a 0.055 $\text{mg. h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ps}$, para todas las condiciones de fotoperíodo; estos resultados son similares a los reportados por otros autores; Nelson *et al.* (1977) obtuvieron una tasa de excreción de amonio de 0.01 a 0.09 $\text{mg NH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{h}^{-1}$ en juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* alimentados con tres dietas; en postlarvas y juveniles de esta misma especie, Díaz-Herrera (1989) obtuvo un intervalo de 0.0375 a 0.0601 $\text{mg NH}_4 \cdot \text{h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ps}$; Sierra (1991) en postlarvas y juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* controles y ablacionados reportó un intervalo para esta tasa de 0.023 a 0.063 $\text{mg NH}_4 \cdot \text{h}^{-1} \text{g}^{-1} \text{ps}$.

Los juveniles normales en las diferentes condiciones de fotoperíodo no presentaron diferencias significativas para esta tasa de excreción por lo que se puede sugerir que el fotoperíodo no tuvo un efecto sobre esta tasa, sin embargo en el caso de los juveniles ablacionados, esta tasa se modificó; en los organismos mantenidos en 18/6, 6/18 y 24 horas oscuridad disminuye, y en las condiciones de 12/12 y 24 horas luz esta tasa se incrementa, sugiriendo esto que fue la ablación del pedúnculo ocular lo que produjo estos cambios en la excreción de amonio; Koshio *et al.* (1992) encontraron que la tasa de excreción de amonio de *Homarus americanus* disminuyó desde 1 a 63% en las langostas con ablación bilateral. Por otro lado, Raman *et al.* (1981) reportaron un incremento del 60% en la tasa de excreción de amonio en *Macrobrachium lanchesteri* con ablación bilateral. Esto indica que el pedúnculo ocular está involucrado de alguna forma en el control hormonal del metabolismo del nitrógeno.

Los índices de crecimiento K_1 y K_2 representan la relación entre la cantidad de energía consumida (K_1) o asimilada (K_2), la cual es canalizada para crecimiento. Estos índices fueron significativamente mayores en el caso de los organismos ablacionados en todas las condiciones de fotoperíodo, pero los organismos mantenidos en un fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad tanto los normales como los ablacionados fueron los que presentaron más altos valores en estos índices.

El intervalo para el índice K_1 fue de 80.60 a 94.11% y de 81.64 a 94.60% para el K_2 . Díaz-Herrera, *et al.* (1992) reportaron un intervalo para el K_1 y K_2 de 66.7 a 85.26% y 78.23 a 94% respectivamente, para postlarvas y juveniles normales de *Macrobrachium rosenbergii*. En juveniles normales y ablacionados de esta misma especie Sierra (1991) encontró un intervalo de 92.76 a 94.54% para el K_1 y de 90.98 a 96.51% para el K_2 . De acuerdo a los resultados obtenidos en el K_1 y K_2 así como en la cantidad de energía que es canalizada hacia el campo de crecimiento en los juveniles tanto normales como ablacionados indican que la técnica de ablación de pedúnculos oculares puede ser usada para incrementar el crecimiento; ya que los langostinos ablacionados presentaron un mayor crecimiento con respecto a los organismos normales en todas las condiciones de fotoperíodo; siendo los organismos expuestos al fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad quienes presentaron la mayor energía canalizada hacia el campo de crecimiento, así como en los índices de crecimiento en los juveniles normales y ablacionados.

Se calculó la relación atómica O:N para determinar el tipo de sustrato oxidado por los organismos; ya que esta relación es utilizada como un método de determinar el estado fisiológico de los organismos. En los juveniles del langostino tanto normales como ablacionados en todas las condiciones de fotoperíodo este indicador mostró que los juveniles presentaron como principal sustrato metabólico una mezcla de lípidos y carbohidratos para cubrir sus requerimientos metabólicos. Estos resultados son similares a lo reportado por Clifford y Brick (1979) en *Macrobrachium rosenbergii* quienes obtuvieron un valor de 33.7, y en juveniles de esta misma especie Díaz-Herrera (1989) reportó un valor de 25.50 para esta relación, Capuzzo y Lancaster (1979) reportaron valores de 22.1 a 26.7 en postlarvas de *Homarus americanus*.

Los valores obtenidos para esta relación indicaron que los juveniles de langostino normales y ablacionados utilizan como principal sustrato oxidable a los lípidos y carbohidratos para cubrir todas sus demandas energéticas y que las proteínas proporcionadas por la dieta fueron utilizadas para la síntesis de tejido y fueron eficientemente utilizadas por los langostinos ablacionados, ya que éstos presentaron un mayor crecimiento, en todas las condiciones de fotoperíodo.

