



11324  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE LA SALINIDAD SOBRE EL BALANCE  
ENERGETICO DE JUVENILES DE *Penaeus aztecus*  
EN CONDICIONES CONTROLADAS: 20° C.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

B I O L O G O

P R E S E N T A:

TEODORA JOSEFINA LEON GARCIA

MEXICO, D.F.

1992

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México

UNAM



## **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.....	2
MATERIALES Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	24
CONCLUSIONES.....	31
LITERATURA CITADA.....	32
TABLAS.....	36
FIGURAS.....	46
ANEXOS.....	51
AGRADECIMIENTOS.....	55

## RESUMEN

Se evaluó el balance energético en juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados a  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . en cinco salinidades (10, 15, 20, 25 y  $30 \pm 1$  ‰) y mantenidos con alimento comercial "camaronina" con 35 % de proteína.

Después del periodo de aclimatación (21 días) se determinó el consumo de oxígeno (R), la excreción nitrogenada (N), la tasa de muda (M) y el crecimiento (C). Los resultados de estos procesos fisiológicos expresados en  $\text{cal día}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$ , permitieron calcular la asimilación (As), a partir de la ecuación del balance energético:  $As = R + N + M + C$ . Así mismo, en cada condición experimental se calculó la eficiencia de asimilación (Ef As) por el método de Conover (1966), modificado por Condrey (1972) y por último se evaluaron las Eficiencias energéticas (C/As, R/As, N/As y M/As).

La salinidad afectó significativamente las tasas de excreción nitrogenada, de muda y de crecimiento ( $P < 0.05$ ), no siendo modificada el consumo de oxígeno por el factor. La eficiencia de asimilación fue de 82.5 a 87.9 % en todas las condiciones experimentales, independientemente de la salinidad ( $P > 0.05$ ). Las eficiencias energéticas, C/As, R/As, N/As y M/As, fueron modificadas por la salinidad. La distribución de energía más adecuada se obtuvo en 25 ‰ S, condición en la cual se observó una mejor optimización del flujo de energía hacia los diferentes procesos fisiológicos; en esta condición se obtuvo la mayor eficiencia neta de crecimiento (36.2 %).

Se resalta la importancia de abordar estudios bioenergéticos, en relación al cultivo de camarones, ya que permiten conocer las modificaciones en la distribución de la energía hacia los diferentes procesos fisiológicos del organismo, por efecto de las variaciones de los factores ambientales.

## INTRODUCCION

Actualmente, México es uno de los principales exportadores de camarón a nivel mundial; ocupa el séptimo lugar con un volumen de captura de alrededor de 73,000 toneladas anuales. El mercado internacional del recurso es dinámico y la demanda de una mayor oferta hace necesario incrementar la producción. Al respecto, la camaronicultura se presenta como una alternativa potencial para elevar la producción de camarón, generar empleos y captar divisas para el desarrollo nacional (Fondepesca, 1988).

Por tal motivo es necesario realizar investigaciones encaminadas a determinar las condiciones que favorezcan el crecimiento de estos organismos en cultivo, entre las cuales es importante considerar los factores bióticos y abióticos que afectan de manera directa o indirecta dicho proceso (Nelson et al., 1977 b y c).

El ciclo de vida de los camarones peneidos comprende una fase marina y otra estuarina; las formas adultas se reproducen en aguas marinas y los estadíos postlarvales penetran a los sistemas lagunares-estuarinos, donde se lleva a cabo el desarrollo de los juveniles. Los juveniles, posteriormente migran como subadultos al medio marino. Así, los camarones durante su ciclo de vida, pasan de un ambiente estable como es el marino, a uno altamente inestable como es el lagunar estuarino (Williams, 1984).

En el ambiente estuarino, los factores fisicoquímicos como la temperatura y la salinidad, presentan amplias fluctuaciones tanto diurnas como estacionales. Los organismos que habitan

estos sistemas, tienen la capacidad de compensar estos cambios ambientales y sobrevivir (Venkataramiah et al., 1974).

Tanto la temperatura como la salinidad, desempeñan un papel importante en la fisiología de los organismos acuáticos. La temperatura es un factor directriz, ya que determina la intensidad de la actividad metabólica general de los organismos; la salinidad es un factor enmascarador, el cuál modifica el efecto de otros factores del medio, altera las respuestas funcionales y desencadena los mecanismos reguladores (Kinne, 1971).

Se ha observado que la salinidad, limita la distribución y abundancia de los organismos. Algunos crustáceos ocupan en diferentes etapas de su ciclo de vida, un gradiente de salinidad que abarca desde aguas hipersalinas hasta agua dulce, mientras otros, ocupan un intervalo más estrecho de este gradiente, a la vez que son capaces de tolerar amplias variaciones de la salinidad. Esta tolerancia característica de los organismos estuarinos, está asociada con la capacidad fisiológica de las especies. La salinidad modifica las respuestas funcionales de los organismos como la osmorregulación, a través de cambios en la concentración total, en la proporción relativa de los solutos en el medio interno y en el transporte de los iones involucrados en el proceso. Estos cambios modulan diversos procesos fisiológicos, como las respuestas respiratorias, la excreción de productos nitrogenados, la muda y el crecimiento, entre otros (Kinne, *op cit*).

El metabolismo, es considerado como uno de los índices más adecuados para evaluar la actividad fisiológica general de los

animales. Así, la evaluación del consumo de oxígeno como indicador del metabolismo aerobio, es adecuado para cuantificar la utilización de la energía bajo diferentes condiciones ambientales (Duncan y Klekowsky, 1975).

La tasa respiratoria en los crustáceos decápodos, es modificada significativamente por los cambios de salinidad y temperatura (Venkataramiah *et al.*, 1974; Rosas, 1989) aunque también puede permanecer sin alteraciones (Kutty *et al.*, 1971 ; Bishop *et al.*, 1980; Scelzo y Zufiga, 1987). Tales respuestas dependen de la historia de vida y de la tolerancia de los organismos al factor y por lo tanto, de la capacidad osmoreguladora de éstos.

En relación a la excreción de los productos nitrogenados, los crustáceos acuáticos se caracterizan por ser amoniotélicos, esto es, entre el 70 y 90 % de los productos nitrogenados son excretados como amonio. Este proceso fisiológico, es alterado por diversos factores fisicoquímicos entre los que destacan la temperatura y la salinidad (Regnault, 1987).

La tolerancia a la salinidad está relacionada a la habilidad osmorreguladora de la especie, lo que requiere de una adecuada regulación de los iones que son necesarios para el equilibrio osmótico del organismo (Venkataramiah *et al.*, *op cit* ; Bishop *et al.*, *op cit*).

Al respecto, algunos autores señalan que las variaciones en la concentración osmótica del medio externo dan origen a cambios en la composición de proteínas y aminoácidos en los tejidos corporales de los crustáceos decápodos. Tales cambios repercuten directamente sobre la excreción, dado que los

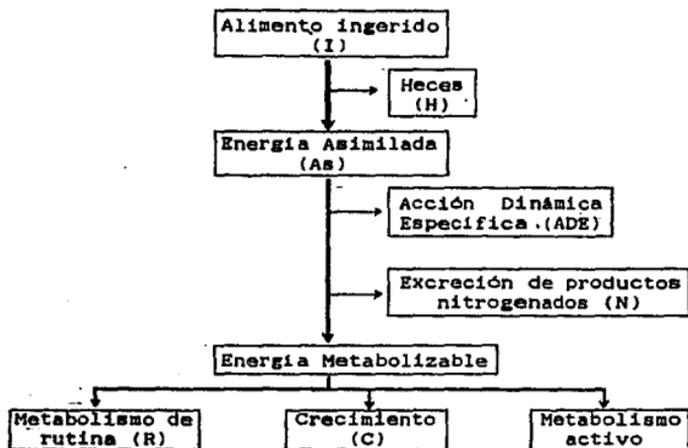
organismos utilizan aminoácidos libres para regular el volumen celular durante las variaciones de salinidad ; el aumento o disminución de éstos aminoácidos, puede estar asociado con un aumento o disminución de la excreción nitrogenada (Spaargaren, 1982 ; Spaargaren et al., 1982 ; Dalla Via, 1986).

Asimismo, la cantidad y calidad del alimento ingerido y por ende, el estado nutricional de los animales, modifican la tasa de excreción de productos nitrogenados (Nelson et al., 1977a ; Zufiga et al., 1984 ; Regnault, 1987).

En organismos estuarinos, el crecimiento es un proceso que está fuertemente modulado por la salinidad y la temperatura (Venkataramiah et al., 1974 ; Chakraborti et al., 1986). Este proceso engloba numerosas respuestas fisiológicas y puede considerarse como un índice de cuán exitosa con respecto a otras puede ser una especie en un ambiente determinado. Sin embargo, es importante considerar al crecimiento no sólo como un incremento en biomasa, sino como una medida integradora de los diferentes procesos fisiológicos que ocurren en el organismo. Esto es, considerar en éste, la incorporación, usos y pérdidas de energía (Dawris, 1983).

La distribución de la energía en el animal es modificada por las variaciones de los factores ambientales (Dawris, *op cit*). Así, una de las maneras más apropiadas de conocer el efecto de dichos factores ambientales (temperatura y salinidad), sobre la fisiología de los organismos, es a través del balance energético. Este balance involucra los diferentes destinos de la energía incorporada hacia los diversos procesos fisiológicos.

Al respecto, Beamish *et al.* (1975) proporcionan un esquema del balance energético, propuesto para peces:



En este esquema, se destaca que de la energía incorporada en el alimento ingerido (I), parte se pierde a través de las heces (H) y parte es asimilada (As); de ésta última, una fracción es utilizada en el proceso de la digestión del alimento (acción dinámica específica, A.D.E), otra parte es utilizada en la excreción nitrogenada (N) y la restante es metabolizada. De la energía metabolizada, una porción es canalizada al metabolismo de rutina (R), otra al metabolismo activo y la fracción restante es incorporada en el crecimiento (C).

