

00361



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO

18  
201

FACULTAD DE CIENCIAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**EFFECTO DE LA LUZ Y DEL ALIMENTO SOBRE LA  
MADURACION SEXUAL DE HEMBRAS DE CAMARON  
BLANCO *Penaeus setiferus* EN CONDICIONES  
CONTROLADAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRA EN CIENCIAS

(BIOLOGIA)

P R E S E N T A :

TEODORA JOSEFINA LEON GARCIA

FALLA DE ORIGEN

DIRECTOR DE TESIS: DR. EN C. CARLOS ROSAS VAZQUEZ

1995



## **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.

**Este trabajo fué realizado en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Lerma, Campeche, en el marco del Convenio entre la Facultad de Ciencias de la UNAM y el Instituto Nacional de la Pesca y con el financiamiento de la UNAM a través de la DGAPA (proyecto IN-201292), bajo la dirección del Dr. Carlos Rosas Vázquez de la Facultad de Ciencias UNAM y la Dra. Laida Ramos Trujillo del Centro de Investigaciones Marinas de la Universidad de la Habana, Cuba.**

## **DEDICATORIA**

**A MI MADRE** por todo su amor, apoyo, enseñanzas y ejemplo que me ha brindado durante el transcurso de mi vida .

**A MI FAMILIA** por su gran amor y apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Carlos Rosas Vázquez, por la dirección del presente trabajo y por sus valiosos conocimientos que ha compartido durante mi formación académica.

A la Dra. Gabriela Gaxiola Cortés, por sus inestimables contribuciones, así como por la paciencia e interés mostrado durante la realización del presente estudio.

A la M. en C. Cristina Re Regis, por el interés brindado en el presente estudio, así como por su gran calidad humana y apoyo incondicional.

A la Dra. Laida Ramos por la acertada codirección y por sus importantes contribuciones en el desarrollo de este estudio.

A la M. en C. Cecilia Vanegas Pérez, por sus acertadas sugerencias para mejorar el manuscrito de tesis, así como por su amistad y solidaridad incondicional.

Al Dr. Adolfo Sánchez Zamora, por las correcciones y sugerencias que contribuyeron a mejorar el trabajo.

Al Dr. Luis A. Soto González, por las correcciones y comentarios para mejorar el presente estudio.

A mis compañeros del Laboratorio de Ecofisiología y del Proyecto Camarón, porque sin ellos no hubiera sido posible la realización del presente trabajo.

A Hermes Gaxiola Cortés, porque su presencia y amor le han dado un profundo sentido a mi vida.

A mis amigas y compañeras Aida, Cecy, Guille, Gaby y Laura por su amistad y apoyo incondicional y por todos esos momentos tan valiosos que hemos compartido durante mi formación académica y personal.

A todas aquellas personas que de alguna manera me estimularon con su ejemplo y cariño para continuar con mi formación académica.

A CONACYT por el apoyo brindado durante mis estudios de posgrado.

Al personal del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras.

*Mi más sincero agradecimiento.*

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la calidad de la luz sobre la maduración de las hembras adultas de *Penaeus setiferus*, así como el efecto de la inclusión de lípidos en la dieta para la maduración de las hembras de *P. setiferus*, parcialmente ooclectomizadas. En este último se evaluaron respuestas fisiológicas concernientes al balance energético, ligado al proceso de maduración. Los resultados obtenidos indican que la luz blanca favorece la maduración ( $0.36 \pm 0.14$  desoves/hembra/semana) en comparación con los obtenidos en los tratamientos con luz verde ( $0.33 \pm 0.05$  desoves/hembra/semana) y en la luz azul ( $0.33 \pm 0.11$  desoves/hembra/semana). Sin embargo estas diferencias no fueron significativas ( $P > 0.05$ ). Se observó una relación antagónica entre los procesos de maduración y de la muda.

Para evaluar la influencia del porcentaje de inclusión de lípidos en la dieta, las hembras se expusieron a la luz blanca y a cuatro dietas. A pesar de que no se observó un efecto significativo entre los distintos tratamientos ( $P > 0.05$ ), se dió la tendencia a obtener un mayor número de desoves/ hembra/ semana en las dietas con menor cantidad de lípidos dietéticos (CT=  $0.54 \pm 0.19$  y A=  $0.48 \pm 0.18$ ), comparado con las dietas B ( $0.33 \pm 0.11$ ) y C ( $0.32 \pm 0.15$ ) respectivamente. La mayor cantidad de energía asimilada se canalizó principalmente a la producción total (34.77 a 71.11 %) y a la excreción de amonio (10.9 a 45.1 %) y la menor cantidad al consumo de oxígeno (16.69 a 18.93 %) y al incremento de calor aparente (1.07 a 3.03 %). Estos resultados revelan que una proporción de lípidos entre 12.9 y 13.6 % son adecuados para la maduración de hembras adultas de *P. setiferus* en condiciones de cautiverio.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
MATERIALES Y METODOS:	11
I.-Obtención y mantenimiento de los organismos	11
II.-Efecto de la luz	13
III-Efecto de la inclusión de lípidos en las dietas	15
IV-Balance energético	18
V.-Análisis de los resultados	22
RESULTADOS:	
I.-Efecto de la luz	23
a) Efecto de la luz sobre la maduración y desoves de <i>P. setiferus</i>	23
b) Efecto de la luz en la frecuencia de exuvias de <i>P. setiferus</i>	25
II-Efecto de la inclusión de lípidos en las dietas	25
a) Efecto de los lípidos dietéticos sobre la maduración y desoves	26
b) Efecto de los lípidos dietéticos sobre la frecuencia de exuvias	27
III-Balance energético	28
a) Ingestión de alimento	28
b) Asimilación y Eficiencia de asimilación	29
c) Consumo de oxígeno	30
d) Incremento de calor aparente	30
e) Excreción nitrogenada	31
f) Excreción nitrogenada post-alimentaria	32
g) Producción Total	32
h) Sustrato metabólico (Razón atómica O:N)	33
i) Eficiencias energéticas	34
DISCUSION	36
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CITADA	49
ANEXO Y TABLAS	60

## INTRODUCCION

La Acuicultura es una alternativa exitosa para la producción de organismos marinos y dulceacuicolas. En la actualidad, el cultivo de estos organismos contribuye con más del 20 % de la producción total a nivel mundial. De las especies que son usadas para el cultivo, algunas de ellas han sido elegidas por su rápido crecimiento y producción de biomasa obtenida en corto tiempo. Otras especies son cultivadas por su valor comercial como es el caso de algunos peneidos, siendo el camarón quizás el más importante (Martínez, 1993).

La Camaronicultura es una alternativa potencial para elevar la producción de camarón, la cuál desempeña un importante papel en la economía a nivel mundial. En la actualidad el cultivo de camarón ha adquirido especial importancia para nuestro país, actividad para lo cuál México cuenta con unas 12,000 hectáreas aptas para este cultivo (Martínez, 1993; World Shrimp Farming, 1994).

Entre las especies de camarones peneidos del Golfo de México que se consideran potencialmente adecuadas para su cultivo sobresale *Penaeus setiferus* (Brown *et al.*, 1979; Lawrence *et al.*, 1980), cuya distribución abarca desde la Costa Atlántica Norte de los Estados Unidos, hasta el Noroeste de la Península de Yucatán (Brown, *et al.*, 1979).

Entre los aspectos más importantes de la camaronicultura se encuentra la reproducción controlada, para lo cual se ha utilizado a la ablación de los pedúnculos oculares (oculotomía) para acelerar el proceso de maduración gonádica. Los crustáceos decápodos presentan en los pedúnculos oculares un complejo neurosecretor llamado organo x- glándula sinusal y la ablación del pedúnculo ocular permite la remoción de la hormona inhibidora de la gónada lo cuál acelera el desarrollo de los ovarios y consecuentemente la maduración ovárica (Adiyodi y Adiyodi, 1970).



Dentro de los estudios sobre control endócrino de la reproducción de crustáceos decápodos, se ha utilizado la ablación parcial o total de los pedúnculos oculares, como un estimulante de la madurez sexual y poder así obtener desoves más frecuentes a corto plazo. Al respecto, numerosos estudios se han realizado obteniendo resultados positivos para algunas especies, entre las que destacan *P. duorarum* (Caillouet, 1972), *P. monodon* (Santiago, 1977; Aquacop, 1977, 1979, 1983; Primavera, 1978; Chamberlain y Lawrence, 1981), *P. japonicus* (Lumare, 1981), *P. stylirostris* (Aquacop, 1979), *P. vannamei* (Aquacop, 1979; Chamberlain y Lawrence, 1981), *P. plebejus* (Kelemec y Smith, 1980), *P. setiferus* (Conte *et al.*, 1977; Brown *et al.*, 1979; Lawrence *et al.*, 1980; Saldaña, 1992), *P. notialis* y *P. schmitti* (Rámos y Primavera, 1986).

El tiempo necesario para que una hembra en su medio natural pase de un estadio de maduración a otro es de un mes aproximadamente. Esto significa que en los camarones el ciclo reproductivo normal toma de cuatro a cinco meses (Guitart y Quintana, 1978). A través de la ablación de los pedúnculos oculares, el proceso de maduración gonádica puede reducirse de dos a 45 días dependiendo de la especie, de la talla, del peso y de las condiciones a los que estén sometidos (Primavera, 1978). Al respecto, Ramos y Primavera (1986), lograron obtener la maduración gonádica en un período de tres a cuatro días para *P. notialis* y *P. schmitti* utilizando la técnica de ablación parcial unilateral. Igualmente Saldaña (1992), obtuvo una reducción del período de maduración de *P. setiferus* de tres a cuatro días, utilizando dicha técnica.

Como es conocido el ciclo de vida de la mayoría de los camarones peneidos comprende una fase marina y otra estuarina. Las formas adultas se reproducen en aguas marinas y los estadios postlarvales penetran a los sistemas lagunar-estuarino, donde se lleva a cabo el desarrollo de los juveniles. Estos posteriormente migran como subadultos al medio marino (Williams, 1984). Tomando en cuenta estas migraciones, se han realizado estudios enfocados a determinar las condiciones óptimas que favorezcan la producción de los camarones en cultivo, entre los cuales es importante considerar los factores bióticos y abióticos (Nelson *et al.*, 1977a).

En una investigación sobre maduración inducida en cautiverio, es importante controlar no solo la temperatura, la salinidad y el fotoperíodo, sino también otros parámetros importantes como es la calidad e intensidad de la luz (Wurts y Stickney, 1984), así como aspectos nutricionales con énfasis en la maduración (Bray y Lawrence, 1990) y en sus aspectos bioenergéticos (Rosas *et al.*, 1993a).

La calidad e intensidad de luz que incide en los organismos, es un requerimiento importante para inducir la maduración gonádica de los camarones (Primavera, 1978; Wurts y Stickney, 1984; Primavera y Caballero, 1992). Dentro del espectro de luz visible, las longitudes de onda que penetran entre los 15 y 20 metros de profundidad, en las aguas costeras del Golfo de México, que es donde se reproduce *P. setiferus*, corresponden a la luz azul y verde (500 a 600 nm) (Wurts y Stickney, 1984). Al respecto algunos autores han evaluado el efecto de la calidad de la luz para algunas especies entre las que destacan *P. monodon* (Pudadera y Primavera, 1981; Bread y Wickins *vide in* Emerson, 1983), *P. indicus* (Emmerson *et al.*, 1983), *P. plebejus* (Kelemec y Smith, 1980) y *P. setiferus* (Wurts y Stickney 1984; Chamberlain y Gervais, 1984 y Saldaña, 1992), así como la intensidad de la luz en *P. vannamei*, *P. stylirostris* (Chamberlain y Lawrence, 1981b).