Las implicaciones de los resultados del presente estudio sugieren que la técnica de la ablación del pedúnculo ocular así como su interacción con el fotoperíodo pudieran utilizarse en organismos acuáticos de importancia económica, a fin de obtener una aceleración de la tasa de crecimiento y con ello una reducción en los costos de producción.

CONCLUSIONES

1. La ablación del pedúnculo ocular produjo un incremento significativo ($P < 0.05$) en la tasa de consumo de alimento de los langostinos en todas las condiciones de fotoperíodo. Esta diferencia fue mayor en los organismos sometidos al fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad.
2. La tasa de consumo de oxígeno en los organismos ablacionados fue significativamente menor ($P < 0.05$) que en los normales en todas las condiciones de fotoperíodo.
3. La energía canalizada hacia el campo de crecimiento fue significativamente mayor ($P < 0.05$) en los langostinos ablacionados. Esta diferencia mayor fue en los organismos mantenidos en el fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad tanto en normales como ablacionados.
4. Los índices de crecimiento K_1 y K_2 fueron mayores en los organismos ablacionados. Ambos índices fueron mayores en los langostinos normales y ablacionados sometidos al fotoperíodo de 6 h luz/18 h oscuridad.
5. El principal sustrato oxidado por los langostinos normales en todas las condiciones de fotoperíodo fueron los carbohidratos, en tanto que los ablacionados fue una mezcla de lípidos y carbohidratos en los organismos mantenidos en el fotoperíodo de 24 h luz y 18 h luz/6 h oscuridad, mientras que en los mantenidos en los fotoperíodos de 12 h luz/ 12 h oscuridad, 6 h luz/18 h oscuridad y 24 h oscuridad el principal sustrato oxidado fueron los carbohidratos.
6. Los resultados obtenidos en este estudio mostraron que la técnica de ablación del pedúnculo ocular, así como la modificación del fotoperíodo incrementan la potencialidad del crecimiento en los juveniles del langostino *Macrobrachium rosenbergii*, y que estas técnicas representan una alternativa en las prácticas acuiculturales de esta especie.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), 1980. Official Methods of Analysis, 12th edition. Washington, D. C., USA, 1035 pp.
- Arana, F., 1980. Datos sobre el cultivo del "Langostino Asiático" *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) en México. Memorias II Simposio Latinoamericano de Acuicultura. Departamento de Pesca. México. Tomo I: 621 - 639.
- Barber, B. 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.
- Brito-Pérez, R., y E. Díaz-Iglesia, 1987a. Efectos de la ablación del complejo neurosecretor peduncular en juveniles de langosta *Panulirus argus*. I Crecimiento. *Rev. Inves. Mar.* 8 (2): 67 - 80..
- Brito-Pérez, R., y E. Díaz-Iglesia, 1987 b. Efecto de la extirpación unilateral de pedúnculos oculares sobre el consumo de oxígeno en juveniles de langosta, *Panulirus argus*. *Rev. Inv. Mar.* 8 (3): 71 - 78.
- Bruce, M. J., and E. S. Chang, 1984. Demonstration of a molting-inhibiting hormone from the sinus gland on the lobster, *Homarus americanus*. *Comp. Biochem. Physiol.* 79 A (3): 421 - 424.
- Capuzzo, M. J., and A. B. V. Lancaster, 1979. Some physiological and biochemical considerations of larval development in the american lobster, *Homarus americanus*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 40: 53 - 62..
- Choy, C. S., 1987. Growth and reproduction of eyestalk ablated *Penaeus canaliculatus* (Crustacea: Penaeidae). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 112: 93 - 107.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

- 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, 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. Comp. Biochem. Physiol. 74 A (3): 561 - 568.
- Dall, W., 1977. Review of the physiology of growth and moulting in rocks lobsters in: Phillips B. F. and J. S. Cobb (Eds.) Workshop of lobster and rock lobster ecology and physiology. Melbourne: 75 - 81.
- Díaz-Herrera, F., 1989. Estudio Ecofisiológico del langostino gigante *Macrobrachium rosenbergii*. Tesis Doctoral. Fac. Ciencias, U. N. A. M., México, 110 pp..
- Díaz-Herrera, F., G. Juárez-Castro, M. E. Pérez-Cruz y L. F. Bückle-Ramírez, 1992. Eficiencias de asimilación y de crecimiento de postlarvas y juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) alimentados con dos dietas balanceadas. Ciencias Marinas. 18 (4):17 - 26.
- Díaz-Herrera, F., P. Gutierrez-Morales y A. Garrido-Mora, 1993. Temperatura preferida y óptima para el crecimiento de *Macrobrachium rosenbergii*. (CRUSTACEA: PALAEMONIDAE). Revista de Biología Tropical. 41 (1): 153 - 155.
- Díaz-Iglesia, E., R. Brito-Pérez y I. Hernández, 1987. Efectos de la ablación del complejo neurosecretor peduncular en juveniles de langosta *Panulirus argus*: II. Algunos aspectos metabólicos. Rev. Inv. Mar. 8 (2): 81 - 93.