La ecuación general que integra el flujo de energía, fue propuesta por Ivlev (1939) y modificada por Winberg (1956):

$$I = C + R + N + H \quad (1)$$

En esta ecuación, cada término representa uno de los procesos fisiológicos señalados en el esquema y se expresa en unidades de energía / tiempo.

Esta ecuación básica ha sido modificada de acuerdo al organismo utilizado como unidad experimental, ya que en el caso de los crustáceos se debe tomar en cuenta la energía que se invierte en el proceso de muda (M), incluyéndose por lo tanto en dicha ecuación :

$$I = C + R + N + H + M \quad (2) \text{ ó}$$

Dado que la energía asimilada puede calcularse a partir de :

$$As = I - H \quad (3)$$

la ecuación (2) puede expresarse como :

$$As = C + R + N + M \quad (4)$$

Así, una vez cuantificados y expresados estos procesos fisiológicos en términos de energía / tiempo, es posible estimar la cantidad de energía asimilada por el organismo.

El conocimiento obtenido de los estudios energéticos es útil para predecir la eficiencia de crecimiento de los organismos en respuesta a los factores bióticos y abióticos del medio (Nelson *et al.*, 1977c). En acuicultura, estos conocimientos son básicos, ya que permiten determinar las condiciones ambientales bajo las cuáles las especies en cautiverio canalizan la mayor parte de la energía hacia crecimiento (Rosas *et al.*, en prensa).

Diversos estudios con enfoque energético se han efectuado en crustáceos decápodos, la mayoría de ellos en las etapas larvales. Sin embargo son pocas las investigaciones

desarrolladas en los estadios juveniles (Nelson *et al.*, 1977c ; Logan y Epifanio, 1978 ; Rosas *et al.*, en prensa) y aún más escasas las realizadas sobre camarones peneidos y en particular las relacionadas con especies que habitan ambientes tropicales estuarinos.

Los camarones del género *Penaeus* son ecológica y económicamente importantes por ser especies dominantes en las comunidades bentónicas. Debido a que son organismos altamente apreciados para el consumo humano, tienen una gran importancia comercial (Williams, 1984).

En el Golfo de México, la pesquería del camarón está sustentada básicamente por tres especies : *Penaeus aztecus*, *P. setiferus* y *P. duorarum*. En esta región, una de las lagunas más importantes tanto en extensión como en producción es la de Tamiahua. La pesca de camarón en esta Laguna se sustenta fundamentalmente en las formas juveniles de *P. setiferus* y *P. aztecus*, siendo la última especie la más abundante.

Debido a que el camarón café *Penaeus aztecus* es una especie de importancia como recurso biológico y pesquero, además de ser una especie potencialmente adecuada para cultivo, es necesario ahondar en los estudios tendientes a evaluar el crecimiento como parte integral del flujo de energía de estos organismos, en respuesta a las variaciones de los factores ambientales . Por lo anterior, el presente estudio se llevó a cabo con el objetivo de determinar el efecto de la salinidad sobre el balance energético de los juveniles del camarón *P. aztecus*, en condiciones controladas a 20°C.

## MATERIALES Y METODOS

### CAPTURA

Se capturaron 300 juveniles de camarón café *Penaeus astecus*, de 2.05 a 5.85 g. al Sur de la Laguna de Tamiahua, Veracruz durante el mes de marzo de 1990 (Fig.1).

La captura se realizó por la noche, utilizando un arte de pesca fijo. Durante la colecta la temperatura del agua fué de  $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$  y la salinidad de  $25 \pm 1^{\circ}/\text{oo}$ .

Los camarones se trasladaron al acuario de la Facultad de Ciencias en bolsas de polietileno, con agua del medio y atmósfera saturada de oxígeno.

### MANTENIMIENTO

Los animales, se dividieron en cinco grupos de 30 camarones cada uno, los cuales se colocaron en cinco acuarios de 100 l de capacidad, equipados con filtro biológico y provistos de una capa de grava de 7 cm de espesor. Las salinidades experimentales consideradas fueron 10, 15, 20, 25 y  $30 \pm 1^{\circ}/\text{oo}$ , las cuales corresponden a las variaciones anuales del factor en el medio natural ; la temperatura se mantuvo en  $20 \pm 1^{\circ}\text{C}$  en el transcurso de los experimentos.

Los animales se colocaron en los acuarios durante tres días a la salinidad de la época de captura ( $25 \pm 1^{\circ}/\text{oo}$ ) con el fin de contrarrestar los efectos del estrés producido por la manipulación y el traslado; posteriormente se modificó la salinidad ( $2^{\circ}/\text{oo}/\text{día}$ ) hasta alcanzar la condición experimental deseada. Cabe señalar que se empleó agua de mar del medio, previamente filtrada y las diluciones se hicieron con agua dulce desclorada.

Los animales se mantuvieron en las condiciones experimentales durante los 21 días que duró el periodo de aclimatación, en los cuáles los camarones se alimentaron diariamente, en horas de la tarde con alimento peletizado (35 % de proteína) a razón del 10 % de su peso corporal. El fotoperiodo se mantuvo en 10 horas luz y 14 horas oscuridad.

Durante el periodo de aclimatación, se evaluó la frecuencia de muda de los camarones, después de este periodo, se midieron el consumo de oxígeno, la excreción nitrogenada y el crecimiento.

#### CONSUMO DE OXIGENO

El consumo de oxígeno se determinó empleando un sistema de flujo continuo, similar al descrito por Díaz *et al.* (1989). Para tal fin, se empleó un sistema de cámaras respirométricas de 500 ml, provistas con agua a la salinidad experimental deseada, filtrada a través de un filtro mecánico externo; la temperatura de 20°C y la aireación se mantuvieron constantes en los respirómetros, a lo largo del experimento (Fig. 2).

En cada condición experimental se emplearon 15 animales, los cuáles se colocaron de manera individual en las cámaras respirométricas. En este dispositivo los animales permanecieron tres horas antes de realizar cualquier medición, con el fin de aminorar los efectos de estrés por manipulación.

Los ensayos se efectuaron por duplicado en cada salinidad experimental. Todas las pruebas se realizaron entre las 12 y las 16 horas debido a que en un estudio previo sobre la determinación del ritmo respiratorio de juveniles de *Penaeus aztecus* (datos no publicados) no se obtuvieron diferencias significativas del consumo de oxígeno en estas horas. En este

intervalo se efectuaron dos réplicas de las determinaciones del consumo de oxígeno y de la tasa de excreción nitrogenada de los camarones, de cada condición experimental.

La tasa instantánea del consumo de oxígeno por organismo ( $\text{mg O}_2 \text{ h}^{-1} \text{ org}^{-1}$ ) se calculó de la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto en el agua antes y después de su paso por las cámaras ( $\text{mg/l O}_{2E}$  y  $\text{O}_{2S}$ ) y se consideraron los valores del flujo de salida del agua de cada cámara ( $F$ ,  $\text{ml h}^{-1}$ ). Estos valores se corrigieron por la salinidad de la muestra ( $K_1$ ), así como por los valores obtenidos del consumo de oxígeno por microorganismos, en una cámara control sin organismo:

$$VO_2 = \{ (O_2)_E - (O_2)_S \} \cdot F \cdot K_1$$

Las concentraciones de oxígeno disuelto se midieron con un oxímetro (YSI 54 con sensor polarigráfico ARC ;  $\pm 0.05 \text{ mg O}_2/\text{l}$ ). Los resultados del consumo de oxígeno se expresaron individualmente en  $\text{mg O}_2 \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$  y se transformaron en valores calóricos utilizando el coeficiente oxicalórico de 3.32  $\text{cal/mg O}_2$  consumido (Elliot y Davison , 1975); finalmente los datos se expresaron en  $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ .

#### EXCRECION NITROGENADA

La tasa de excreción nitrogenada se evaluó a partir de la medición del nitrógeno amoniacal excretado por los camarones ( $\text{N-NH}_4^+$ ), considerando éste, como el principal producto de excreción de los camarones.

Para tal fin se empleó el mismo dispositivo experimental utilizado para cuantificar el consumo de oxígeno, aunque las cámaras respirométricas se utilizaron como sistemas cerrados. Para medir el amonio excretado se tomó una muestra

inicial del agua de cada cámara e inmediatamente se sellaron durante un lapso de 30 a 45 minutos. Después de este tiempo se abrió cada cámara y se tomó la muestra final de agua. Las concentraciones del nitrógeno amoniacal de cada muestra se determinaron mediante la técnica de azul de indofenol modificada por Gutman y Bergmeyer (1974) y las lecturas se efectuaron en un espectrofotómetro (Spectronic 88) a 640 nm (Anexo 1).

La cantidad de amonio excretado por cada organismo se obtuvo por diferencia entre la concentración inicial y final de nitrógeno amoniacal y en relación al tiempo que permanecieron cerradas las cámaras. Estos valores se corrigieron por los valores de la cámara control, sin organismo. Los resultados obtenidos ( $\text{mg N-NH}_4^+ \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1}$  PSLC) se expresaron en valores calóricos utilizando el coeficiente nitrocalórico de 5.94 cal/mg  $\text{N-NH}_4^+$  excretado (Elliot y Davison, 1975).

Todos los animales empleados en los ensayos se encontraban en estado de intermuda y aquellos que mudaron en el transcurso del experimento se descartaron. Los organismos permanecieron sin alimento durante las 24 horas previas al experimento así como en el transcurso de éste.

#### **Peso Corporal**

Al finalizar las mediciones del consumo de oxígeno y de la excreción nitrogenada, los camarones se pesaron individualmente (peso húmedo ; PH) en una balanza Ohaus ( $\pm 0.05 \text{ g}$ ); inmediatamente se sacrificaron y se deshidrataron a  $60^\circ\text{C}$  hasta peso constante en una estufa Blue-M, para obtener el peso seco (PS). Posteriormente, se incineraron en una mufla a  $500^\circ\text{C}$  durante tres horas con el fin de obtener el valor de las

cenizas (C). El contenido de la materia orgánica (PSLC- peso seco libre de cenizas) de cada especimen, se calculó por diferencia entre el peso seco y las cenizas obtenidas (APHA,1985).