Otro de los factores que determinan el éxito del cultivo de camarón, es el suministro de alimento adecuado para las diferentes fases de su ciclo de vida. En cada fase los organismos experimentan tanto cambios morfológicos como fisiológicos, por lo que las necesidades nutricionales cambian con el desarrollo de los organismos (Tacon, 1990). La naturaleza de las dietas utilizadas en camarones es importante ya que determina el éxito de la maduración en condiciones controladas y representa uno de los parámetros más importantes sobre los cambios bioquímicos de los órganos y tejidos involucrados en la maduración (Castille y Lawrence, 1989).

En los camarones adultos, la cantidad de energía que se obtiene de los diferentes nutrientes del alimento suministrado, puede determinar aspectos importantes de la fecundación, de la maduración gonádica, de la calidad de los huevos durante el desove, así como de la eclosión y de las primeras fases de desarrollo de los organismos (Ramos y Fernández, 1981; Clifford y Brick, 1983; Ramos y Fernández, 1984; Teshima *et al.*, 1989; Nacimiento *et al.*, 1991). Los nutrientes que promueven dichos procesos son las proteínas, los

lípidos y los carbohidratos (Ramos y Fernández, 1981; Clifford y Brick, 1983).

Al respecto se ha reportado que las proteínas se consideran nutrientes esenciales para los camarones, ya que son determinantes en el proceso de crecimiento (Deshimaru y Kuroki, 1974). Los aminoácidos libres son fundamentales en los mecanismos de osmorregulación (Claybrook, 1983) y son indispensables para la síntesis de la vitelogenina, precursora de las lipoproteínas que se encuentran presentes en el vitelo de los ovocitos. Las lipoproteínas juegan un papel importante como constituyentes celulares y como fuente de energía durante los procesos de embriogénesis, maduración, desove, eclosión y desarrollo temprano de las larvas de los crustáceos (Mourete y Rodríguez, 1991).

Los lípidos son considerados componentes esenciales para promover la maduración gonádica en camarones peneidos, ya que desde el punto de vista bioquímico, juegan un papel importante tanto a nivel estructural de las membranas celulares así como de sustancias de reserva. Estas forman parte del vitelo del cual se nutren las larvas durante su desarrollo primario, desde el embrión hasta el nauplio (Mourete y Rodríguez, 1991).

Los carbohidratos suministrados en la dieta son nutrientes importantes como sustrato oxidativo en la producción de energía, a la vez que son constituyentes estructurales principalmente durante el proceso de muda (Ramos y Fernández, 1981).

Lovett y Felder (1990) señalan que la actividad enzimática que se asocia a la degradación del alimento ingerido de *P. setiferus* y de la mayoría de los camarones peneidos está regulada genéticamente por lo que la eficiencia de asimilación de los nutrientes, depende de la capacidad de los organismos para utilizar los distintos nutrientes suministrados así como de la cantidad y calidad del alimento.

El espectro de investigaciones realizadas sobre los aspectos nutricionales para camarones peneidos es bastante amplio, sobre todo para los primeros estadios de desarrollo. Sin embargo, son pocos los estudios nutricionales en los que se evalúa el efecto de alimentos peletizados en organismos adultos durante la reproducción (Bray y Lawrence, 1990).

Específicamente en *P. setiferus* se han llevado a cabo pocas investigaciones en las que se hayan analizado los requerimientos nutricionales (Andrews *et al.*,1972; Sick y Andrews,1973; Lee y Lawrence, 1985; Chen *et al.*,1985; Lawrence *et al.*,1986) y aún menos los trabajos realizados para hembras durante las fases reproductivas de la especie.

Al respecto, se ha estudiado el papel de los lípidos en la maduración de hembras adultas en condiciones de laboratorio, observándose una estrecha relación entre la maduración y la composición bioquímica de la gónada y el hepatopáncreas de los animales provenientes del medio natural. Se encontró además un incremento relativo en la cantidad de lípidos en las gónadas, con respecto a las proteínas y carbohidratos de *P. setiferus* (Castille y Lawrence, 1989). Con respecto a otras especies Bray y Lawrence (1990) evaluaron el efecto de la inclusión de lípidos dietéticos sobre los procesos de maduración, desove y eclosión de los huevos, obteniéndose los mejores resultados con una inclusión de lípidos en el alimento del 10 al 11 % para hembras de *P. stylirostris*.

Una manera particularmente apropiada de conocer la forma en que los organismos utilizan la energía ingerida en el alimento, es a través de los estudios bioenergéticos. Estos estudios son de suma importancia ya que proveen información acerca de la cantidad de energía ingerida que es canalizada a los diferentes procesos fisiológicos tales como la asimilación, respiración, excreción de productos nitrogenados, incremento de calor aparente y producción total. Este tipo de estudios permiten además determinar las condiciones ambientales bajo las cuáles las especies canalizan la mayor parte de la energía hacia crecimiento y reproducción (Rosas *et al.*,1993a). Beamish y Trippel (1990) propusieron un modelo de flujo de energía que contempla 9 puntos terminales hacia los cuáles la energía puede ser canalizada (Fig.1).

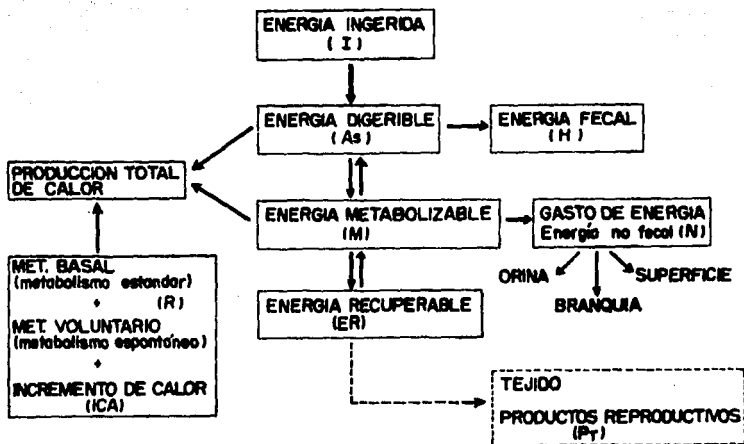


Figura 1.-Esquema de la cantidad de energía ingerida que se canaliza a las distintas respuestas fisiológicas.

En este esquema se observa que, de la energía incorporada por el alimento ingerido (I), parte se pierde a través de las heces (H) y parte de esa energía es digerible (As); de ésta energía digerible una parte se pierde en la excreción de productos nitrogenados (N) y otra porción de energía es metabolizable (M), de esta energía parte es empleada para otras actividades fisiológicas tales como el metabolismo basal o estandar, el metabolismo voluntario o espontáneo (R) y el incremento de calor aparente (ICA) que representan la

energía perdida en la producción de calor y de la energía restante ó recuperable (ER), parte es canalizada al crecimiento y a la producción gonádica y se define como producción total ( $P_T$ ).

La ecuación general que integra el flujo de energía, fué propuesta por Ivlev (1939). El modelo más recientemente lo propusieron Beamish y Trippel (1990) con una ecuación que integra de manera general el flujo de energía:

$$I = R + ICA + N + H + P_T \quad (1).$$

donde I es la energía ingerida, R es la energía que se canaliza al metabolismo espontáneo, ICA es la energía que se pierde en el incremento de calor aparente, N es la energía canalizada en excreción nitrogenada, H la energía perdida en heces y  $P_T$  es la cantidad de energía restante que se canaliza al crecimiento y a la producción gonádica. En esta ecuación, cada término se expresa en unidades de energía/tiempo.

Esta ecuación ha sido modificada dependiendo del organismo utilizado como unidad experimental, ya que en el caso de los crustáceos se debe de tomar en cuenta la cantidad de energía que se invierte durante el proceso de écdisis ó muda (E), incluyéndose por lo tanto en dicha ecuación:

$$I = R + ICA + H + N + P_T + E \quad (2).$$

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 (R), es adecuado para cuantificar la utilización de la energía bajo diferentes condiciones ambientales (Duncan y Klekowsky, 1975).

Se han realizado estudios relacionados con la evaluación del consumo de oxígeno para organismos en ayuno, pero son muy pocos los relacionados con el efecto de la alimentación sobre el metabolismo aerobio, a pesar de que es conocido el incremento del consumo de oxígeno por la ingestión y digestión del alimento (ICA) (Beamish y Trippel, 1990). Al respecto Rosas *et al.*, (1992) reportaron que existe una estrecha relación entre el consumo de oxígeno y la actividad asociada con la alimentación en diferentes grupos de crustáceos.

El Incremento de calor aparente (ICA) también conocido como acción dinámica específica, efecto calorigénico del alimento o producción total de calor, es principalmente una medida del trabajo metabólico para los procesos post-absortivos de la ingestión del alimento. El ICA varía con la especie y con la composición de la dieta (Beamish y Trippel, 1990).

Al respecto, Nelson *et al.*, (1977a) evaluaron el Incremento de calor aparente para *Macrobranchium rosenbergii* utilizando varios tipos de alimento natural. El efecto que ejercen los distintos sustratos sobre la tasa metabólica es distinta y existe una gran influencia de las proteínas dietéticas, comparado con el efecto que ejercen los lípidos o los carbohidratos (Nedlan y Beamish, 1985).

Los crustáceos acuáticos se caracterizan por ser amonotélicos, debido a que el principal producto catabólico terminal del nitrógeno es el amoniaco. Esto es, entre el 70 y 90 % de los productos nitrogenados son excretados en forma de amoniaco (Regnault, 1987). Este proceso fisiológico puede ser alterado por diversos factores fisicoquímicos, así como por la cantidad y calidad del alimento ingerido y por ende del estado nutricional de los organismos (Nelson *et al.*, 1977b; Zuñiga *et al.*, 1984).

Con relación a los efectos que ejerce el alimento sobre la excreción nitrogenada en los crustáceos decápodos, existe controversia en el sentido de que algunos autores obtuvieron diferencias significativas y otros no por efecto de la dieta. Al respecto Nelson *et al.*, (1977a) al evaluar distintas dietas para ver el efecto del alimento sobre la excreción nitrogenada para *Macrobranchium rosenbergii*, no obtuvieron diferencias significativas. Zuñiga *et al.*, (1984) tampoco encontraron efecto del alimento en la excreción nitrogenada de *Rinchoinetes typus*. Sin embargo, para *P. esculentus* Hewitt e Irving (1990) obtuvieron diferencias significativas debido a las variaciones en el contenido de proteínas.

La expresión de la razón atómica O:N, ha sido definida por Mayzaud y Conover (1988) como un índice del catabolismo de nutrientes. Esto se refiere a la razón entre el número de átomos de oxígeno consumido y el número de

átomos de nitrógeno excretado. La evaluación de esta razón permite conocer la naturaleza del sustrato metabólico utilizado y por lo tanto los aportes de una dieta.