- Díaz-Iglesia, E., 1988. Aspectos de la fisiología de Animales Acuáticos. Ed. Pueblo y Educación, Cuba, 119 pp.
- Elliot, J. M. and W Davison, 1975. Energy equivalents of oxygen consumption in animal energetics *Oecologia*. 19: 195 - 201.
- F.A.O., 1984. Informes Nacionales sobre el desarrollo de la Acuicultura en América Latina. F A O. Informe de Pesca No. 294 Suplemento. FIR/R 29 Supl. (Es). 133 pp.
- Hollschmit, M. K., 1989. Manual Técnico para el cultivo y engorda de Langostino Malayo. Fondepesca, México, 128 pp.
- Klekowsky, R. Z. and A. Duncan, 1975. Physiological approach to ecological energetics. In: Grodzinsky W. *et al.* (Eds.). Methods for Ecological Bioenergetics. I.B.P. No. 24 Blackwell. Sci. Publ. Oxford. 15 - 64.
- Koshio, S., J. D. Castell, and R. K. O'Dor, 1992. The effect of different dietary energy levels in crab-protein-based diets on digestibility, oxygen consumption, and ammonia excretion of bilaterally eyestalk-ablated and intact juvenile lobsters, *Homarus americanus*. *Aquaculture* 108: 285 - 297.
- Ling, S. W., 1969. Methods of rearing and culturing *Macrobrachium rosenbergii* FAO Fish. Rep. 57: 607 -619.
- Logan, D. T., and C. E. Epifanio, 1978. A laboratory energy balance for the larvae and juveniles of the american lobster *Homarus americanus*. *Mar. Biol.* 47: 381 - 389.
- Mauviot J. C., and J. D. Castell, 1976. Molt and growth enhancing effects of bilateral eyestalk ablation on juvenile and adult American lobsters (*Homarus americanus*). *J. Fish. Res. Board Can.* 33: 1922 - 1929.

- Mayzaud, P., and R. J. Conover, 1988. O: N atomic ratio as a tool to describe zooplankton metabolism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45: 289 - 302.
- Nakatani, I., and T. Otsu, 1981. Relations between the growth and the molt interval in the eyestalkless crayfish *Procambarus clarki*. *Comp. Biochem. Physiol.* 68 A: 549 - 553..
- Nelson, S. G., H. W. Li, and A. W. Knigh, 1977. 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. Knigh, and H. W. Li, 1977. The metabolism cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea: Palaemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 57 A : 67 - 72.
- Nelson, S. G., M. A. Simmons, and A. W. Knigh, 1985. Calorigenic effect of diet the grass shrimp *Crangon franciscorum* (Crustacea: Crangonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 82 (2) : 373 - 376..
- Paloheimo, J. E., and L. M. Dickie, 1966. Food and growth of fishes. III. Relations among food, body size and growth efficiency. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 23: 1209 - 1248.
- Quackenbush, L. S., and W. F. Herrnkind, 1983. Regulation of the molt cycle of the spiny lobster *Panulirus argus*: Effect of photoperiod. *Comp. Biochem. Physiol.* 76 A (2): 259 - 263..
- Radhakrishnan, E. V., and M. Vijayakumaran, 1984. Effect of eyestalk ablation in spiny lobster *Panulirus homarus* (Linnaeus): 1. On moulting and growth. *Indian. J. Fish.* 31 (1): 130 - 147.