#### CRECIMIENTO

La tasa de crecimiento de los camarones expuestos a las diferentes condiciones experimentales, se evaluó considerando el incremento de biomasa, en función del tiempo de aclimatación (21 días) Los resultados obtenidos ( $\text{mg PS día}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$ ) se transformaron en su correspondiente valor calórico, considerando el contenido calórico promedio de cinco organismos ( $\text{cal g}^{-1}\text{PS}$ ), por cada salinidad experimental; los resultados se expresaron en  $\text{cal día}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$ .

#### MUDA

Para determinar la frecuencia de muda, se cuantificaron diariamente las exuvias producidas por los camarones durante el período de aclimatación (21 días). Durante este tiempo, las exuvias completas se colectaron, se lavaron con agua destilada y se deshidrataron a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante (PS).

En cada condición experimental, se obtuvo la relación del peso seco de la exuvia ( $\text{g PS e}$ ) y la materia orgánica del organismo ( $\text{g PSLC}$ ); estos resultados se expresaron en  $\text{g PSe g}^{-1}\text{PSLC}$ . Con esta información se calculó la cantidad de energía perdida en la muda (M), utilizando el método empleado por Logan y Epifanio (1978). Para tal fin, se dividió la energía contenida en la exuvia ( $\text{cal g}^{-1}\text{PS e}$ ) y la relación  $\text{g PSe g}^{-1}\text{PSLC}$ , entre la tasa de muda ( $\text{muda día}^{-1}$ ), de acuerdo a la ecuación :

$$M = \frac{(\text{g PSe g}^{-1}\text{PSLC}) (\text{cal g}^{-1}\text{PSe})}{\text{muda. día}^{-1}}$$

Así, los resultados se expresaron en  $\text{cal d}^{-1} \text{a}^{-1} \text{g}^{-1}$  PSLC. Cabe mencionar que por cada condición experimental se determinó el contenido calórico promedio ( $\text{cal g}^{-1}\text{PS}$ ) de cinco exuvias.

#### ANÁLISIS CALÓRICO

El contenido calórico de los organismos y de las exuvias, se determinó por medio de una bomba calorimétrica Parr.

#### ASIMILACION

En los camarones sujetos a las diferentes condiciones experimentales, se evaluó tanto la energía invertida en la asimilación (As), como la eficiencia de la asimilación del alimento ingerido por los organismos (Ef.As).

Para determinar la eficiencia de asimilación, se utilizó la ecuación propuesta por Conover (1966) modificada por Condrey *et al.* (1972):

$$\text{Ef.As.} = \frac{I - H}{(I - H)} \cdot 100$$

donde I es la razón entre el peso seco libre de cenizas (PSLC) y el peso seco (PS) del alimento suministrado y H es la razón entre el PSLC y el PS de las heces producidas por los camarones.

Con el fin de contar con la cantidad suficiente para el análisis de las heces, éstas se colectaron diariamente durante el período de aclimatación, se lavaron con agua destilada y se deshidrataron a  $60^{\circ}\text{C}$  hasta peso constante (PS). Así mismo, se obtuvo el PS de las muestras del alimento proporcionado a los camarones.

De cada condición experimental, se analizaron tres muestras de heces de 0.7 g PS cada una; del alimento se analizaron tres muestras de 1g PS cada una. Las muestras tanto de las heces como del alimento se incineraron en una mufla a 500°C durante tres horas con el fin de obtener el valor correspondiente a las cenizas (C) ; El contenido de la materia orgánica (PSLC) de las heces y del alimento se calculó por diferencia entre el peso seco (PS) y las cenizas (C) correspondientes (APHA,1985).

Para evitar una subestimación debido a la probable asimilación de las cenizas del alimento, se empleó la corrección de la eficiencia de asimilación propuesta por Condrey *et al.* (1972):

$$Ef. AS. corr. = \frac{Ef. As.}{100} + \frac{(Au)}{(Af)} [I - (1-H) / H (1-I)] * 100$$

donde Au y Af son la cantidad de cenizas en el alimento y en las heces respectivamente. La razón Au/Af es por lo tanto la fracción de las cenizas asimiladas.

La cantidad de energía asimilada del alimento ingerido (As) se calculó de manera indirecta a partir de la ecuación propuesta por Ivlev (1939) y modificada por Winberg (1956):

$$As = C + R + N + M \quad (4)$$

donde la energía asimilada (As) expresada en cal día<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> PSLC, es la integración de toda la energía invertida en los procesos de crecimiento (C), en la muda (M), en la excreción (N) y en la respiración (R).

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las relaciones del peso húmedo (PH), del peso seco (PS) y del peso seco libre de cenizas (PSLC) de los camarones de las

diferentes condiciones experimentales, se obtuvieron empleando el análisis de regresión lineal; las diferencias en los parámetros de estas regresiones se determinó utilizando el análisis de covarianza (Zar, 1974). Para el análisis de los resultados de las respuestas fisiológicas evaluadas, se utilizó el análisis exploratorio de datos, el cual considera a la mediana como medida resistente de tendencia central. Con relación al consumo de oxígeno y la excreción nitrogenada, los resultados se analizaron empleando la técnica de visualización de Diagrama de Cajas en Paralelo, en las cuales se representa la distribución de los datos en torno a la mediana y se señala el intervalo de confianza de ésta (I.C). Este intervalo se calculó empleando la fórmula :

$$IC = M \pm 1.58 (AH / \sqrt{N})$$

donde M es la mediana, N es el número de datos y AH es la amplitud de la caja (Tuckey, 1977).

Para establecer la significatividad de las diferencias observadas, se empleó la comparación de los intervalos de confianza de la mediana. Tales diferencias se corroboraron empleando la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y Newman - Keuls (Zar, *op cit*).

## RESULTADOS

Los valores de las tasas fisiológicas de los juveniles de *Penaeus astecus* aclimatados en cada una de las cinco salinidades experimentales (10, 15, 20, 25 y 30 ‰) se expresaron en términos de la biomasa metabólicamente activa, es decir, con respecto al peso seco libre de cenizas (PSLC) de los organismos.

### PESO CORPORAL

Las ecuaciones que relacionan el peso húmedo (PH), el peso seco (PS) y el peso seco libre de cenizas (PSLC) de los juveniles de *Penaeus astecus* y que fueron utilizados para transformar las tasas fisiológicas evaluadas, se presentan en la Tabla 1. Estas ecuaciones se ajustaron por regresión lineal, las cuáles en todos los casos mostraron coeficientes de determinación ( $r^2$ ) elevados, mayores de 0.95. Los parámetros de las regresiones no reflejan efectos significativos de la salinidad ( $p > 0.05$ ) sobre las relaciones del peso húmedo, del peso seco y del peso seco libre de cenizas de los organismos. Las pendientes de las rectas de regresión del PS y el PH variaron entre 0.251 a 0.310 ( $p < 0.05$ ); los valores de las pendientes del PSLC y el PS variaron de 0.867 a 0.910 ( $p < 0.05$ ). Cabe señalar que las regresiones se llevaron a cabo con 15 organismos por condición experimental.

Los valores medianos de las diferentes expresiones del peso (PH, PS y PSLC) calculados para las distintas condiciones de salinidad no fueron significativas ( $p > 0.05$ ; Tabla 2).

En las diferentes salinidades experimentales, el PS de los camarones resultó del 24 % al 28 % del PH y el PSLC fué del

22 % al 25 % del PH . El PSLC resultó del 88 % al 90 % del PS de los organismos en todas las salinidades evaluadas. Así un porcentaje del 10 al 12 % del PS de los organismos, correspondió a la materia inorgánica.

#### RESPIRACION (R)

Los valores medianos de la tasa respiratoria obtenida en los organismos, mantenidos en las diferentes condiciones experimentales, oscilaron entre 14.66 y 20.66 ( $\text{mg O}_2 \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ) correspondientes a 46.93 y 66.13 ( $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ) (Tabla 3). Como se puede visualizar en la Figura 3, al comparar los intervalos de confianza de la mediana del consumo de oxígeno ( $\text{mg O}_2 \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ) no se observaron cambios significativos por efecto de la salinidad ( $p > 0.05$ ). Esto se corroboró mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (Zar, 1974).

#### EXCRECION NITROGENADA (N)

La salinidad tuvo un efecto significativo sobre la excreción nitrogenada de los juveniles del camarón *Penaeus aztecus* ( $p < 0.05$ ; Tabla 4; Figura 4). En las salinidades de 10 y 30 ‰ se registró la menor excreción, con valores de 3.1 y 1.58  $\text{mg N-NH}_4^+ \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ , respectivamente; de manera contraria en las salinidades de 20 y 25 ‰ ocurrió un incremento considerable con valores de 18.24 y 15.55  $\text{mg N-NH}_4^+ \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$  respectivamente. Los resultados obtenidos en 20 ‰ S fueron de 5.9, 2.3, 1.2 y 11.5 veces mayor que las registradas en las salinidades de 10, 15, 25 y 30 ‰ respectivamente; así, los menores gastos calóricos de 18.39 y 9.41  $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ , se observaron en las salinidades de 10 y 30 ‰, en tanto que la mayor canalización de energía se observó en las salinidades de 20 y 25 ‰ con valores de 108.35 y 92.38  $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ .

Al comparar en los Diagramas de Cajas en Paralelo los intervalos de confianza de los valores medianos de la tasa de excreción ( $\text{mg N-NH}_4^+ \text{ día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ), se observó el efecto significativo de la salinidad sobre la excreción nitrogenada: ( $p < 0.05$ ; Figura 4) este efecto que se corroboró empleando la prueba de Kruskal-Wallis (Zar, 1974).