De acuerdo con Mayzaud y Conover (1988), los límites teóricos de la razón atómica O:N, pueden ser usados como indicadores de la naturaleza del sustrato metabólico utilizado por los organismos. Así un intervalo entre 3 y 16 indica el uso de proteínas, mientras que valores entre 50 y 60 indica niveles similares del catabolismo de proteínas y de lípidos. Al respecto se ha reportado que especies como *P. esculentus* (Dall y Smith, 1986), *Homarus americanus* (Capuzzo y Lancaster, 1979) y *Crangon crangon* (Regnault, 1981) utilizan a las proteínas como sustrato metabólico, mientras que el uso de sustratos metabólicos mixtos (proteínas y lípidos) ha sido reportado para *Macrobrachium rosebergii* (Clifford y Brick, 1983).

En los estudios sobre nutrición de los camarones peneidos, poco se ha estudiado sobre la cantidad de energía ingerida que un organismo puede canalizar al crecimiento y a la producción gonádica (Producción total).

Evaluar la producción total en organismos adultos a partir de un estudio bioenergético es de suma importancia, ya que es un proceso que refleja que cantidad de energía los organismos canalizan fundamentalmente a la reproducción en respuesta a los factores bióticos y abióticos del medio en que se encuentran; incluso puede considerarse como una medida integradora de los procesos fisiológicos que ocurren en el organismo (Warren y Davis, 1967).

A pesar de que se han estudiado respuestas fisiológicas en hembras de *P. setiferus*, a la fecha no se ha propuesto un modelo que integre los aspectos propios de la fisiología de la maduración de éstos organismos con los elementos concernientes a la bioenergética de este proceso.

#### Hipótesis de trabajo:

Estudios llevados a cabo en el medio natural señalan que las longitudes de onda que corresponden a la luz azul y blanca es donde se lleva a cabo la reproducción de *P. setiferus*. Por lo que es razonable esperar que en el



intervalo entre la luz azul y blanca se obtendrán la mayor cantidad de hembras maduras.

La producción total, medida por la frecuencia de desoves es dependiente del nivel de lípidos en la dieta. Un valor entre 10 y 11 % de lípidos ha sido señalado para la maduración de otras especies de Peneidos. Así, se podría esperar que *P. setiferus* pudiera tener un requerimiento similar.

El presente trabajo se llevó a cabo con los siguientes objetivos :

- a) Evaluar el efecto de la calidad de la luz sobre la maduración y desove de hembras oclotomizadas de camaron blanco *P. setiferus* en condiciones controladas.
- b) Determinar el requerimiento de lípidos totales de hembras adultas de *P. setiferus* parcialmente oclotomizadas.
- c) Conocer el destino de la energía ingerida a partir del alimento suministrado de las hembras oclotomizadas de *P. setiferus*, alimentadas con dietas isoprotéicas con diferentes inclusiones de lípidos dietéticos.

## MATERIALES Y METODOS

Para cubrir los objetivos del presente trabajo, se realizaron dos experimentos: 1) Efecto de la calidad de la luz sobre la maduración de las hembras adultas de *Penaeus setiferus*, parcialmente ablacionadas. 2) El efecto de la inclusión de lípidos en la dieta para la maduración de las hembras parcialmente ablacionadas de *P. setiferus*. En este último se evaluaron respuestas fisiológicas concernientes al balance energético ligado el proceso de maduración de las hembras de la especie. Se empleó el diseño experimental Aleatorización sin repeticiones en ambos casos (Tab.1).

TABLA 1.-Diseño experimental de los tratamientos utilizados para las hembras reproductoras de *Penaeus setiferus*

No. exp.	Diseño experimental	No. org.	Factores a evaluar	Respuestas a evaluar
1	Completamente aleatorizado sin repetición	7	Tipo de luz: azul, verde y blanca.	Desarrollo gonádico Desoves/hembra/semana Frecuencia de exuvias/hembra/semana
2	Completamente aleatorizado sin repetición.	7	Nivel de inclusión de lípidos totales dietéticos. 12.9 % 15.7 % y 19.8 %	Maduración Desoves/hembra/semana. Frecuencia de exuvias/hembra/semana Respuestas.Fisiologicas: Ing.alimento, VO2 N-NH3, ICA, O:N, As., Ef.As. y Producción total

### 1-Obtencion y mantenimiento de los organismos.

Se utilizaron 60 organismos de camarón blanco *P. setiferus* de 37 a 59 g de peso húmedo, obtenidos frente a la Isla del Carmen en la Laguna de Términos, Campeche, a una profundidad máxima de cuatro brasas. La captura se realizó durante los meses de mayo y septiembre de 1992, utilizando una red agallera con apertura de malla de 1 ¼ de pulgada.

La Laguna de Términos se localiza en la porción sur de la Sonda de Campeche, en el litoral del Golfo de México, entre los meridianos 91 15' y 92 00' de longitud oeste y los paralelos 18 25' y 19 00' de latitud norte en el estado de Campeche (Ponce-Velez y Botello, 1991).

Los animales se trasladaron al laboratorio ubicado en el Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP), Campeche. El transporte se realizó en bolsas de polietileno, con agua del medio y atmósfera saturada de oxígeno, en donde se colocaron aproximadamente 15 organismos por bolsa. Durante el traslado al laboratorio la temperatura del agua se bajó a 20 °C con hielo, con el fin de disminuir el metabolismo de los animales y así abatir el estrés producido por la captura, el traslado y la manipulación.

Ya en el laboratorio, los organismos se aclimataron durante dos días a las condiciones de laboratorio ( temperatura de 28 °C, salinidad de 34 ‰, pH de 7.9, concentración de oxígeno disuelto de 6.6 mg/l y fotoperiodo de 14 horas luz y 10 oscuridad) en un tanque de 1200 L de capacidad. Una vez transcurrido este lapso, se separaron los machos y las hembras fueron sometidas a la ablación parcial unilateral de los pedunculos oculares, de acuerdo a la técnica de Primavera (1978) para *P. monodon* y de Ramos y Gonzalez (1983) para *P. notialis*. Dicha operación consistió en anudar la base del pedúnculo con hilo fino y resistente, inmediatamente se realizó la escisión del globo ocular, donde se extripó el contenido del ojo y del pedunculo ocular. Posterior a la ablación , las hembras fueron marcadas con anillos de silicón de distintos colores, con el fin de facilitar su identificación y así poder llevar un registro del desarrollo gonádico de éstas.

Posteriormente las hembras ya ablacionadas se distribuyeron en cuatro tanques circulares de fibra de vidrio color negro, con un volumen de 550 L, (altura de 42 cm de la columna de agua y superficie de 1.3 m<sup>2</sup>), con flujo de agua continuo y con recambio del 200 % diario con agua de mar del medio, previamente filtrada (filtro de arena de 20µm y de cartucho 5µm). Las hembras se colocaron a una densidad de siete individuos por tanque. Todas las hembras utilizadas se encontraban en estadio I de maduración.

## II-Efecto de la luz sobre la maduración y desove de *P. setiferus*.

Los organismos se sometieron a tres calidades de luz: azul, verde y blanca y a una intensidad de  $100 \pm 10 \text{ lux / cm}^2$ . La luz blanca se consideró como grupo control. Las hembras se mantuvieron en un fotoperíodo de 14 horas luz y 10 horas oscuridad.

El peso húmedo inicial promedio se obtuvo pesando a los organismos con una balanza digital (Ohaus  $\pm 0.01\text{g}$ ), a partir del peso de los organismos se calculó la ración del alimento a ser suministrado. Los camarones se alimentaron cuatro veces al día con alimento fresco-congelado, consistente de calamar (*Loligo sp*), ostión (*Crassostrea virginica*) y oligoquetos (*Pontodrilus bermudensis*), en proporciones iguales y a razón del 10 % de su peso corporal. El alimento se suministró a las 8, 12, 16 y 20 horas. Dos horas posteriores a la alimentación se retiró el alimento remanente; se colectaron las heces producidas y las exuvias de los organismos. Diariamente, se registraron tres veces al día los parámetros fisicoquímicos del agua de mar, para lo cual se utilizó un refractómetro (American Optical Corp) para registrar la salinidad, un potenciómetro para el pH, un oxímetro (YSI Mod 50B  $\pm 0.01 \text{ mg/l}$ ) para registrar la concentración de oxígeno disuelto y un termómetro de mercurio (intervalo de  $-10$  a  $120^\circ \text{C}$ ) para la temperatura. Los parámetros fisicoquímicos se mantuvieron en los mismos niveles de la fase de aclimatación.

Todas las noches y durante los 30 días que duró el experimento, se realizaron observaciones del desarrollo gonádico de las hembras, con el propósito de determinar los estadios de maduración en que se encontraban. Para hacer esto se utilizó una lámpara submarina con la cual se observó por transluz la maduración gonádica de cada una de las hembras (Primavera, 1978; Ramos y Gonzalez, 1983; Saldaña, 1992).

Los estadios de maduración de las hembras de *P. setiferus* fueron reconocidos por las características siguientes (Saldaña, 1992). El estadio I o inmaduro, en donde la gónada es delgada, translúcida, sin pigmentación y nada visible a través del exoesqueleto. El estadio II o de maduración temprana, en donde los lóbulos anteriores y medios tienen una tonalidad opaca y sin una coloración clara, son poco visibles a través del exoesqueleto, pero destacan la presencia de cromatóforos color azul rey. El estadio III o de maduración tardía se caracteriza por un desarrollo completo de los lóbulos anterior, medio y

posterior, además de tener una coloración amarillo claro o ligeramente verdoso, lo que permite una fácil visualización a través del exoesqueleto, además en este estadio los cromatóforos se tornan verdosos. El estadio IV o madurez total, se caracteriza porque los lobulos del ovario ya están totalmente desarrollados y son de mayor tamaño con respecto al estadio III, además de ser claramente visibles a través del exoesqueleto debido a que la tonalidad de la gónada es amarillo mostaza, tendiendo a una coloración naranja y los cromatóforos presentes se tornan a color café. El estadio V corresponde a una hembra desovada y los lóbulos del ovario son flácidos, opacos y sin pigmentación.

Cuando las hembras alcanzaron los estadios de maduración III y IV, éstas se sometieron a la fecundación artificial y posteriormente se colocaron a desovar individualmente.

Cabe mencionar que los camarones machos adultos de *P. setiferus*, fueron estimulados eléctricamente, mediante un método similar al descrito por Sandifer *et al.*, (1984). Este método consistió en aplicar un estímulo eléctrico en las ampulas terminales de los machos por uno o dos segundos con una fuente de bajo voltaje (4-5 volt), conectada a dos electrodos que se colocan en la base del quinto par de pereiópodos. Los espermátóforos se removieron con pinzas después de la contracción muscular (Rosas, *et al.*, 1993b) Posteriormente a la extracción del espermátóforo, la masa espermática se separó y se colocó en la región anterior de las coxas del tercer par de pereiópodos de la hembra.