- Raman, K. V., K. Shakuntala and S. Ravichandra, 1981. Influence of endogenous factors on the pattern of ammonia excretion in the prawn *Macrobrachium lanchesteri* (de Man). *Indian Journal of Experimental Biology*. 19: 42 - 45.
- Rice, P. R., and K. B. Armitage, 1974. The effect of photoperiod on oxygen consumption of the crayfish *Orconectes nais* Comp. Biochem. Physiol. 47 A: 261 - 270.
- Rodier, J., 1981. Análisis de las Aguas. Omega. Barcelona. 1059 pp.
- Shu-Gin, H. B., Y. Levand, y J.C. Chen, 1981. Effects of eyestalk ablation on growth and molt of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Bull. Inst. Zool. Academia Sinica*. 20 (2): 41 - 47.
- Sierra, U. E., 1991. Efecto de la ablación unilateral de el pedúnculo ocular sobre el balance energético de postlarvas y juveniles del langostino malayo *Macrobrachium rosenbergii* De Man (Crustacea: Palaemonidae). Tesis de Licenciatura. Fac. de Ciencias U. N. A. M., México, 44 pp.
- Signoret, G., J. A. Cruz, J. M. Salazar y J. I. Arao., 1987. Influencia del Fotoperiodo sobre la muda de *Macrobrachium acanthurus*. *Mem. Símp. Biol. Mar. Univ. Auton. B. C. Sur*. 81 - 90.
- Skinner, D. M., 1985. Molting and regeneration. In D. E. Bliss and L. H. Mantell (Edit.). *The Biology of Crustacea*, Vol. 9, N. Y. Academic Press: 44 - 128.
- Stephens, G. S., 1955. Induction of moulting in the crayfish *Cambarus* by modification of daily photoperiod. *Biol. Bull.* 108 (2): 235 - 241.
- Tuckey, J. W., 1977. Exploratory data analysis. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company. 668 pp.

Vijayakumaran, M., and E. V. Radhakrishnan, 1984. Effect of eyestalk ablation in the spiny lobster *Panulirus homarus* (L.). 2. On food intake and conversion. *Indian J. Fish.* 31 (1): 148 - 155.

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

TABLA I
CONTENIDO PROXIMAL DEL ALIMENTO PROPORCIONADO
(CHOW LANGOSTINO PURINA) A LOS JUVENILES DE
Macrobrachium rosenbergii NORMALES Y ABLACIONADOS

COMPONENTE	CONTENIDO (%)
PROTEINA	32.47
LIPIDOS	2.26
CARBOHIDRATOS	52.58
FIBRA	2.28
CENIZAS	9.45

TABLA II
INDICES DE CRECIMIENTO K1 Y K2 DE JUVENILES DE
Macrobrachium rosenbergii NORMALES Y CON ABLACION
OCULAR SOMETIDOS A DIFERENTES FOTOPERIODOS

CONDICION	FOTOPERIODO (h) LUZ / OSCURIDAD	INDICES DE CRECIMIENTO (%)	
		K1	K2
N O R M A L E S	24/0	80.60	81.64
	18/6	82.88	84.12
	12/12	87.92	88.78
	6/18	88.58	89.63
	0/24	86.69	87.79
U A B L I C I O N A L	24/0	84.42	85.61
	18/6	85.66	86.56
	12/12	90.00	92.59
	6/18	94.11	94.60
	0/24	90.57	91.58

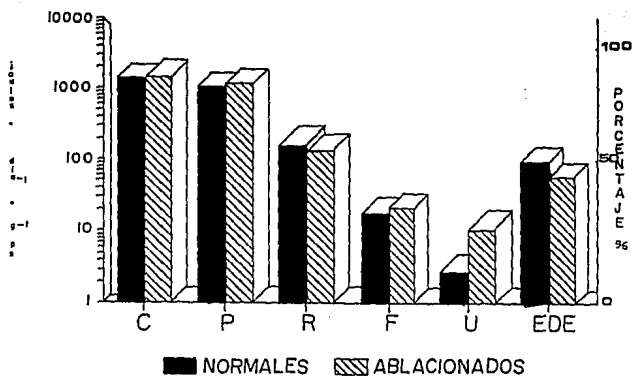


FIGURA 1. BALANCE ENERGETICO DE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* SOMETIDOS A UN FOTOPERIODO DE 24 h LUZ/0 h OBSCURIDAD.

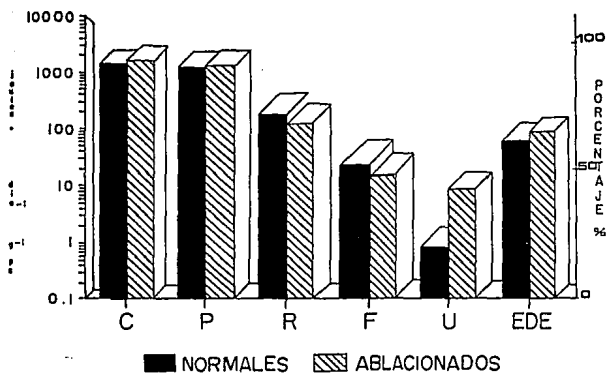


FIGURA 2. BALANCE ENERGETICO DE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* SOMETIDOS A UN FOTOPERIODO DE 18 h LUZ/6 h OBSCURIDAD.