#### CRECIMIENTO (C)

La Tabla 5 muestra el efecto significativo de la salinidad sobre el crecimiento de los camarones ( $p < 0.05$ ). Como se puede observar, el mayor crecimiento individual se obtuvo en las salinidades de 25 y 20 ‰, con valores de 45 y 20  $\text{mg PH día}^{-1}$  respectivamente, lo que equivale a un crecimiento semanal de 0.32 y 0.14  $\text{g PH}$ . Los valores de la tasa de crecimiento expresada en  $\text{mg PS día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ , en estas salinidades, fue de 18.06 y 5.54, respectivamente. Así, en los camarones aclimatados en 25 ‰ S, la tasa de crecimiento ( $\text{mg PS día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ) fue 17, 6, 3 y 25 veces mayor que la registrada en los organismos mantenidos en las salinidades de 10, 15, 20 y 30 ‰ respectivamente. Las tasas de crecimiento en las salinidades de 10, 15 y 30 ‰ fueron de 1.04, 2.96 y 0.73  $\text{mg PS día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$  respectivamente.

Con relación a la cantidad de energía asociada al crecimiento ( $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ), los camarones aclimatados en 25 ‰ S, canalizaron la mayor cantidad de energía hacia este proceso (106.04  $\text{cal día}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ PSLC}$ ); este valor resultó ser 15, 6, 3 y 23 veces mayor que la invertida en las salinidades de 10, 15, 20 y 30 ‰ respectivamente. Estas diferencias fueron significativas ( $p < 0.05$ ).

#### MUDA (M)

La Tabla 6 muestra la cantidad de energía invertida en la formación de la exuvia de los juveniles de *P. aztecus* ( $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1} \text{PSLC}$ ), así como los parámetros necesarios para calcular esta energía. Como se puede observar, en los camarones mantenidos en las diferentes condiciones experimentales, la relación del peso seco de la exuvia por unidad de materia orgánica del organismo ( $\text{g PSe g}^{-1} \text{PSLC}$ ) presentó valores similares de 0.11 a 0.13. En cuanto a la tasa de muda, el menor valor de 0.05 se observó en 20‰ S y el mayor de 0.07, se registró en 15 y 25 ‰ S; este valor fue 40 % mayor que el obtenido en 20 ‰ S y 17 % mayor que el obtenido en 10 y 30 ‰ S respectivamente. El contenido calórico de las exuvias presentó los menores valores, de 2548.06 y 2851.18  $\text{cal g}^{-1} \text{PS}$  e en las salinidades de 20 y 30 ‰ respectivamente, en tanto el mayor valor de 4409.07  $\text{cal g}^{-1} \text{PSe}$  se registró en 25 ‰ S.

Así, al calcular la cantidad de energía perdida en la muda ( $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1} \text{PSLC}$ ), la mayor cantidad se empleó en 25 ‰ S, mientras que el menor gasto de energía se obtuvo en la salinidad de 20 ‰ (Tabla 6). Estas variaciones fueron significativas con respecto a la salinidad ( $p < 0.05$ ).

#### EFICIENCIA DE ASIMILACION (Ef. As)

Los datos correspondientes a la eficiencia de asimilación (%) del alimento ingerido por los animales se muestra en la Tabla 7.

La relación de la materia orgánica (g PSLC) con respecto a un gramo de peso seco (g PS) tanto del alimento suministrado a los camarones como de las heces producidas por estos, presentaron respectivamente valores similares en las diferentes condiciones experimentales ( $p > 0.05$ ).

Al analizar el alimento suministrado a los organismos, se comprobó que por unidad de peso seco (g) el 93 % correspondió a la materia orgánica (PSLC) y sólo el 7 % , a la materia inorgánica; en cuanto a las heces producidas por los animales expuestos a diferentes salinidades, la materia orgánica por unidad de peso seco fue del 77 % y la materia inorgánica del 23 %, en promedio. Estos datos permitieron calcular la eficiencia de asimilación, resultados que a su vez fueron corregidos por la materia inorgánica asimilada (Conover, 1966 ; Córdrev et al., 1972).

La dieta suministrada a los camarones, que contenía un 35 % de proteínas, se asimiló con un alto grado de eficiencia, con valores que fluctuaron entre 82.5 y 87.9 % independientemente de la salinidad ( $p > 0.05$ ).

En relación a la materia inorgánica asimilada, se observó que variaron considerablemente en relación con la salinidad ( $p < 0.05$ ) resultando los mayores valores en 10, 20 y 25 ‰ (12.1 a 13.3 %) y los menores en 15 y 30 ‰ S (8.01 y 7.31 %)

#### ASIMILACION (A<sub>s</sub>)

La energía invertida en el proceso de asimilación de los juveniles de *P. aztecus* ( $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1} \text{PSLC}$ ), se muestra en la Tabla 8 y en la Figura 5. Como se puede observar, la tasa de asimilación ( $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1} \text{PSLC}$ ) fue modificada por la salinidad ( $p < 0.05$ ). El valor mediano máximo se obtuvo en 25 ‰ S y el menor en 30 ‰ S (293.35 y 83.5  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1} \text{PSLC}$ ). La energía asimilada por los camarones aclimatados en 25 ‰ S fue 169, 99, 30 y 251 % mayor que la de los animales mantenidos en 10, 15, 20 y 30 ‰ S respectivamente.

La eficiencia de utilización del total de la energía contenida en el alimento asimilado (100 %) hacia los diferentes procesos fisiológicos, se señala en la Tabla 9 y en la Figura 6.

Estas eficiencias energéticas permitieron determinar la proporción de la energía asimilada que fue canalizada a cada uno de los procesos fisiológicos que conforman el balance energético. Se observa claramente el efecto de la salinidad sobre estas relaciones porcentuales.

En las salinidades de 10 y 30 ‰ se registraron las mayores eficiencias respiratorias (R/As :53.4 y 56.2 %), las cuáles disminuyeron en las salinidades de 15, 20 y 25 ‰ S obteniéndose en esta última condición el menor valor (19.7 %). Por el contrario, se observó un comportamiento inverso en las eficiencias de crecimiento o eficiencias netas de crecimiento. ( $K_2 = C/As$ ), donde el mayor valor (36.2 %) se obtuvo en el grupo aclimatado en 25 ‰ S; dicha eficiencia disminuyó en la salinidad más baja (10 ‰) y en la más alta (30 ‰), en las que se obtuvieron las menores eficiencias de crecimiento, de 6.7 y 5.6 % respectivamente. En cuanto a la excreción nitrogenada, la mayor eficiencia se observó en 20 ‰ S y disminuyó hacia las salinidades de 10 y 30 ‰, donde se registraron las menores eficiencias, de 16.9 y 11.3 % respectivamente. Por otra parte, las mayores eficiencias de la muda, se obtuvieron en las salinidades de 10 y 30 ‰ (22.9 y 26.9 %) y la más baja en 20 ‰ (7.1 %).

Al comparar en términos energéticos los resultados obtenidos en las distintas salinidades experimentales, la combinación experimental  $25 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$  a  $20 \pm 1 \text{ } ^\circ\text{C}$  se consideró como la condición en la cual la distribución de la energía asimilada

fué la más adecuada para un mejor desarrollo de los juveniles de *P. astecus*. En esta condición, se observó que de la energía asimilada, la menor cantidad se invirtió en la respiración (19.7 %) y en la muda (12.7 %) y se canalizó la mayor proporción a la producción de desechos nitrogenados (31.5 %) y al crecimiento (36.2 %). De esta manera, en 25 °/cc S se obtuvo la mayor eficiencia neta de crecimiento de los juveniles de *Panaeus astecus*.

## DISCUSION

El balance energético de los juveniles de *Penaeus aztecus*, se estableció a partir de la integración de las respuestas fisiológicas evaluadas. De esta manera, el consumo de oxígeno (R), la excreción nitrogenada (N), el crecimiento (C) y la muda (M), expresadas en  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$ , permitieron calcular la cantidad de energía asimilada del alimento ingerido (As), en los camarones.

La salinidad, modificó la energía asimilada por los camarones, al alterar principalmente la cantidad de energía asociada con los procesos de excreción nitrogenada y de crecimiento. Así, en las salinidades de 20 y 25 ‰ S se obtuvieron los mayores valores de energía asimilada (225.7 y 293.4  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$ ), condiciones en las cuáles la utilización de energía hacia excreción y crecimiento fueron mayores. La energía asociada con estos procesos, disminuyó en las salinidades de 10, 15 y 30 ‰ condiciones en las cuáles se obtuvieron las menores asimilaciones.

En las salinidades de 20 y 25 ‰, la energía asimilada de 225.7 y de 293.4  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$ , son comparables al resultado teórico de 228.4  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$  reportado para juveniles de *P. aztecus* (Bishop et al., 1980), a la energía asimilada en *Callinectes rhathunae*, de 248.6  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$  (Rosas et al., en prensa) y de 244.99  $\text{cal día}^{-1} \text{g}^{-1}\text{PSLC}$  reportados para los juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* (Nelson et al., 1977c).

La energía asimilada por los juveniles de *Penaeus aztecus* en 25 ‰ S, fué 63, 50, 23 y 72 % mayor que la obtenida en los

organismos mantenidos en 10, 15, 20 y 30 ‰ S respectivamente. Estas diferencias posiblemente se deban al efecto de la salinidad en la ingestión del alimento suministrado. Si bien, la tasa de ingestión no se evaluó cuantitativamente, se pudo observar que la ingestión del alimento suministrado, se modificó en relación con la salinidad. En las salinidades de 10, 15 y 30 ‰ se colectó diariamente una mayor cantidad de alimento remanente que en las salinidades de 20 y 25 ‰, condiciones en las cuales fué mucho menor la cantidad de alimento remanente. De esta manera, en las diferentes condiciones experimentales, la cantidad de energía incorporada en el alimento ingerido, se ve reflejado en su utilización hacia metabolismo y crecimiento.