Una vez inseminadas las hembras se colocaron en tanques de desove circulares de fondo cónico, color negro y con una capacidad de aproximadamente 200 litros. En los tanques se colocó una malla la cuál permite que las hembras reposen durante el desove (Ramos *vide in* Alfonso *et al.*, 1993). Antes de colocar a las hembras en los tanques de desove., El agua se pasó tanto por filtros mecánicos (de arena 25 $\mu$ m y de cartucho 5 $\mu$ m) así como por filtro de luz ultravioleta. Los desoves fueron totales o parciales, se considera total cuando las gónadas se ven completamente libres de huevos, mientras que es parcial cuando queda una región de la gónada sin desovar, por lo que la apariencia de la gónada en dicha región se observa oscura (Alfonso *et al.*, 1993).

La evaluación del efecto de la luz en la maduración de las hembras de *P. setiferus* se determinó por el número de desoves / hembra / semana, así como por la frecuencia de exuvias (número de exuvias / hembra / semana) en cada una de las condiciones experimentales.

### III-Efecto de la inclusión de lípidos en las dietas en la maduración de *P. setiferus*.

Una vez concluido el experimento del efecto de la luz, que permitió determinar el tipo de luz más adecuada para la maduración de hembras parcialmente ablacionadas de *P. setiferus* en condiciones de cautiverio, se procedió a evaluar el efecto de la inclusión de lípidos dietéticos totales sobre la maduración gonádica de las hembras. Un segundo lote de hembras ocléctomizadas se sometieron a la luz blanca, a una intensidad de  $100 \pm 10 \text{ lux / cm}^2$  y se mantuvieron con un fotoperíodo de 14 horas luz y 10 horas oscuridad y a una temperatura de 26 °C, salinidad de 34 ‰, pH de 7.7, y concentración de oxígeno disuelto de 5.9 mg/l.

La influencia del porcentaje de inclusión de lípidos dietéticos para la maduración y desove de las hembras adultas, se obtuvo a través de la evaluación de la maduración y del balance energético. Las hembras se sometieron a tres tratamientos que consistieron en dietas peletizadas prácticas isoprotéicas (62 %), en las cuáles se varió el porcentaje de inclusión de lípidos (12.9, 15.7 y 19.8 % ; dietas A, B y C respectivamente) como complemento del alimento fresco. Estas dietas se compararon con un tratamiento control (alimento fresco) el cuál consistió en una mezcla de partes iguales de calamar (*Loligo sp*), ostión (*Crassostrea virginica*) y oligoquetos (*Pontodrilus bermudensis*), con un contenido de lípidos de 13.6 % y 61 % de proteína (Tab.3).

La composición y el análisis químico proximal de las dietas empleadas durante la fase experimental se presentan en las Tablas 2 y 3.

TABLA 2.- Composición de las dietas experimentales para hembras reproductoras de *Penaeus setiferus* parcialmente ablacionadas.

ALIMENTO	DIETA A	DIETA B	DIETA C
Harina de calamar	30	30	30
Harina de camarón	30	30	30
Harina de oligoqueto	10	10	10
Caseína	8.46	8.46	8.46
Aceite de H.B	0	4	8
Aceite de girasol	0.45	0.45	0.45
Almidón de maíz	13.59	9.59	0
Coolesterol	0.5	0.5	0.5
Lecitina	0.5	0.5	0.5
Vitamina C	0.5	0.5	0.5
Mezcla de vitaminas *	2.0	2.0	2.0
Mezcla de minerales *	2.0	2.0	2.0
CMC	2.0	2.0	2.0
Relleno	3.59	4.59	5.59
Proteínas %	50	50	50
Lípidos %	8	12	16
Kcal/g **	3.25	3.37	3.53

\* Premezcla donada por Ralston Purina de México S.A de C.V.

\*\* Valores calculados de acuerdo con Nose (1979) con 4 Kcal/g para proteínas y carbohidratos y 9 Kcal/g para los lípidos.

TABLA 3.-Análisis Químico Proximal de las dietas experimentales para las hembras de *Penaeus setiferus*. Donde CT= es el grupo control del tratamiento

	DIETA CT	DIETA A	DIETA B	DIETA C
Materia seca %	100.00	100.00	100.00	100.00
Humedad %	00.00	00.00	00.00	00.00
Proteína Cruda (N*6.25) %	61.03	62.23	61.40	61.86
Extracto Etereo %	13.59	12.93	15.71	19.79
Cenizas %	13.60	13.20	14.04	12.98
Fibra cruda %	2.57	2.35	2.86	3.50
Ext. Libre de N %	9.21	9.29	5.99	1.87
Tot. Nut. Dig. %	82.87	82.39	84.68	89.91
Energía Digerible Kcal/kg (aprox)	3653.76	3632.5	3733.7	3964.0
Energía. Metabol. Kcal/Kg (aprox)	2995.77	2978.3	3061.3	3250.1
Energía Bruta Kcal/g	5.661	4.90	5.788	5.945

La elaboración de las dietas peletizadas se realizó mediante el procedimiento empleado por Gaxiola (1991), el cuál consistió en lo siguiente:

a-Los ingredientes secos de la dieta se tamizaron a tamaños de partícula menores a 250 micrómetros.

b-Los componentes de la dieta se pesaron en una balanza digital (Ohaus, con precisión de 0.01 gramos)

c-Los ingredientes secos se mezclaron por espacio de 15 minutos hasta homogenizarlos completamente.

d-Se añadieron los aceites correspondientes y se continuó el mezclado por 10 minutos más.

e-Se pregelatinizó el aglutinante añadiendo agua caliente.

f-Se añadió el aglutinante y se continuó con el mezclado hasta conformar una pasta homogénea.

g-La masa obtenida se extruyó con un molino de carne.

h-Los pelets obtenidos fueron secados durante 8 horas en una estufa a 60° hasta peso constante, ya secos fueron almacenados en refrigeración a 10°C por el tiempo de duración de la fase experimental.

Durante los treinta días que duró el experimento, las hembras se alimentaron a razón del 20 % de la biomasa total, de la cuál el 5 % consistió en alimento peletizado y el 15 % en alimento fresco-congelado. El alimento se repartió en cuatro tomas, dos raciones de alimento peletizado y dos de alimento fresco-congelado. El alimento se suministró a las 8, 12, 16 y 20 horas. Diariamente se recogieron las heces producidas por ambos tipos de alimento, así como las exuvias presentes. Tres veces al día se registraron los factores fisicoquímicos del agua de mar empleada (temperatura, salinidad, pH y la concentración de oxígeno disuelto). Todas las noches se realizaron observaciones del desarrollo gonádico de las hembras, con el propósito de determinar los estadios de maduración en que se encontraban.



El criterio utilizado para evaluar en este bioensayo fue el número de desoves / hembra / semana y la frecuencia de exuvias / hembra / semana, así como también la cantidad de energía que se canalizó a la producción total ( $P_T$ ) en los tratamientos antes mencionados.

#### IV-Balance Energético.

Una vez concluido el experimento del efecto de los lípidos dietéticos sobre la maduración y desoves, se procedió a evaluar el metabolismo aerobio a partir de la medición del consumo de oxígeno (R), así como la tasa de excreción nitrogenada (N). El incremento de calor aparente (ICA) se determinó de la diferencia entre el consumo de oxígeno postalimentario y el de ayuno. Para esto se consideró el valor promedio del consumo de oxígeno máximo obtenido durante el periodo de seis horas de mediciones realizadas. Así mismo, la excreción nitrogenada post-alimentaria (ENPA), se obtuvo mediante las mediciones de la excreción de amoniaco de animales en ayuno y alimentados.

La tasa de ingestión del alimento (I) se evaluó diariamente, a partir de la diferencia de las raciones de peso conocido tanto de alimento peletizado como de alimento fresco-congelado, suministrado a los organismos y por el alimento remanente en cada toma. El peso seco en gramos (PS) tanto del alimento suministrado a los camarones como el alimento remanente, se obtuvo secando a 60°C hasta peso constante muestras de peso húmedo en gramos (PH) conocido en una estufa Blue M. Se relacionó la tasa de ingestión con el peso seco libre de cenizas en gramos (PSLC) de los camarones. La ingestión del alimento suministrado se evaluó por lo tanto de manera directa cuantificando la cantidad ingerida por los organismos.

A partir de la evaluación de la Ingestión (I) del alimento suministrado, de la Eficiencia de Asimilación (Ef. As) y del valor calórico del alimento se evaluó la Asimilación (As).

$$As = I * Ef.As * Valor\ calórico\ del\ alimento.$$

El contenido calórico del alimento suministrado (cal /d /g PS) se determinó en una bomba calorimétrica. Se evaluaron para cada condición experimental 7 muestras de 1 gramo cada una.

Para determinar la Eficiencia de Asimilación (Ef.As), se utilizó la ecuación propuesta por Conover (1966), modificada por Condrey *et al.*, 1972.

$$\text{Ef.As.} = (I-H / (1-H) I) * 100$$

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.

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).

$$\text{Ef.As corr} = ( \text{Ef.As}/100 - (\text{Au}/\text{Af}) ) (H - (1-I) / I(1-H) ) * 100$$

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 Producción Total ( $P_T$ ) que involucra la energía potencial canalizada tanto a crecimiento somático como a maduración gonádica, se calculó de manera indirecta por la diferencia de la asimilación del alimento ingerido (As) y la sumatoria de las tasas de respiración (R), excreción nitrogenada (N) e incremento de calor aparente (ICA), expresados en términos de energía/tiempo (cal /d /g PSLC).

$$P_T = \text{As} - (\text{R} + \text{N} + \text{ICA})$$

Tanto la tasa respiratoria (R) como la excreción nitrogenada (N) se evaluaron en un sistema de cámaras respirométricas similar al descrito por Díaz *et al* (1989). Para cada condición experimental, se colocaron siete organismos de manera individual en las cámaras respirométricas de 1000 ml de capacidad, permaneciendo tres horas en el dispositivo antes de realizar las mediciones, con el fin de aminorar los efectos de estrés por manipulación.

La tasa respiratoria se evaluó a partir de la medición del consumo de oxígeno ( $VO_2$ ) que se determinó por la diferencia entre la concentración de oxígeno a la entrada ( $(O_2)_e$ ) y salida ( $(O_2)_s$ ) de cada cámara, multiplicada por el flujo (F) del agua de mar.

$$VO_2 = ( (O_2)_e - (O_2)_s ) * F$$

La concentración de oxígeno disuelto se determinó con un oxímetro digital (YSI 50B  $\pm$  0.01 mg/L) conectado a un sensor polarográfico. Los resultados obtenidos fueron corregidos por el consumo de oxígeno de la cámara control (sin organismo). Cabe mencionar que estas mediciones se realizaron en las hembras con 24 horas de ayuno, así como alimentadas. Inmediatamente después de evaluar la respuesta en hembras en ayuno, una fracción de alimento fresco-congelado se agregó a las cámaras respirométricas, incluida la cámara control. Las mediciones del consumo de oxígeno se realizaron a la 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> y 6<sup>a</sup> hora de haber alimentado a los organismos.

Los resultados del consumo de oxígeno se expresaron individualmente en  $mgO_2 \cdot h / g$  /PSLC y se transformaron en valores calóricos utilizando el coeficiente oxalórico 3.32 cal/mg  $O_2$  consumido (Elliot y Davison, 1975), para expresar los datos en cal /d /g PSLC.