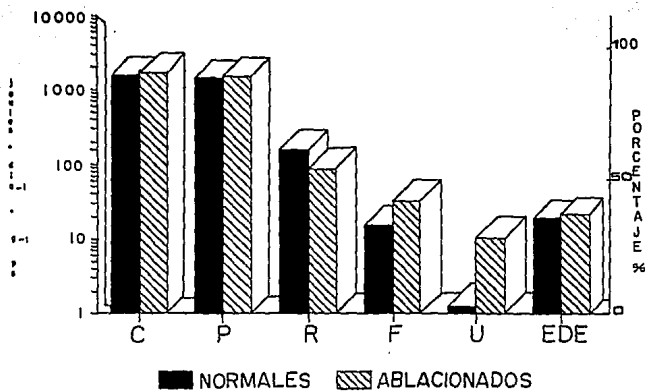


FIGURA 3. BALANCE ENERGETICO DE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* SOMETIDOS A UN FOTOPERIODO DE 12 h LUZ/12 h OBSCURIDAD.

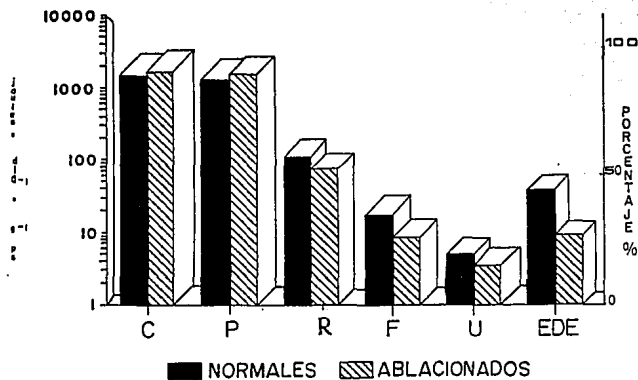


FIGURA 4. BALANCE ENERGETICO DE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* SOMETIDOS A UN FOTOPERIODO DE 6 h LUZ/18 h OBSCURIDAD.

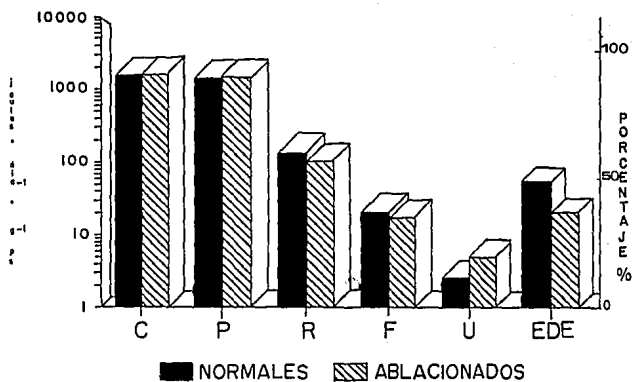


FIGURA 5. BALANCE ENERGETICO DE JUVENILES DE *Macrobrachium rosenbergii* SOMETIDOS A UN FOTOPERIODO DE 0 h LUZ/24 h OSCURIDAD.

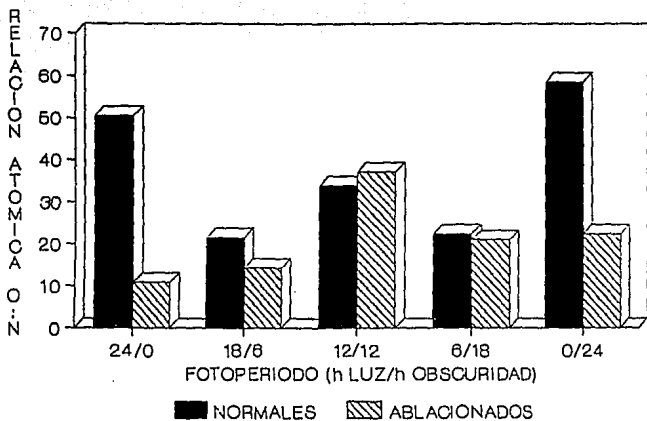


FIGURA 6. EFECTO DE LA ABLACION DEL PEDUNCULO OCULAR Y EL FOTOPERIODO SOBRE LA RELACION ATOMICA O : N DE *Macrobrachium rosenbergii*.