Es conocido que los juveniles de *P. aztecus* poseen una gran capacidad osmorreguladora; hiperegulan en salinidades bajas e hiporegulan en salinidades altas, con puntos isosmóticos de 23.5 a 26 ‰ de salinidad, dependiendo de la temperatura (Williams, 1960; Bishop *et al.*, 1980; Castille y Lawrance, 1981) Así, considerando lo anterior, es probable que la mayor asimilación obtenida en 25 ‰ S, sea reflejo tanto de una mayor ingestión como de una mayor estabilidad del organismo con su medio, de tal manera, en esta condicione es donde la energía asimilada es optimizada hacia los procesos fisiológicos, reflejándose esto en un mayor crecimiento.

Con respecto a la Eficiencia de Asimilación, se encontró que los juveniles de *Panacaeus aztecus* asimilaron el alimento ingerido con un alto grado de eficiencia en todas las salinidades experimentales, con valores muy similares que oscilaron entre 82.5 y 87.9 % independientemente de la salinidad ( $p > 0.05$ ).

Estos valores son comparables a las eficiencias de asimilación reportadas por Condrey *et al.* (1972) de 80 a 85 % en juveniles de *Penaeus aztecus* y *P. setiferus*; a los de Nelson *et al.* (1977c) en juveniles de *Macrobrachium rosenbergii* de 86.4 % : al 81 % medido por Logan y Epifanio, (1978) y mayores que el 73 % obtenido para juveniles de *Callinectes rathbunae* evaluados por Rosas *et al.* (en prensa) y al 60 % para *Macrobrachium rosenbergii*, reportados por Stephenson y Knight, (1980). Los valores obtenidos para los juveniles de *P. aztecus* nos indican que los organismos tienen una alta eficiencia para convertir el alimento ingerido en energía disponible para los diferentes procesos fisiológicos.

Cabe mencionar, que la eficiencia de asimilación de *P. aztecus* fué corregida por la fracción de materia inorgánica asimilada, a partir del método propuesto por Condrey *et al.* (1972).

Al respecto, en este estudio se encontró que la asimilación de la materia inorgánica para *Penaeus aztecus*, varió por efecto de la salinidad, con valores que oscilaron de 7.31 a 13.32 % en las diferentes condiciones experimentales ( $p < 0.05$ ). Este último valor (13.32 %) es similar al 16.9 % reportado por Rosas *et al.* (en prensa) para *Callinectes rathbunae*. Los resultados obtenidos, son menores al 32 % reportado para *Palaemon serratus* (Forster y Gabbott 1971) y al 35 % obtenido para juveniles de *Penaeus aztecus* y de *P. setiferus* (Condrey *et al.*, *op cit.*) Así, los resultados obtenidos en el presente trabajo para los juveniles de *P. aztecus* reflejan una relativa baja asimilación de la materia inorgánica contenida en el alimento.

Para conocer la distribución de la energía asimilada en los organismos dentro de un ambiente determinado, es importante conocer las eficiencias energéticas, dado que éstas reflejan la forma de cómo el organismo está asimilando la energía del alimento ingerido; éstas eficiencias son utilizadas para conocer y predecir la producción en términos de biomasa, de una población en su ecosistema o de poblaciones en sistemas de cultivo (Klekowski y Duncan, 1975).

Con relación a las eficiencias energéticas (porcentaje de energía asimilada que se canaliza a los diferentes procesos fisiológicos), se apreció que la distribución de la energía en los juveniles de *P. aztecus*, fué modificada por la salinidad ( $p > 0.05$ ), ésta energía se canalizó principalmente a los procesos fisiológicos de crecimiento, excreción nitrogenada y respiración en los organismos aclimatados a 20 y 25 ‰ S, siendo esta última condición en la cual se obtuvo la mayor eficiencia de crecimiento (36.2 %) y la menor eficiencia respiratoria (19.7 %). Sin embargo los camarones mantenidos en las salinidades de 10 y 30 ‰ canalizaron la mayor cantidad de energía asimilada a respirar y a mudar, canalizandose una mínima parte de esta energía a crecimiento.

Como se puede apreciar, los cambios en la proporción de energía canalizada a los diferentes procesos fisiológicos en relación con la salinidad son función de la cantidad de alimento asimilado. Así, las diferencias encontradas en las eficiencias de excreción nitrogenada, de muda y de crecimiento deben asociarse más con la asimilación del alimento, que con las alteraciones que produce la salinidad del medio sobre las respuestas individuales a estos procesos fisiológicos.

En este sentido, la energía asociada con el consumo de oxígeno (R) no fue alterada por la salinidad; sin embargo, la proporción que guarda esta respuesta en relación a la energía asimilada fue modificada por el factor; esto es, del total de energía asimilada (100 %) la eficiencia respiratoria aumentó o disminuyó dependiendo de la condición experimental de salinidad.

Se han realizado diversos trabajos, en los cuales se evaluó el flujo de energía del alimento asimilado hacia los procesos fisiológicos en algunos crustáceos (Tabla 12). En estos estudios, se ha reportado que la mayor cantidad de energía asimilada es canalizada a crecer y a respirar, quedando una mínima parte de esta energía a los procesos de excreción nitrogenada y de muda. Sin embargo, un elemento del balance energético que frecuentemente ha sido poco considerado, es la cantidad de energía canalizada a la excreción nitrogenada y que dependiendo de la salinidad del medio puede representar el 36 % de la energía asimilada (Kurmaly et al., 1989); este valor es comparable a los resultados obtenidos en este trabajo para *Penaeus aztecus* en las condiciones de 15 ‰ S (31 %), en 25 ‰ S (32 %) y en 20 ‰ S (48 %).

Aunque *Penaeus aztecus* es una especie eurihalina que puede tolerar y compensar fisiológicamente un amplio intervalo de salinidades (10 - 30 ‰), el balance energético de los organismos fue modificado por el factor y por lo tanto la utilización de la energía asimilada en los diversos procesos fisiológicos. De esta manera, a partir de los resultados obtenidos en este estudio, es posible suponer que a 20°C, es entre 20 y 25 ‰ S donde la estabilidad del medio interno permite a los animales invertir la mayor parte de la energía

ingerida en biomasa y en las salinidades de 10 y 30 ‰ S, tendrían que invertir más energía en mantener su medio interno estable, que en incorporar biomasa a través del crecimiento.

Al realizar estudios experimentales con especies susceptibles al cultivo, en las cuales se determina el crecimiento, es importante detectar no solamente aquellos parámetros ambientales y nutricionales cuya interacción estimule el incremento en la tasa de crecimiento de los organismos, sino considerar a este crecimiento como parte integral del flujo de energía de los diferentes procesos fisiológicos en el animal (Clifford y Brick, 1979). Así, el crecimiento debe ser estudiado en el contexto global del balance energético del organismo.

En el presente estudio, al comparar en términos energéticos los resultados obtenidos en las diferentes condiciones experimentales, fué en la salinidad de 25 ‰ donde se observó una mejor distribución de la energía asimilada a los diferentes procesos fisiológicos y en particular una mayor canalización de energía a crecimiento. Por lo tanto se consideró a la combinación experimental 25 ± 1 ‰ S a 20 ± 1°C como la condición más apropiada para un mejor desarrollo de los juveniles de *Penaeus aztecus*. Esto implica que a estas condiciones son favorables tanto a las poblaciones de juveniles en los ecosistemas costeros como a las poblaciones cautivas en sistemas productivos.

Sin embargo, es necesario continuar con los estudios del balance energético de los juveniles de *P. aztecus*, que considere el efecto de las variaciones de otros factores ambientales, como la temperatura.

El conocimiento obtenido de los estudios energeticos son de suma importancia en la acuicultura, ya que proveen información de la cantidad de energia que canalizan los organismos a los diferentes procesos fisiológicos en un ambiente determinado; esta información permite predecir y establecer las condiciones ambientales más adecuadas en donde los organismos canalicen la mayor parte de la energia asimilada para crecer. De tal manera, con este tipo de estudios, se pueden generar modelos que nos permitan entender y predecir lo que le ocurre a los organismos en su ambiente, sea este un estanque o una laguna costera.

## CONCLUSIONES

- 1.- En los juveniles del camarón café *Penaeus aztecus*, la salinidad afectó significativamente las tasas de excreción nitrogenada, de muda y de crecimiento ( $p < 0.05$ ), no siendo afectada la tasa de respiración por el factor ( $p > 0.05$ ).
- 2.- El balance energético y por lo tanto la asimilación fue modificado notoriamente por la salinidad ( $p < 0.05$ ). La mayor asimilación ( $293.35 \text{ cal día}^{-1} \text{ g}^{-1}$  PSLC) se obtuvo en la condición de  $25 \text{ ‰ S}$ .
- 3.- Los camarones asimilaron el alimento ingerido con un alto grado de eficiencia en todas las salinidades experimentales (82.5 - 87.9 %).
- 4.- En la salinidad de  $25 \text{ ‰}$  se observó una mejor distribución de la energía asimilada a los diferentes procesos fisiológicos y en particular una mejor canalización de la energía a crecimiento.
- 5.- Se consideró a la combinación experimental  $25 \pm 1 \text{ ‰ S}$  a  $20 \pm 1 \text{ °C}$  la combinación más adecuada para un mejor desarrollo de los camarones juveniles de *Penaeus aztecus*.

#### LITERATURA CITADA

APHA, A. W., 1985. *Standard methods for the examination of water and wastewaters*. Sixteenth edition. Washington, D.C 1268

Beamish, F. W. H., A. J. Niimi y P. F. K. P. Lett, 1975. Bioenergetics of teleost fishes: Environmental influence. In: *Comparative Physiology-Functional aspects of structural materials*, L. Bolis, H.P Madreell and K. Schmidt-Nielsen (Eds). North-Holland Pub.Co.Amsterdan.

Bishop, J. M., J. G. Gosslelink y J. H Stone, 1980. Oxygen consumption and hemolymph osmolality of brown shrimp, *Penaeus aztecus*. *Fish. Bull.* 78 (3): 741-757.

Castille, F. L y A. L. Lawrence, 1981. The effect of salinity on the osmotic, sodium and chloride concentrations in the hemolymph of euryhaline shrimp of the genus penaeus. *Comp. Biochem. Physiol.* 68: 75-80.