Simultáneamente a las mediciones del consumo de oxígeno, se realizaron las mediciones de la excreción de los productos nitrogenados, tanto en organismos en ayuno como alimentados. La tasa de excreción nitrogenada se evaluó por la diferencia entre la concentración de amoníaco a la entrada ( $(N-NH_3)_e$ ) y salida ( $(N-NH_3)_s$ ) de cada cámara, multiplicada por el flujo continuo (F) del agua de mar.

$$N-NH_3 = ( (N-NH_3)_e - (N-NH_3)_s ) * F$$

La concentración de amoníaco en las cámaras se determinó con un multianalizador selectivo de iones (Orion 720A) utilizando un electrodo específico de amoníaco (membrana). Los resultados obtenidos fueron corregidos por la cámara control, sin organismo. Previo a las mediciones de la excreción nitrogenada se realizó una curva de calibración con concentraciones conocidas de amoníaco para posteriormente obtener las concentraciones del nitrógeno amoniacal de las muestras experimentales.

Los resultados de la excreción de amoniaco se expresaron individualmente en mg N-NH<sub>3</sub> /h /g PSLC y se transformaron en valores calóricos utilizando el factor de conversión 5.94 cal/mg N-NH<sub>3</sub> excretado (Elliot y Davison, 1975), para expresar los datos en cal / d / g PSLC. Cabe mencionar que el agua de mar utilizada se filtró de manera similar a la descrita para el mantenimiento y aclimatación de los camarones.

Al finalizar las mediciones del consumo de oxígeno y de la excreción nitrogenada, los camarones se pesaron individualmente (peso húmedo), inmediatamente después se sacrificaron y posteriormente se deshidrataron a 60° C hasta peso constante en una estufa (Blue M), para obtener el peso seco (PS). Posteriormente se incineraron en una mufla (Sybron Thermolyne) a 500°C durante cinco horas con el fin de obtener las cenizas y por consiguiente el peso seco libre de cenizas (PSLC). Este mismo procedimiento de deshidratación se realizó con las gónadas extraídas y con las heces producidas por las hembras. Posteriormente se obtuvo el valor calórico de las gónadas y del alimento con una bomba calorimétrica (Parr).

El incremento de calor aparente (ICA) se determinó de la diferencia entre el consumo de oxígeno postalimentario y el de ayuno. Para esto se consideró el consumo de oxígeno máximo obtenido durante el período de seis horas de mediciones realizadas. Los resultados se expresaron en unidades de energía /tiempo, utilizando el coeficiente oxicalórico empleado para el consumo de oxígeno.

La excreción nitrogenada postalimentaria (ENPA) se obtuvo mediante las mediciones de la excreción nitrogenada (N) de animales en ayuno y alimentados. Se utilizó el factor de conversión de 5.94 cal/mg de NH<sub>3</sub> excretado (Elliot y Davison, 1975), para expresar los datos en unidades de energía.

La razón atómica O:N se calculó del número de átomos de oxígeno consumido y del número de átomos de nitrógeno excretado (Mayzaud y Conover, 1988). El O:N fue calculada tanto para animales en ayuno (24 horas) así como alimentados. Para el caso de los organismos alimentados se consideraron los máximos valores obtenidos del consumo de oxígeno y la excreción nitrogenada durante el período experimental.

Las eficiencias energéticas se calcularon como el porcentaje (100%) de la energía asimilada que se canalizó al metabolismo aeróbeo R/AS, a la excreción de productos nitrogenados N/As, al incremento de calor aparente ICA/As y a la producción total P<sub>T</sub>/As.

#### VI-Análisis de los resultados.

Para evaluar tanto el efecto del contenido de lípidos en la dieta sobre la maduración gonádica de las hembras de *P. setiferus*, se comparó el número de desoves/ hembra /semana, la frecuencia de exuvias /hembra/ semana, así como las tasas fisiológicas por tratamiento. Con este fin y en cada caso, se utilizó la prueba estadística de Análisis de Varianza no paramétrico por rangos de Kruskal-Wallis. Para establecer la significancia de las diferencias observadas, se empleó la prueba no-paramétrica de Newman-Keuls (Zar,1984).

## RESULTADOS

### 1.-Efecto de la luz.

Los factores fisicoquímicos del agua de mar empleada durante la fase experimental de las hembras adultas de *P. setiferus*, se mantuvieron estables, sin presentar diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en los diferentes tratamientos de luz. En el laboratorio las hembras se mantuvieron a una temperatura promedio de  $28^{\circ}\text{C}$ , a una salinidad de  $34\text{‰}$ , a un pH de 7.9 y a una concentración de oxígeno disuelto de  $6.6\text{ mgO}_2/\text{L}$  (Tab. 4).

TABLA 4.-Factores Físicoquímicos del agua de mar utilizada para hembras reproductoras de *Penaeus setiferus* parcialmente ablacionadas y mantenidas con diferentes tipos de luz.

FACTORES		AZUL	VERDE	BLANCA
TEMPERATURA °C	mínima	26.1	26.4	26.5
	máxima	31	31.7	31.8
	promedio	28.6	28.5	28.6
SALINIDAD ‰	mínima	26	26	26
	máxima	36	36	37
	promedio	34.1	34	34.1
pH	mínima	6	7.3	7
	máxima	8.8	8.9	8.95
	promedio	7.8	8.0	7.9
OXIGENO mg/l	mínima	4.7	4.2	4.5
	máxima	7.6	7.8	7.8
	promedio	6.7	6.6	6.6

#### a) Efecto de la luz sobre la maduración y desoves de *P. setiferus*.

Las hembras ablacionadas que se sometieron a los diferentes tratamientos de luz, comenzaron a madurar a partir de la segunda semana de iniciado el tratamiento. En la primera semana se observó que las hembras mudaron en todos los tratamientos.

El número de desoves /hembra /semana obtenidos para el tratamiento de luz azul fué de  $0.33 \pm 0.11$ ; en el tratamiento con luz verde de  $0.33 \pm 0.05$  y en el tratamiento con luz blanca de  $0.36 \pm 0.14$ . En la luz blanca se obtuvo el mayor número de desoves (Tab. 5).

TABLA 5.- Efecto de la luz sobre el número de (desoves/hembra/semana) y de (exuvias/hembra/semana) de hembras adultas de *Penaeus setiferus* parcialmente aclacionadas. Valores de  $X \pm E.S.$  N= número de hembras analizadas.

TIPO DE LUZ	DES/HEM/SEM	EXUV/HEM/SEM	N
AZUL	$0.33 \pm 0.11$	$0.54 \pm 0.08$	6
VERDE	$0.33 \pm 0.05$	$0.71 \pm 0.26$	6
BLANCO	$0.36 \pm 0.14$	$0.67 \pm 0.13$	6

En los resultados del efecto de la luz sobre la maduración de *P. setiferus*, se observó una clara tendencia a obtener en un menor tiempo un mayor número de desoves/ hembra/ semana en el tratamiento con luz blanca (Fig. 2). Sin embargo, estadísticamente no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre la respuesta en las diferentes calidades de luz. Cuando el análisis se realizó para cada tratamiento con respecto al tiempo, este mostró diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) en la 1ª semana.

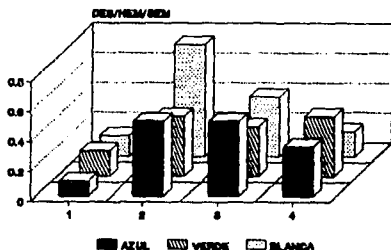


Figura 2.-Efecto de la luz sobre el número de (desoves/hembra/semana) de las hembras aclacionadas de *Penaeus setiferus*.

## b) Efecto de la luz en la frecuencia de exuvia.

El promedio de (exuvias/ hembra/ semana) en los diferentes tratamientos presentaron los menores valores ( $0.54 \pm 0.08$ ) en la luz azul, mientras que en la luz verde fueron observados los mayores valores ( $0.71 \pm 0.26$ ). Valores intermedios fueron registrados en los animales mantenidos en la luz blanca ( $0.67 \pm 0.13$ ) (Tab. 5).

El efecto de la luz sobre la frecuencia de exuvias/ hembra/ semana de *P. setiferus*, no fué significativo ( $P > 0.05$ ); así mismo no se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) en el tiempo de exposición a los tratamientos. Sin embargo se aprecia la clara tendencia de los organismos a mudar con mayor frecuencia en la luz verde y blanca, en la segunda y tercera semana principalmente (Fig. 3)

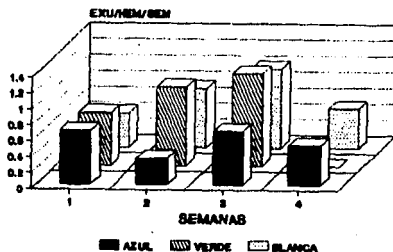


Figura 3-Efecto de la luz sobre la frecuencia de exuvias/ hembra/semana) de las hembras adultas de *Portunus setiferus* subespecie.

## II.-Efecto de la inclusión de lípidos totales en la dieta.

En esta fase experimental otro lote de hembras de *P. setiferus* se expusieron a la luz blanca, debido a que en ésta condición, en el experimento previo se registró el mayor número de desoves/ hembra/ semana. Durante la fase experimental, los factores fisicoquímicos del agua de mar empleada se mantuvieron estables sin registrarse variaciones significativas ( $P > 0.05$ ) en los diferentes tratamientos a los que se sometieron los organismos (Tab. 6).



TABLA 6.-Factores fisicoquímicos del agua de mar utilizada para el mantenimiento de las hembras reproductoras de *P. setiferus*, oocelotomizadas y mantenidas con diferentes dietas.

FACTORES		DIETA CT	DIETA A	DIETA B	DIETA C
TEMPERATURA °C	mínima	24.5	25.1	24.4	25.5
	máxima	27.6	27.6	27.4	28.2
	promedio	26.1	26.3	26.0	26.9
SALINIDAD ‰	mínima	32	32	32	32
	máxima	35	35	35	35
	promedio	34	34	34	34
pH	mínima	7.4	7.1	7.5	7.4
	máxima	8.0	7.9	8.0	8.0
	promedio	7.7	7.7	7.8	7.7
OXIGENO mg/l	mínima	5.5	5.0	4.6	5.1
	máxima	6.8	6.3	6.9	7.1
	promedio	6.1	5.8	5.9	5.8

a) Efecto de los lípidos dietéticos totales sobre la maduración y desoves de *P. setiferus*.

Las hembras que se sometieron a las diferentes dietas, comenzaron a madurar a partir de la segunda semana de iniciado el experimento. En la primera semana la mayoría de las hembras mudaron en todos los tratamientos. Las hembras iniciaron el desarrollo gonádico a partir del 9<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup> y 9<sup>o</sup> día para los tratamientos CT (control), A, B y C respectivamente. Los desoves iniciaron a partir del 12<sup>o</sup>, 11<sup>o</sup>, 12<sup>o</sup> y 12<sup>o</sup> día para los tratamientos CT, A, B y C respectivamente. Se observó una tendencia a madurar y desovar en menor plazo y con mayor frecuencia en la dieta A (12.9 % lípidos).

El mayor número de desoves /hembra /semana se obtuvo en las dietas con el menor porcentaje de inclusión de lípidos (A=  $0.48 \pm 0.18$ ) y en el tratamiento control (CT=  $0.54 \pm 0.19$ ), comparado con las dietas B ( $0.33 \pm 0.11$ ) y C ( $0.32 \pm 0.15$ ) (Tab. 7). Sin embargo, al aplicar el análisis estadístico, no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre los tratamientos.