Clifford, H. C y R. W. Brick, 1979. A physiological approach to the study of growth and bioenergetic in the fresh water shrimp. *Proced. World. Mar. Soc.* 10: 701-710.

Gondrey, R. E., J. G. Grosselinenk y H. J. Bennet, 1972. Comparison of the asimilation of different diets by *Penaeus setiferus* and *Penaeus aztecus*. *Fish. Bull.* 70 : 1281-1292.

Conover, R. J., 1966. Assimilation of organic matter by zooplankton. *Limnol. Oceanogr.* 11 : 338-345.

Chakraborti, R. K., D. D. Halder., N. K. Das., S. K. Mandal y M. L. Bhowmik, 1986. Growth of *Penaeus monodon fabricus* under different environmental conditions. *Aquaculture*. 51: 189-194.

Dalla Via, G. J, 1986. Salinity responses of the juvenile penaeid shrimp *Penaeus japonicus* II. Free amino acids. *Aquaculture*. 55 : 307-316.

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

Díaz, F., S. Espina., C. Rosas., A. Sánchez y C. Vanegas, 1989. Ritmo respiratorio y amplitud metabólica del camarón café *Penaeus aztecus* (Tamiagua, México) con ablación de los pedúnculos oculares. *Rev. Inv. Mar. Univ. Hab. Cuba*. Vol X. 1: 27-40.

Duncan, A. y R. Z. Klekowsky, 1975. Parameters of an energy budget In : Grodzinski, W., et al (Eds) *Methods for ecological bioenergetics* I.B.P n°24 Blackwell Ser Publ Oxford pp: 97 - 147

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

Fondepesca. 1988. Anuario estadístico de pesca. Secretaria de Pesca. 3-7.

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

Gutman, I y Bergmeyer, H. O. 1974. *Methods of enzymatic analysis* (Eds) Vol.VIII. Academic Press, N.Y : 449-453.

Ivlev, V.S. 1939. Transformation of energy by aquatic animals. *Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hidrog.* 38: 449-458.

Kinne, O. 1971. Salinity : Animals invertebrates. In : Kinne, O.(Eds). *Marine Ecology*. Vol.I Environmental factors Pt.2 . Wiley Interscience. London. .1-1083.

Klein, B. W. C. M, 1975. Food consumption, growth and energy metabolism of juvenile shore crabs, *Carcinus means*. *Netherlands Journal of Sea Research* 9 : 255-272.

Klekowski, R. Z y A. Duncan, 1975. Physiological approach to ecological energetics In: Grodzinski, W., R.Z. Klekowski and A.Duncan (Eds) *Methods for ecological bioenergetics* I.B.P 24. Blackwell sci Publ. Oxford. 15-64

Kurmaly, K.,A. B. Yule y D. A. Jones, 1989. An energy budget for the larvae of *Penaeus monodon* (Fabricus). *Aquaculture* 81:13-25.

Kutty, M.N.,G. Murugapopathy y T.S.Krishnan, 1971. Influence of salinity and temperature on the oxygen consumption in young juveniles of the Indian prawn *Penaeus indicus* . *Mar. Biol.* 11 : 125-131.

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

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

Nelson, S. G., D. A. Armstrong., A. W. Knight y H. W. Li. 1977b. The effects of temperature and salinity on the metabolic rate of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (Crustacea:Palemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 56: 533-537.

Nelson, S. G., H. W. Li y A. W. Knight. 1977c. Calorie, carbon and nitrogen metabolism of juvenile *Macrobrachium rosenbergii* (De Man) (Crustacea Palemonidae) with regard to trophic position. *Comp. Biochem. Physiol.* 58 A: 319-327.

Regnault, M. 1987. Nitrogen excretion in marine and fresh water. *Crustacea Biol. Rev.* 62: 1-24.

Rosas, C., 1989. Aspectos de la ecofisiología de las jaibas *Callinectes sapidus*, *Callinectes rathbunae* y *Callinectes similis* de la zona sur de la Laguna de Tamiahua. Veracruz (Crustacea : Decápoda ; Portunidae). Tesis doctoral Facultad de Ciencias U.N.A.M. 152 p.30 (2) : 193-204.

Rosas, C., I. Tabares., J. Ramirez y C. Vanegas. Energy balance of *Callinectes rathbunae* Contreras 1930, in floating cages in a tropical coastal lagoon. *Journal of the World Aquac. Soc.* (en prensa).

Scelzo, M. A y O. Zufiga, 1987. Consumo de oxígeno, del camarón *Penaeus brasiliensis* letreille (Decapoda: Penaeidae) en relación a salinidad y temperatura. Memoria. Tomo XLVII. Contrib.159. No.127-128. Estac. Inv. Mar. Marg.

Spaargaren, D. H. 1982. The ammonium excretion of shore crab, *Carcinus maenas*, in relation to environmental osmotic conditions *Netherlands Journal of Sea Research.* 15(2):273-283.

Spaargaren, D. H., P. Richard y H. J. Ceccaldi. 1982. Excretion of nitrogenous products by *Penaeus japonicus* bate in relation to environmental osmotic conditions. *Comp. Biochem. Physiol.* 72 A (4) : 673-678.

Stephenson, M. J y A. W. Knight, 1979. 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*. Addison-Wesley. Co., Massachusetts. p.668.

Venkataramiah, A., G. J. Lakshmi and G. Gunter, 1974. Studies on the effects of salinity and temperature on the commercial shrimp, *Penaeus aztecus* Ives, with special regard to survival limits growth, oxygen consumption and ionic regulation. In : Venkataramiah, A. (Eds.)

Williams, A. B. 1960. The influence of temperature on osmotic regulation in two species of estuarine shrimps (*Penaeus*). *Biol. Bull. mar. biol. Lab., Woods Hole* 119: 560-571.

Williams, A. B. 1984. Shrimps, lobsters, and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States, Maine to Florida. *Smithsonian Institution Press U.S.A.* 550 p.

Winberg, G.C. 1956. Intensivonts' obmena i piscevye potrebonstiy Kate of metabolism and food requirements of fish. Russian Izd. *Belgosuniversiteta, Mask* (Engl. transl: *Fish Res. Bd. Can. Transl. Ser.* N° 194).

Zar, J. H. 1974. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Inc. Cliffs, N.J 620 p.

Zuñiga, O., R. Wilson y E. Oyarce, 1984. Tasa de excreción de amonio del camarón de roca *Rhynchocinetes typus* en condiciones de laboratorio (Crustacea : Decapoda : Rhynchocinetidae) *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*. 20 (2) : 113-126.

Tabla 1- Regresiones lineales del peso húmedo (PH), del peso seco (PS) y del peso seco libre de cenizas (contenido de materia orgánica), de los juveniles de *Panæus astecus* aclimatados a 20°C y a diferentes salinidades. (n) es el número de organismos.

SALINIDAD, ‰	PS vs PH	PSLC vs PS	n
10	$PS = 0.262 PH - 0.048$ $r^2 = 0.98$	$PSLC = 0.868 PS + 0.015$ $r^2 = 0.999$	15
15	$PS = 0.251 PH - 0.022$ $r^2 = 0.949$	$PSLC = 0.910 PS - 0.021$ $r^2 = 0.999$	15
20	$PS = 0.259 PH - 0.017$ $r^2 = 0.966$	$PSLC = 0.867 PS + 0.025$ $r^2 = 0.999$	15
25	$PS = 0.254 PH + 0.094$ $r^2 = 0.991$	$PSLC = 0.874 PS + 0.022$ $r^2 = 0.998$	15
30	$PS = 0.310 PH - 0.147$ $r^2 = 0.998$	$PSLC = 0.908 PS - 0.029$ $r^2 = 0.999$	15

Tabla 2- Valores medianos e intervalos de confianza (95 %) del peso húmedo (PH), peso seco (PS) y peso seco libre de cenizas (PSLC) expresado en gramos (g), de los juveniles de *Pendaeus aztecus* aclimatados a 20°C y a distintas salinidades. (n) es el número de organismos.

SALINIDAD, ‰	PH, g	PS, g	PSLC, g	n
10	3.97 ± 0.36	0.99 ± 0.11	0.88 ± 0.08	15
15	4.70 ± 0.36	1.14 ± 0.11	1.02 ± 0.11	15
20	3.88 ± 0.36	0.99 ± 0.09	0.88 ± 0.08	15
25	4.22 ± 0.26	1.17 ± 0.07	1.04 ± 0.43	15
30	4.00 ± 0.87	1.09 ± 0.27	0.96 ± 0.24	15

Tabla 3- Valores medianos e intervalos de confianza (95 %) del consumo de oxígeno (R) de los juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados a 20°C y a distintas salinidades. (n) es el número de organismos PSLC= peso seco libre de cenizas; cal= calorías.

SALINIDAD, ‰	Consumo de Oxígeno		n
	mg Oz día <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	cal día <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	
10	18.29 ± 3.27	58.52 ± 10.45	15
15	18.98 ± 1.78	60.75 ± 5.60	15
20	20.66 ± 6.82	66.13 ± 21.81	15
25	18.02 ± 5.43	57.68 ± 17.38	15
30	14.66 ± 2.83	46.93 ± 9.07	15

Tabla 4- Valores medianos e intervalos de confianza (95 %) de la Excreción Nitrogenada (N) de los juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados a 20°C y a distintas salinidades. (n) es el número de organismos; PSLC= peso seco libre de cenizas; cal= calorías.

SALINIDAD, ‰	Excreción Nitrogenada		n
	mg N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> día <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	cal día <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	
10	3.10 ± 3.07	18.39 ± 18.25	15
15	7.78 ± 3.26	46.19 ± 19.39	15
20	18.24 ± 5.45	108.35 ± 32.36	15
25	15.55 ± 6.90	92.38 ± 41.34	15
30	1.58 ± 0.89	9.41 ± 5.28	15

Tabla 5- Crecimiento (C) ( $\text{mg PH dia}^{-1}\text{org}^{-1}$ ;  $\text{mg PS dia}^{-1}\text{g}^{-1}\text{org}$ ;  $\text{mg PS dia}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$ ;  $\text{cal g}^{-1}\text{PS}$ ) y energia canalizada en este proceso ( $\text{cal dia}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$ ) de los juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados a  $20^{\circ}\text{C}$  y a diferentes salinidades. Se señalan valores medianos y su intervalo de confianza (95 %) PH= peso húmedo; PS= peso seco; PSLC= peso seco libre de cenizas; cal= calorías.

	S A L I N I D A D, ‰				
	10	15	20	25	30
Peso INICIAL (PH, g)	3.82 $\pm$ 0.26	4.35 $\pm$ 0.29	4.05 $\pm$ 0.24	3.91 $\pm$ 0.34	3.81 $\pm$ 0.35
Peso FINAL (PH, g)	3.91 $\pm$ 0.39	4.62 $\pm$ 0.57	4.47 $\pm$ 0.05	4.85 $\pm$ 0.5	3.89 $\pm$ 0.4
mg PH $\text{dia}^{-1}$	4.2	13.0	20.0	45.0	4.0
mg PS $\text{dia}^{-1}$	0.9	2.98	4.84	15.7	0.66
mg PS $\text{d}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$	1.04 $\pm$ 0.1	2.96 $\pm$ 0.28	5.54 $\pm$ 0.51	18.06 $\pm$ 7.4	0.73 $\pm$ 0.18
cal $\text{g}^{-1}\text{PS}$	7032.88	6296.73	6361.84	6825.47	6174.27
cal $\text{dia}^{-1}\text{g}^{-1}\text{PSLC}$	7.26 $\pm$ 0.69	18.62 $\pm$ 1.76	35.25 $\pm$ 3.24	106.04 $\pm$ 10	4.66 $\pm$ 0.44

Tabla 6- Energía involucrada en la muda de los juveniles de *Penaeus.aztecus*. Se señalan valores medianos y su intervalo de confianza (95 %). e= exuvia; PS = peso seco; PSLC = peso seco libre de cenizas; cal = calorías.

SALINIDAD ‰	g PSe g <sup>-1</sup> PSLC	TASA MUDA e día <sup>-1</sup>	cal g <sup>-1</sup> PSe	cal día <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC
10	0.13 ± 0.01	0.06	3302.32	24.94 ± 1.17
15	0.11 ± 0.01	0.07	3085.36	22.12 ± 2.07
20	0.12 ± 0.01	0.05	2548.06	15.94 ± 1.49
25	0.12 ± 0.05	0.07	4409.07	37.25 ± 15.19
30	0.13 ± 0.03	0.06	2851.18	22.54 ± 5.72

Tabla 7- Eficiencia de asimilación (Ef. As.%) de los juveniles de *Ponocerus astecus* aclimatados a 20°C y a diferentes salinidades: PS = peso seco; PSLC = peso seco libre de cenizas; corr = corregida

SALINIDAD ‰/oo	ALIMENTO gPSLC/gPS	HECES gPSLC/gPS	Ef. As %	MATERIA INORGANICA ASIMILADA %	Ef. As. corr. %
10	0.93	0.78	72.38	12.12	84.5
15	0.93	0.76	74.79	8.01	82.8
20	0.93	0.78	72.28	12.22	84.5
25	0.93	0.76	74.58	13.32	87.9
30	0.93	0.76	75.19	7.31	82.5

Tabla 8.- Energía involucrada en el proceso de asimilación (As) (cal día<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> PSLC) de juveniles de *Ponocæus aztecus*. La asimilación se calculó como As = R + N + M + C. Se señalan valores medianos y su intervalo de confianza (95 %).

	S A L I N I D A D ‰				
	10	15	20	25	30
<b>RESPIRACION (R)</b>					
cal d <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	58.52 <sup>±</sup> 10.45	60.75 <sup>±</sup> 6.6	66.13 <sup>±</sup> 21.81	57.68 <sup>±</sup> 17.38	46.93 <sup>±</sup> 9.07
<b>EXCRECION (N)</b>					
cal d <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	18.39 <sup>±</sup> 18.25	46.19 <sup>±</sup> 19.39	108.35 <sup>±</sup> 32.4	92.38 <sup>±</sup> 41.34	9.45 <sup>±</sup> 5.26
<b>MUDA (M)</b>					
cal d <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	24.94 <sup>±</sup> 1.17	22.12 <sup>±</sup> 2.07	15.94 <sup>±</sup> 1.49	37.25 <sup>±</sup> 15.19	22.54 <sup>±</sup> 5.72
<b>CRECIMIENTO (C)</b>					
cal d <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	7.26 <sup>±</sup> 0.69	18.62 <sup>±</sup> 1.76	35.25 <sup>±</sup> 3.24	106.04 <sup>±</sup> 10.01	4.66 <sup>±</sup> 0.44
<b>ASIMILACION (As)</b>					
cal d <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> PSLC	109.11 <sup>±</sup> 30.56	147.67 <sup>±</sup> 28.81	225.66 <sup>±</sup> 58.9	293.35 <sup>±</sup> 83.9	83.5 <sup>±</sup> 20.5

Tabla 9- Eficiencias energéticas (%) de los juveniles de *Penaeus aztecus*, aclimatados a 20°C y en diferentes salinidades. respiración (R), excreción (N), muda (M), crecimiento (C) y asimilación (As).

SALINIDAD ‰	R/As %	N/As %	M/As %	C/As %
10	53.63	16.85	22.86	6.65
15	41.13	31.27	14.97	12.60
20	29.31	48.01	7.06	15.62
25	19.66	31.49	12.7	36.15
30	56.18	11.26	26.9	5.58

Tabla 10- Eficiencias energéticas (%) de algunas especies de juveniles de crustáceos decápodos. As= asimilación; C= crecimiento; R= respiración; M= muda; N= excreción nitrogenada.

Especie	Temperatura (°C)	Salinidad (‰)	Eficiencias energéticas (%)	Autores
<i>Carcinus maenas</i>	20	25	C/As. = (64 %)	Klein, 1975
<i>Carcinus maenas</i>	20	25	R/As. = (25 %)	Klein, 1975
<i>Carcinus maenas</i>	20	25	M/As. = (9 %)	Klein, 1975
<i>Carcinus maenas</i>	20	25	N/As. = (1.5 %)	Klein, 1975
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28	—	C/As. = (3.5%)	Nelson et al. (1977)
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28	—	R/As. = (76-78%)	Nelson et al. (1977)
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28	—	M/As. = (0.85 %)	Nelson et al. (1977)
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28	—	N/As. = (2.0 %)	Nelson et al. (1977)
<i>Homarus americanus</i>	22	28	C/As. = (34.7-54.5 %)	Logan y Epifanio,
<i>Homarus americanus</i>	22	28	R/As. = (22.6-31.7 %)	1978
<i>Homarus americanus</i>	22	28	M/As. = (7.1 - 9.2 %)	Logan y Epifanio
<i>Macrobrachium rosenbergii</i>	28	—	C/As. = (36 %)	Stephenson y Knight 1980
<i>Callinectes rathbunae</i>	—	—	C/As. = (76.5 %)	Rosas et al. en prensa
<i>Callinectes rathbunae</i>	—	—	R/As. = (21.3 %)	Rosas et al. en prensa
<i>Callinectes rathbunae</i>	—	—	M/As. = (0.2 %)	Rosas et al. en prensa
<i>Callinectes rathbunae</i>	—	—	N/As. = (2 %)	Rosas et al. en prensa

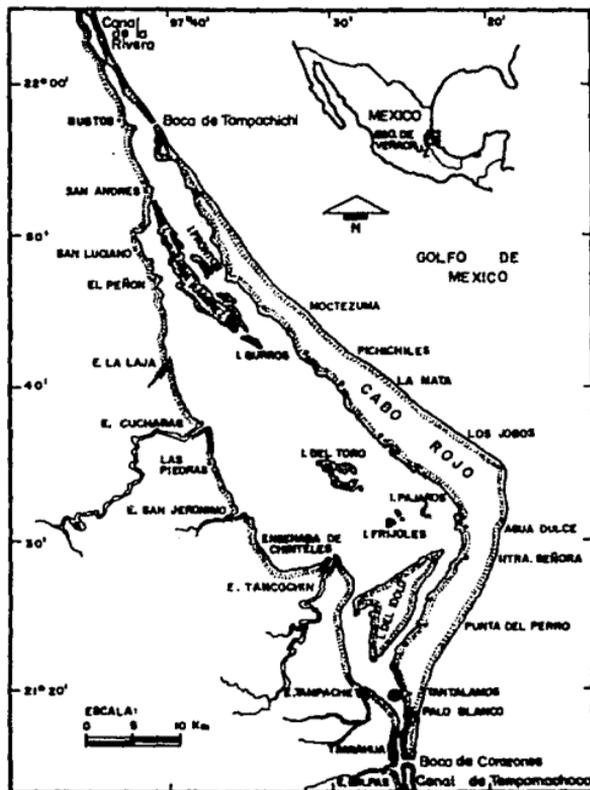


Fig. 1.- AREA DE ESTUDIO. EL PUNTO ● SEÑALA EL SITIO DE COLECTA DE LOS ORGANISMOS.

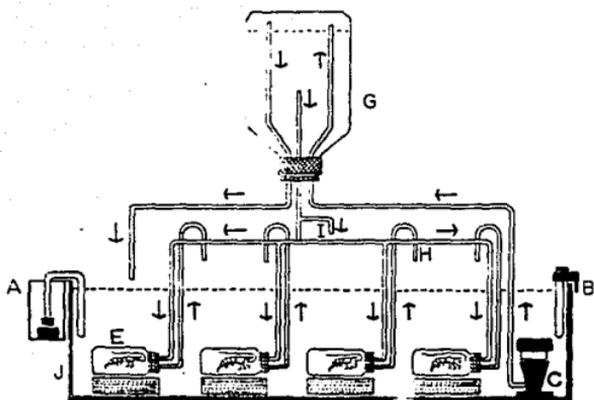


Fig.2 - Respirómetro de flujo continuo. A-filtro externo de carbón activado; B- calentador de inmersión; C- Bomba sumergible; E- cámaras respirométricas; G- recipiente para flujo de agua; H- toma de muestras a la salida de las cámaras; I- toma de muestras a la entrada de las cámaras y J- acuario de vidrio.