TABLA 7.-Efecto del porcentaje de lípidos dietéticos sobre el número de (desoves/hembra/semana) y (exuvias/hembra/semana) del camarón blanco *Penaeus setiferus*, oclotectomizados. N= número de organismos

DIETA	LÍPIDOS %	DES/HEM/SEM	EXUV/HEM/SEM	N
CT	13.6	0.54 ± 0.19	0.52 ± 0.18	7
A	12.9	0.48 ± 0.18	0.62 ± 0.11	7
B	15.7	0.33 ± 0.11	0.53 ± 0.12	7
C	19.8	0.32 ± 0.15	0.55 ± 0.16	7

Sin embargo, se observó en el tiempo un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en la maduración de las hembras de *P. setiferus* en la 1ª semana de cada tratamiento experimental (Fig. 4). Así, el porcentaje de inclusión de lípidos en la dieta, provocó diferentes tasas de maduración gonádica en las hembras reproductoras de *P. setiferus*.

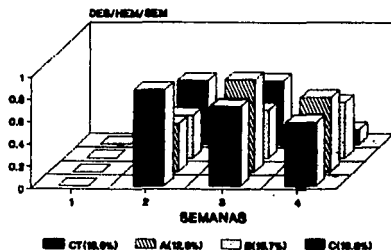


Figura 4.- Efecto del porcentaje de inclusión de lípidos dietéticos sobre las (desoves/hembra/semana) de las hembras adultas de *Penaeus setiferus*, oclotectomizadas.

b) Efecto de los lípidos dietéticos totales sobre la frecuencia de exuvias de *P. setiferus*.

El efecto de los lípidos dietéticos en la frecuencia de exuvias, no tuvo efecto significativo en las cuatro dietas experimentales ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, al aplicar el análisis estadístico en el tiempo, se observó un efecto significativo ( $P < 0.05$ ) en la cuarta semana de cada condición experimental.

La mayor frecuencia de exuvias se registró en la dieta A ( $0.62 \pm 0.11$ ) comparado con las dietas CT ( $0.52 \pm 0.18$ ), B ( $0.53 \pm 0.12$ ) y C ( $0.55 \pm 0.16$ ) (Tab. 7). Sin embargo, se observó la tendencia a obtener una menor frecuencia de exuvias, en la cuarta semana del experimento en todos los tratamientos (Fig. 5).

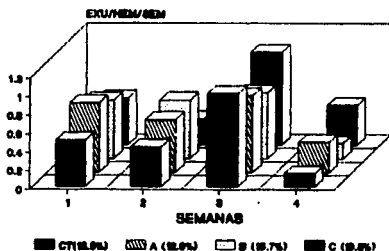


Figura 5-Efecto del porcentaje de inclusión de lípidos distribuidos sobre la frecuencia de (exuvias/hembra/semana) de las hembras adultas de *Ponera opaciceps* aculeatorum.

### III-Balance Energético

#### a) Ingestión del Alimento (I).

La ingestión diaria del alimento suministrado a las hembras mantenidas con las diferentes dietas experimentales, osciló entre 12.41 a 13.87 g PS /d lo que corresponde de 896.25 a 948.37 cal /d /g PSLC. La cantidad de alimento ingerido fué mayor en las dietas A (940.82 cal/d/g PSLC) y B (948.37 cal/d/g PSLC), que el obtenido para las dietas C (899.83 cal/d/g PSLC) y CT (896.25 cal/d/g PSLC) (Tab.8, Fig.6). Sin embargo, el porcentaje de inclusión de lípidos en las dietas no modificó significativamente la tasa de ingestión del alimento ( $P > 0.05$ ).

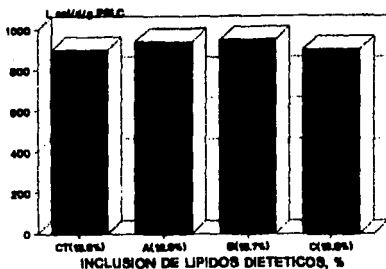


Figura 6-Tasa de ingestión del alimento suministrado a las hembras adultas de *Panusa scyllaria*, controladas.

b) Asimilación (As) y Eficiencia de asimilación corregida (Ef. As).

El nivel de inclusión de lípidos en las dietas no tuvo efecto significativo en la asimilación de las dietas suministradas a las hembras reproductoras ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, los valores fluctuaron de 742.99 a 809.57 cal/d/g PSLC, entre tratamientos. Los mayores valores de asimilación del alimento ingerido, se obtuvieron en las dietas A y B (809.57 y 797.96 cal/d/g PSLC respectivamente) y los menores valores en las dietas C y CT (742.99 y 777.68 cal/d/g PSLC respectivamente). Las mayores eficiencias de asimilación se obtuvieron en las dietas control (86.77 %) y en la dieta A (86.05 %) y las menores eficiencias de asimilación en las dietas B y C (84.14 y 82.57 %) respectivamente (Tab.9, Fig.7).

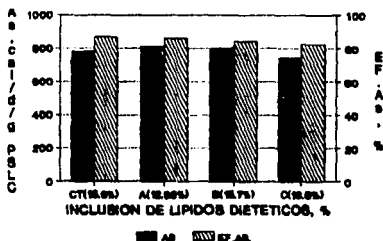


Figura 7-Asimilación (As) y eficiencia de asimilación corregida (Ef. As) del alimento suministrado a las hembras adultas y controladas de *Panusa scyllaria*.

### c) Consumo de oxígeno (R).

La tasa respiratoria de las hembras de *P. setiferus*, no se modificó por las variaciones de los porcentajes de lípidos dietéticos en los diferentes tratamientos ( $P > 0.05$ ). Los valores del consumo de oxígeno en las hembras en condiciones de ayuno y en las diferentes tratamientos experimentales, oscilaron entre 1.651 a 1.766 mg O<sub>2</sub>/h/g PSLC correspondiendo a 131.55 y 140.68 cal/d/g PSLC (Tab.10, Fig. 8). La cantidad de energía canalizada en esta respuesta varió del 14.05 al 15.63 % de la energía total ingerida por las hembras alimentadas con las diferentes dietas.

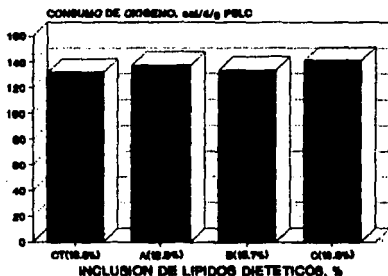


Figura 8-Consumo de oxígeno de las hembras reproductoras de *Paraneohelicon setiferus*, postcambando colectivamente y alimentadas con diferentes porcentajes de inclusión de lípidos.

### d) Incremento de Calor Aparente (ICA).

Los valores del ICA oscilaron entre  $8.35 \pm 3.09$  a  $24.19 \pm 5.91$  cal/d/g PSLC, con el mayor valor en la dieta B (15.7 % de lípidos; 24.19 cal/d/g PSLC) y el menor valor en el grupo control (8.35 cal/d/g PSLC) (Tab.11, Fig. 9). Estadísticamente no se obtuvieron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, se apreció la tendencia a la obtención de un menor valor de ICA en la dieta control (13.6 % lípidos), en comparación con los demás tratamientos.

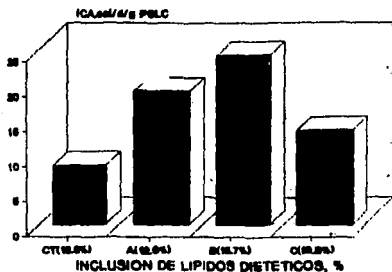


Figura 9-Incremento de calor aparente (GCV) de los camarones alimentados con Dietetas A(9.0%), B(15.7%) y C(19.0%) con diferentes niveles de lípidos dietéticos.

#### e) Excreción Nitrogenada (N).

La excreción nitrogenada mostró sus mayores valores en los camarones alimentados con la dieta B que contenía 15.7 % de lípidos (359.88 cal/d/g PSLC). Este valor resultó ser mayor en un 9.66 %, 67.06 % y 23.56 % que las dietas C, A y CT respectivamente (Tab.12, Fig.10); si bien las diferencias no fueron significativas estadísticamente ( $P > 0.05$ ), se observó claramente la tendencia a obtener los menores gastos de energía canalizada a este proceso en las dietas con los menores porcentajes de lípidos (CT =  $84.79 \pm 33.1$ ; A =  $118.54 \pm 33.31$ ) mientras que los mayores valores se obtuvieron en las dietas que contenían los mayores porcentajes de lípidos dietéticos (B =  $359.88 \pm 98.47$  y C =  $325.1 \pm 47.23$  cal/d/g PSLC).

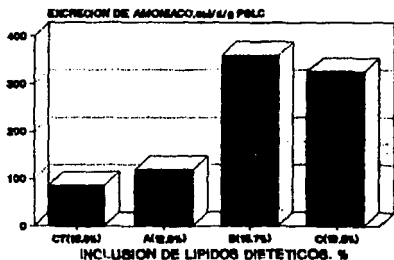


Figura 10-Excreción de amoníaco (NH<sub>3</sub>) de los camarones alimentados con Dietetas A(9.0%), B(15.7%) y C(19.0%) con diferentes niveles de lípidos dietéticos.

#### f) Excreción Nitrogenada Post-alimentaria (ENPA)

La tasa de excreción nitrogenada post-alimentaria, se modificó por el porcentaje de inclusión de lípidos en los diferentes tratamientos, obteniéndose diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). Los mayores valores se obtuvieron con las dietas A y B ( $110.37 \pm 20.24$  y  $96.12 \pm 29.27$  cal/d/g PSLC respectivamente) y los menores valores en las dietas CT y C ( $26.751 \pm 7.24$  y  $46.97 \pm 16.31$  cal/d/g PSLC respectivamente). El mayor valor se obtuvo con las hembras alimentadas con la dieta de menor nivel de lípidos (A= 12.9 % ;  $110.37$  cal/d/g PSLC). Este valor resultó ser 12.9%, 57.44% y 75.83% mayor que las dietas B, C y CT respectivamente (Tab.13, Fig.11).

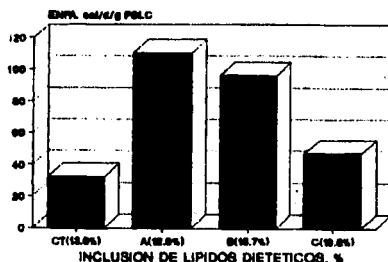


Figura 11- Excreción nitrogenada post-alimentaria (ENPA) de las hembras adultas de *Epinephelus marginatus*, con diferentes niveles de lípidos dietéticos.

#### g) Producción Total ( $P_T$ )

Los valores de la producción total (producción gonádica y crecimiento) variaron entre 263.83 a 552.99 cal/d/g PSLC. La mayor cantidad de energía que se canalizó a la producción total se obtuvo en las hembras alimentadas con la dieta del tratamiento control (13.6 % lípidos totales) CT= 552.99 cal/d/g PSLC y con la dieta A ( 12.9 % de lípidos totales) A =534.84 cal/d/g PSLC, con las cuáles se obtuvieron los mayores valores en los desoves/hembra/semana ( $0.54 \hat{=} 0.19$  y  $0.48 \hat{=} 0.18$ ) respectivamente y los menores valores de producción total se obtuvieron en las dietas B y C (15.7 y 19.8 % de lípidos) 280.70 y 263.83 cal/d/g PSLC respectivamente, que es

donde se obtuvieron los menores valores desoves /hembra/semana (0.33  $\uparrow$  0.11 y 0.32  $\uparrow$  0.15 ) respectivamente (Fig. 12).

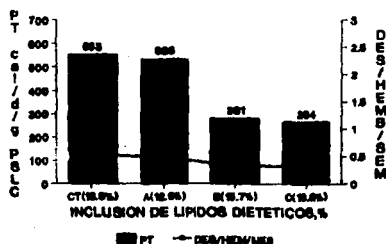


Figura 12-Efecto del nivel de lipidos dieteticos sobre la producción total de las hembras de *Tilapia nilotica*. Se señala en cada tratamiento valores de óvulos/hembra/semana.

#### h) Sustrato Metabólico (Razón atómica O:N)

Con relación a la razón atómica O:N, los resultados oscilaron entre 0.85 a 2.98 para organismos en ayuno y de 1.3 a 2.31 para animales alimentados, no encontrándose diferencias significativas en ninguno de los casos ( $P > 0.05$ ); si bien se observó una disminución en los valores de la razón atómica para las hembras en ayuno, a medida que se incrementa la inclusión de lipidos en la dieta, no se obtuvo estadísticamente diferencias significativas (Tab.14, Fig.13).

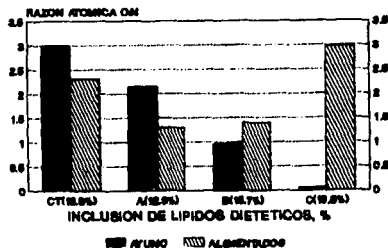


Figura 13-Razón atómica O:N tanto en ayuno como alimentados de las hembras adultas de *Tilapia nilotica*, con diferentes y mantenidas con diferente inclusión de lipidos dieteticos.



Los resultados obtenidos, indican que el sustrato metabólico en hembras adultas de *P. setiferus*, no se modificó en función de la alimentación ni con el nivel de inclusión de lípidos dietéticos. Así, se obtuvo que tanto los animales en ayuno como los alimentados, utilizaron a las proteínas como sustrato metabólico.

#### i) Eficiencias Energéticas

Las eficiencias energéticas permiten determinar la proporción de la energía ingerida o asimilada que es canalizada a cada uno de los procesos fisiológicos evaluados.

En todos los tratamientos, la energía canalizada al metabolismo aerobio (R), osciló entre 16.69 a 18.93 % de la energía ingerida. El incremento de calor aparente (ICA) varió entre 1.07 a 3.03 % de la energía ingerida, la energía canalizada al metabolismo nitrogenado (N) osciló entre 10.90 y 45.10 % de la energía asimilada. La Producción Total (P<sub>T</sub>) varió entre 34.77 y 71.11 % de la energía asimilada (Tab.15).

En la figura 14 se puede visualizar que de la energía asimilada, la mayor proporción de ésta se canalizó en todos los tratamientos a la producción total y la excreción de productos nitrogenados, mientras que la menor cantidad de energía se invirtió en la respiración y en el incremento de calor aparente.

En los tratamientos CT y A, esto es en las dietas con menor inclusión de lípidos dietéticos, se obtuvieron las mayores eficiencias hacia la producción total (reproducción y crecimiento) de las hembras oclectomizadas de camarón blanco *P. setiferus*.

En este sentido, los resultados obtenidos permiten señalar que el requerimiento de lípidos entre 12.9 y 13.6 % es adecuado para la maduración de hembras adultas oclectomizadas de *P. setiferus*, en condiciones de cautiverio.

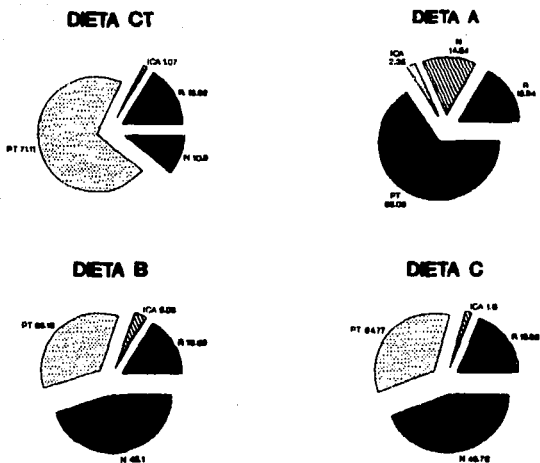


Figura 14-Eficiencias energéticas de las hembras de *Penaeus setiferus*. Respiración (R/Ae), Excreción nitrogenada (N/Ae), incremento calor aparente (ICA/Ae), Producción total (Pt/Ae)

## DISCUSION

En el presente trabajo, los factores fisicoquímicos se mantuvieron dentro de los intervalos adecuados para la maduración y desove de las hembras sexualmente maduras de *P. setiferus*. Así, la temperatura osciló entre 26 y 28.6 °C, la salinidad se mantuvo en 34 ‰, el pH varió de 7.7 a 8.0 y la concentración de oxígeno disuelto de 5.8 a 6.7 mg O<sub>2</sub>/l.

Se ha reportado que las temperaturas que se consideran óptimas para la reproducción de peneidos están entre 27 y 29 °C (Bray y Lawrence. 1992). Al respecto Laubier-Bonichon (1978), señaló que intervalos de temperatura de 24 a 26 °C estimularon el desove de *P. japonicus*. Con respecto a la salinidad, el intervalo que se ha utilizado para investigaciones en laboratorio de peneidos oscila entre 28 a 36 ‰. En este sentido Bray *et al.* (1988) señalaron para *P. monodon* y *P. vannamei* salinidades de 35 ‰ y 32 ‰ como adecuadas para el desarrollo ovárico y los desoves, respectivamente. El pH que se ha utilizado para la reproducción de peneidos es de 8.0 a 8.2 y la concentración de oxígeno disuelto de 5 ppm.

Entre los aspectos más importantes de la camaricultura se encuentra la reproducción controlada, para lo cual se ha utilizado a la ablación de los pedúnculos oculares para acelerar la maduración gonádica de las hembras. Al respecto, Saldaña (1992) obtuvo para *P. setiferus* los mejores resultados con ablación parcial unilateral. Esta técnica ha probado ser adecuada con la especie ya que no se observan mortalidades masivas ni daños aparentes después de ser aplicada.

La calidad de luz utilizada en el presente trabajo, partió de la consideración de que dentro del espectro de luz visible, las longitudes de onda que corresponden al color azul y verde, que son las que componen mayoritariamente el espectro de luz a las profundidades entre los 15 y 20 metros, donde se reproduce *P. setiferus* (Wurts y Stickney, 1984). De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se observó que el color de la luz no afectó significativamente ( $P > 0.05$ ) el total de desoves. Sin embargo, se observó que las hembras tienden a desovar más y con mayor frecuencia en la luz blanca ( $0.36 \pm 0.14$  desoves/hembra/semana) en comparación con los

desoves obtenidos en la luz azul ( $0.33 \pm 0.11$ ) y en la luz verde ( $0.33 \pm 0.05$ ). Al respecto Emmerson *et al.* (1983) han reportado que el comportamiento reproductivo de las hembras de *P. indicus*, cambia en relación a la exposición a la luz azul, verde y blanca y a una intensidad de 45 y 50 microWatts/cm<sup>2</sup>, durante un período de cinco meses. En ese estudio se observó que los camarones expuestos a luz blanca, desovaron más en los primeros tres meses, mientras que los animales expuestos a la luz verde fueron más productivos en el quinto mes; en la luz azul las hembras de *P. indicus* presentaron una buena actividad reproductiva en el primer mes, el cuál declinó durante los tres meses posteriores y aumentó en el quinto mes. Los autores llegaron a la conclusión de que es más adecuado trabajar con luz blanca o natural, dado que con esta luz obtuvieron una mayor cantidad de desoves en los primeros tres meses.

Los valores de irradiación del espectro de luz han sido calculados en el océano en relación con la distribución de algunos peneidos. De estos cálculos se ha desprendido que poca luz puede ser disponible del espectro corto (verde y azul) debido a la rápida atenuación de las longitudes de onda en el agua marina. Por esta razón la mayoría de los trabajos publicados para especies de peneidos de importancia comercial, han recomendado la luz blanca "cool white fluorescent lamp" o luz natural como las más adecuadas para promover la maduración y desove (Emmerson *et al.*, 1983 ; Bray y Lawrence, 1992). En algunas especies como *P. stilirostris* se ha utilizado también a la luz azul con buenos resultados (*vide in* Bray y Lawrence, 1992).

A este respecto, Saldaña (1992) reportó para hembras adultas ablacionadas de *P. setiferus*, que la luz verde promueve la maduración con baja frecuencia de mudas y alta sobrevivencia comparado con la luz blanca y azul. A pesar de que se trata de la misma especie, es factible que la diferencia en la preferencia por la luz blanca de las hembras empleadas en la presente investigación esté relacionada con la metodología empleada, con el tipo de alimento suministrado y por el grado de diferenciación genética de la especie de dos poblaciones diferentes (Arena, 1995). Las hembras de *P. setiferus* señaladas por Saldaña (1992) son originarias de la Laguna de Tamiahua, mientras que empleadas en el presente trabajo provienen de la Laguna de Términos. Por otro lado, Pudadera y Primavera (1981) al evaluar el efecto del color de la luz en la maduración con hembras ooclectomizadas de *P. monodon*, encontraron que éstas maduraron y desovaron sin importar la zona del espectro utilizada,

lo cuál refuerza las recomendaciones hechas de mantener a las hembras iluminadas con luz blanca.

Los resultados obtenidos en éste y otros estudios evidencian el hecho de que la maduración ovárica de las hembras del género *Penaeus* es independiente de la longitud de onda. Esta independencia puede estar asociada con la incapacidad de los camarones de distinguir los diferentes colores dentro del agua. La ausencia de estructuras celulares capaces de distinguir colores (un tipo de receptor específico), sería la razón principal de esta incapacidad (Shaw and Stowe.1982). En este sentido, es posible que la incidencia de la intensidad de la luz sea la responsable de promover la maduración y los desoves, en las hembras del género *Penaeus*. De los resultados obtenidos en el presente trabajo, se observó que intensidades de luz de entre 80 y 120 lux/cm<sup>2</sup>, es un rango adecuado para acelerar el desarrollo ovárico de las hembras de *P.setiferus*. Al respecto AQUACOP (1977) señalaron que la intensidad de luz asociada a la luz natural es menos estresante durante la reproducción en algunas especies de camarones, especialmente en especies de télico abierto, como es el caso de *P.setiferus*.

Es difícil establecer un intervalo de intensidad de luz óptima para promover la maduración de camarones, ya que se ha establecido una escala variable de intensidades de luz. Al respecto Browdy and Samocha (1985) obtuvieron buenos resultados para hembras de *P. semisulcatus* de 0.1 a 0.3 microEinsteins/m<sup>2</sup>/seg y Emerson et al.,1983 utilizó de 45 a 50 microWatts/cm<sup>2</sup> para hembras no ablacionadas de *P. indicus*. Sin embargo, se ha dado la tendencia a disminuir los niveles de luz, de acuerdo a los calculos realizados por Wurts y Stickney (1984), quienes estimaron la intensidad de luz de menos de 12 microWatts/cm<sup>2</sup>/seg. para desoves de hembras de *P. setiferus*, en hábitats naturales. Sin embargo, se ha enfatizado que las hembras oclerectomizadas responden a amplios intervalos de intensidad de luz. En este sentido, se ha observado que niveles de luz de 40 watts con lámparas de luz blanca para *P. vannamei* da buenos resultados para acelerar la maduración y el desove.