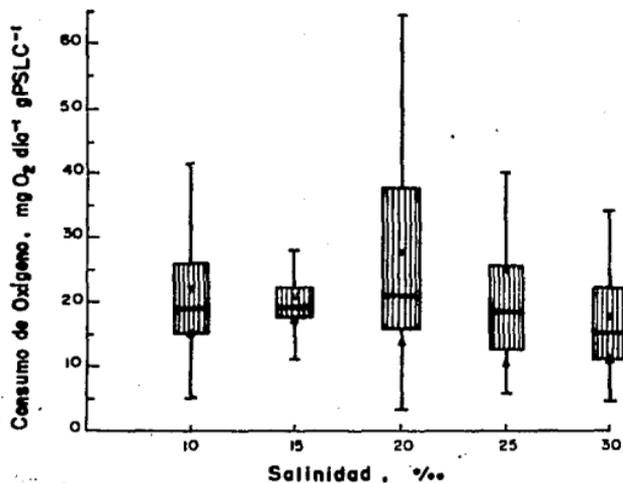


Fig. 3 - Diagrama de Cajas en Paralelo del consumo de oxígeno de los juveniles de *Penaeus aztecus* ( $\text{mg O}_2 \text{ día}^{-1} \text{ g PSLC}^{-1}$ ) aclimatados a diferentes salinidades. La barra horizontal (—) denota la mediana y los >.....< señalan los intervalos de confianza de la mediana (95% conf.).

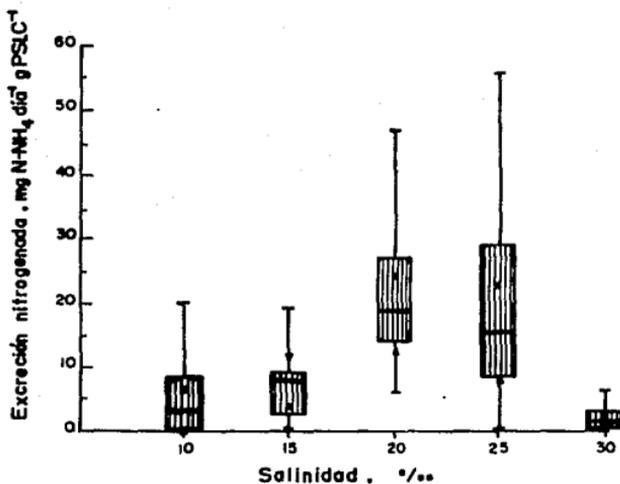


Fig. 4 - Diagrama de Cajas en Paralelo de la excreción de productos nitrogenados de los juveniles de *Penaeus aztecus* (mg N-NH<sub>4</sub> día<sup>-1</sup> g PSLC<sup>-1</sup>), aclimatados a diferentes salinidades. La barra horizontal (—) denota la mediana y los >< señalan los intervalos de confianza de la mediana (95% conf.)

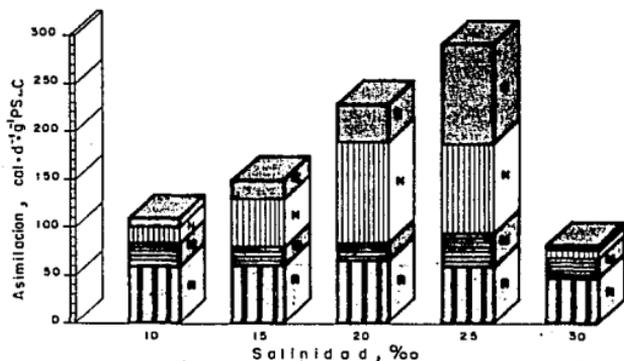


Fig. 5- Diagrama de barras de la energía asimilada (cal·d<sup>-1</sup>·g<sup>-1</sup> PSLC) en los juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados en cinco salinidades. Se señala en cada condición experimental la energía canalizada a respiración (R), muda (M), excreción nitrogenada (N) y crecimiento (C).

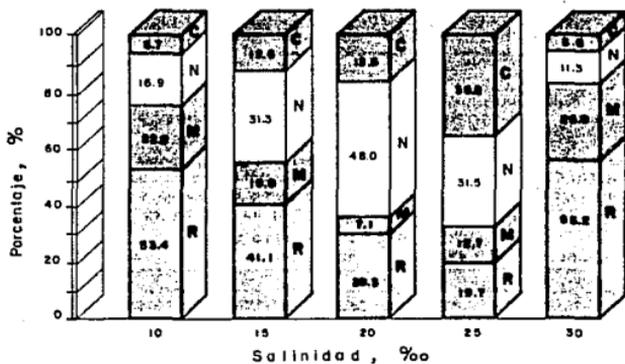


Fig. 6- Diagrama de barras del porcentaje de energía asimilada empleada en los diferentes procesos fisiológicos (Eficiencias energéticas), de los juveniles de *Penaeus aztecus* aclimatados en cinco salinidades. Respiración (R), muda (M), excreción nitrogenada (N) y crecimiento (C).

**1.-TECNICA DE AZUL DE INDOFENOL MODIFICADA  
DE Gutman y Bergmeyer (1974)**

**A.- EQUIPO:**

Espectrofotómetro Baush Lomb (Spectronic 88), con lecturas a 640 nm; baño de temperatura constante ( $35 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

**B.- REACTIVOS:**

1. Pureza de los reactivos: todos los reactivos deben ser de grado analítico y libres de iones de amonio.
2. Preparación de las soluciones: todas las soluciones deben prepararse con agua desionizada.
  - 2.1 Solución Fenol - Nitroprusiato de sodio.  
Fenol..... 40 g  
Nitroprusiato.....200 g  
Agua destilada.....aforar a 1000 ml
  - 2.2 Solución Hipoclorito - Hidróxido de sodio  
NaOH..... 20 g  
Hipoclorito..... 60 ml  
Agua destilada..... aforar a 1000 ml
  - 2.3 Agua de mar artificial. Se preparó agua de mar artificial con sales Instant Ocean. Para cada condición experimental (10, 15, 20, 25 y 30 %. S) se prepararon las respectivas soluciones estandard de cloruro de amonio.
  - 2.4 Solución estandard de Cloruro de amonio  
(Curva de calibración)

a.- Solución Madre: cloruro de amonio 10 mM (14.01 mg/l N)  
 Cloruro de amonio  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ——— 0.535 g  
 Aforar a un litro con agua de mar artificial a la salinidad experimental.

b.- Solución Hija: cloruro de amonio 1 mM (1.4 mg/l N)  
 Cloruro de amonio  $\text{NH}_4\text{Cl}$  ——— 100 ml de solución madre  
 ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 10 mM)  
 Aforar a un litro con agua de mar artificial a la salinidad experimental.

c.- Curva de Calibración:

Número de tubo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Soluciones:										
Cloruro de amonio (mM)	0	5	10	25	50	100	200	400	800	100
Fenol - Nitroprusiato	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Hipoclorito - NaOH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Agua de mar artificial	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Correspondencia (mg / l N)	0.	0.01	0.02	0.04	0.07	0.15	0.31	0.62	1.23	1.54

d.- Procedimiento:

Tomar 10 ml de la muestra de agua de mar a analizar, adicionar la solución de Fenol - Nitroprusiato y la de Hidróxido de sodio - Hipoclorito. Incubar durante 15 minutos a  $35 \pm 1^\circ\text{C}$  y efectuar las lecturas en el espectrofotómetro a 640 nm.

e.- Observaciones:

Al mezclar las soluciones en cada tubo, usualmente se observó "cierto precipitado". Para evitar alteraciones en las lecturas en el espectrofotómetro, las muestras se centrifugaron durante 5 minutos. Sin embargo, no se obtuvieron diferencias significativas en las lecturas, entre las muestras centrifugadas y las no centrifugadas. Por lo tanto, se sugiere que este procedimiento puede

## 2.-ANALISIS QUIMICO PROXIMAL

(método A.O.A.C.)

CAMARONINA 35 % P.C.

	BASE HUMEDA %	BASE 90 MAT. SECA %	BASE SECA %
Materia seca %	88.17	90.00	100.00
Humedad %	11.83	10.00	00.00
Prot. Cruda % (N = 6.25)	37.07	37.84	42.05
Extracto Etereo %	5.40	5.51	6.13
Cenizas %	6.55	6.68	7.42
Fibra Cruda %	1.71	1.75	1.94
Ext. Libre de N %	37.44	38.21	42.46
T.N.D. %	73.29	74.81	83.13
E.D. Kcal/Kg (aprox.)	3231.57	3298.56	3655.07
E.M. Kcal/Kg (aprox.)	2649.61	2704.53	3005.04

Análisis efectuado por el Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica. Laboratorio de análisis químicos para alimentos (SARH N° 0950693). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. U.N.A.M.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer especialmente a la Bióloga Cecilia Vanegas Pérez por su valioso asesoramiento en la dirección del presente trabajo, por su constante motivación, paciencia, comprensión y por su gran calidad humana.

A la Dra. en C. Sonia Espina Aguilera por sus críticas sugerencias y por el estímulo brindado para la realización de este trabajo.

Al Dr. en C. Carlos Rosas Vázquez por la revisión y apoyo durante la realización del presente trabajo.

Al M. en C. Adolfo Sánchez Zamora por la revisión de la tesis y por su apoyo académico brindado.

A la Dra. Elva Escobar Briones por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo de tesis.

A los Drs. en C. Alfredo Salibián y Eugenio Díaz Iglesias por sus valiosas sugerencias para el mejoramiento del trabajo.

A todos mis compañeros del laboratorio por su apoyo y por todos los momentos de alegría.

A todas aquellas personas que me apoyaron y me estimularon durante la realización de la tesis.