En un estudio reciente, realizado en condiciones experimentales similares a la presente investigación, León et al.(1992) señalaron que las hembras de *P. duorarum* al igual que las hembras de *P. setiferus*, presentan el mayor número de desoves/hembra/semana cuando son mantenidas en luz blanca. En este

caso *P. setiferus* resultó ser 78.8, 57.6 y 30.6 % más productivo (desoves/hembra/semana) que *P. duorarum*, expuestos a la luz azul, verde y blanca, respectivamente ( $P < 0.05$ ). Así, es posible considerar al camarón blanco *P. setiferus* como una especie que responde de manera más eficiente a madurar y a desovar que *P. duorarum* en condiciones de cautiverio.

Con relación al proceso de muda o ecdisis, se observó que las hembras de *P. setiferus* mudaron con mayor frecuencia en la luz verde ( $0.71 \pm 0.26$ ) mudas/hembra/semana en comparación con el número de mudas obtenidas en la luz azul ( $0.54 \pm 0.08$ ) y en la luz blanca ( $0.67 \pm 0.13$ ) ( $P > 0.05$ ). De los resultados obtenidos, se observó que la ecdisis y la reproducción, son eventos antagónicos. Esto es, cuando las hembras de *P. setiferus* mudan, la maduración se detiene y vice versa (Adiyodi y Adiyodi, 1970). La interdependencia entre los procesos de muda y desoves durante la maduración en cautiverio ha sido observada en *P. schmitti* (Ramos *et al.*, 1987 *vide in* Pérez y Ramos, 1992). Este antagonismo, común en los crustáceos, es el resultado de la liberación alternada de las hormonas promotora e inhibidora de la vitelogénesis y de las hormonas inhibidoras y promotoras de la muda (Adiyodi y Adiyodi, 1970). En el ciclo alternado de producción, las hormonas promotoras son remplazadas por las inhibidoras, haciendo que el proceso antagónico sea aumentado o disminuido. Así, cuando las condiciones ambientales son propicias las hembras de camarón canalizan la mayor cantidad de energía hacia la reproducción, inhibiendo otros procesos que, como la muda restarían energía para la formación de las gónadas. Después del avance y una vez que los tejidos reproductivos han sido re-organizados, la muda funciona como un mecanismo de renovación que permite al organismo adquirir más biomasa para la siguiente época reproductiva. En el caso de las hembras de camarón en cautiverio este proceso debe ser inhibido al máximo, de tal manera que los organismos sean lo más productivo posible.

La nutrición es sumamente importante para la reproducción de los peneidos, ya que los sucesos de reproducción están estrechamente relacionados con la ingestión de nutrientes. Así, la alimentación es el factor determinante durante el proceso de maduración, ya que tiene como función proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo del ovario (Tacon, 1990).

En lo que se refiere al impacto del alimento sobre la maduración de las hembras de la especie *Penaeus*, se ha reportado que las dietas utilizadas en condiciones controladas, consisten de uno o más organismos frescos o congelados, entre los cuáles destacan el calamar (*Loligo sp*), camarón (*Penaeus sp*), *Artemia* salina (*Artemia sp*), ostión (*Crassostrea sp*) y gusanos tubiciformes (Bray and Lawrence, 1990). Al respecto Chamberlain y Lawrence (1981a) reportaron que el crecimiento y maduración de *P. vannamei* y *P. stylirostris* fueron obtenidos en un período de tiempo corto, con la combinación de dietas consistentes de calamar, camarón, anélidos y almeja. Así mismo Gómez y Arellano (1987) reportaron que la adición del 11% de anélidos en las dietas de calamar, ostión y alimento peletizado, promueven la reproducción de *P. vannamei*.

En el presente trabajo se empleó alimento fresco, en el que se combinó calamar, ostión y oligoquetos. Este alimento demostró ser un buen promotor de la maduración de las hembras de *P. setiferus*. Sin embargo, el profundizar en el conocimiento de alimentos artificiales complementarios como parte de la composición de estos alimentos, es de fundamental importancia en el sentido de que los alimentos artificiales cubran los requerimientos de lípidos para el desarrollo gonádico de las hembras.

Los lípidos son sustancias esenciales durante la maduración ya que son utilizadas dentro del proceso de la vitelogénesis. Los camarones peneidos carecen de los mecanismos metabólicos para sintetizar *de novo* los ácidos grasos de la serie w6 y w3, por lo que tienen que ser tomados de la dieta suministrada (Middeditch *et al.*, 1980; Tacon, 1990).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, indican que el requerimiento lipídico de las hembras de *P. setiferus*, se encuentra entre 12.9 % a 13.6 %. Cabe mencionar que el aceite de hígado de bacalao (aceite HB) suministrado en las dietas experimentales, repercutió en la cantidad y probablemente en la calidad de lípidos totales en la dieta, ya que este aceite contiene en su mayoría ácidos grasos insaturados (18:1, 20:1) así como ácidos grasos poliinsaturados de la serie w-3 (22:6w3) y en menor proporción de la serie w6 (Tacon, 1990) (Anexo). El aceite de hígado de bacalao se agregó únicamente en las dietas B y C (8.46 %) con el fin de ajustar el porcentaje de lípidos totales. En la dieta A (12.9 % de lípidos) no se agregó el aceite de HB. Considerando que los

lípidos dietéticos son determinantes en la maduración de las hembras, el exceso de lípidos totales producido por la inclusión de aceite de HB pudo haber sido la razón por la cuál el proceso de maduración de las hembras alimentadas con las dietas B y C fué menor en comparación con la dieta A. En este sentido Spaargaren *et al.* (1994) mencionaron que en el hepatopáncreas se da una capacidad de carga, por lo que el exceso de lípidos produce una hipertrofia de las unidades lipoprotéicas.

La dieta A (12.9 %) resultó tan eficiente como el del alimento del grupo control (13.6%). La cantidad de desoves/hembra/semana entre el tratamiento control y la dieta A, no presentaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). El exceso de lípidos totales en las dietas B (15.7%) y C (19.8%) repercutió en un menor número de desoves.

Bray and Lawrence (1990) evaluaron el efecto del porcentaje de lípidos dietéticos para hembras adultas de *P. stylirostris*, para lo cual compararon una serie de dietas que contenían un múltiple suplemento de alimento fresco y otras con 7.8 % a 13.9 % de lípidos dietéticos totales. Los autores obtuvieron los mejores resultados de maduración y desoves con las dietas que contenían un múltiple suplemento de alimento fresco y con un rango de 10 a 11 % de lípidos dietéticos totales.

Tanto los resultados de Bray and Lawrence (1990) como los reportados en este trabajo, indican que es muy importante manejar una adecuada inclusión de lípidos en las dietas, dado que un nivel entre 10 y 13.9 % promueven el desarrollo gonádico en la maduración de las hembras en condiciones de laboratorio. Middleditch *et al.*, 1980) compararon los perfiles lipídicos en los ovarios de *P. setiferus*, *P. stylirostris* y *P. vannamei*, obteniendo que los suplementos ricos en cadenas largas de carbono (ácidos grasos polinsaturados) predominan en los ovarios del camarón (C20:4(n-6), C20:5(n-3) y C22:6(n-3). Los autores concluyeron que los poliquetos son los responsables de la estimulación del desarrollo gonádico, ya que observaron que al añadir anélidos ricos en ácidos grasos polinsaturados, se incrementaba el desarrollo de maduración. Los ácidos grasos polinsaturados han sido considerados como los más significativos y esenciales en la reproducción de *P. setiferus* y de otros peneidos Middleditch *et al.*, 1980 ; Tacon, 1990).



Diversos autores han observado un incremento en la concentración de lípidos y proteínas en el ovario en relación con el grado de desarrollo gonádico. Al respecto Orellana (1993) con *P. setiferus*, Castille y Lawrence (1989) con *P. setiferus* y *P. aztecus*, Ramos y Fernández (1984) y Oliva *et al.* (1989) con *P. notialis*, notaron que durante los primeros estadios de maduración (I y II) se acumulan las reservas en las gónadas, mientras que en los últimos estadios (III y IV) se observó una disminución en la concentración de reservas. En este mismo sentido Teshima *et al.* (1989) observaron en *P. japonicus* una disminución en los lípidos durante la última fase de la maduración. Los autores atribuyen que el incremento está relacionado con el aumento de la cantidad de lípidos totales en el hepatopáncreas. Lawrence *et al.* (1979); Teshima y Kanazawa (1983); Mourente y Rodríguez (1991), obtuvieron que la concentración de lípidos totales en el hepatopáncreas disminuye conforme se desarrolla el ovario y esto lo atribuyen al aporte de las reservas lipídicas que hay en el hepatopáncreas y que se canalizan hacia las gónadas.

Orellana (1993) al trabajar con hembras adultas de *P. setiferus* parcialmente ablacionadas, concluyó que existe un transporte de sustancias, principalmente de lípidos y proteínas, a través de la hemolinfa desde el hepatopáncreas hacia el ovario. En dicho estudio los adultos de *Artemia salina* administrados en la dieta, resultó ser el parámetro determinante para la maduración y el desove de las hembras de esa especie, ya que la *Artemia franciscana* en bajas concentraciones (5 %) induce a desoves parciales y en concentraciones altas (15 %) inhibe el desarrollo gonádico por la cantidad de lípidos aportados.

Los lípidos dietéticos influyen en la maduración y desoves de las hembras reproductivas del género *Penaeus*. Durante el proceso de maduración, hay un transporte de reservas orgánicas desde el hepatopáncreas hasta la gónada, por vía de la hemolinfa. El hepatopáncreas es el principal centro de distribución de nutrientes ya que es un órgano de reserva, en donde la concentración de lípidos totales varía en función del alimento (Ramos y Fernández, 1981; Oliva *et al.*, 1990).

En el presente trabajo la dieta A (12.9 % lípidos) resultó ser tan eficiente como la dieta CT (alimento fresco), obteniéndose los mejores resultados de desoves/hembra/semana (0.48 y 0.54 respectivamente), así como la cantidad de energía que se canaliza a las diferentes respuestas fisiológicas de los organismos.

El flujo de la energía del alimento utilizado en el presente estudio, se evaluaron a partir de algunos aspectos del balance energético de las hembras de camarón blanco *P. setiferus*. El porcentaje de inclusión de lípidos en las dietas experimentales afectó a las hembras reproductoras de *P. setiferus*, al alterar principalmente la cantidad de energía asociada a los procesos de producción gonádica, lo que se vio reflejado en el número de desoves. El crecimiento y la Producción gonádica son considerados como respuestas integradoras ya que, a través de éstas, es posible observar el efecto neto que las condiciones ambientales, incluido el alimento, tienen sobre las respuestas fisiológicas de los organismos (Beamish *et al.*, 1975). El metabolismo, es considerado como uno de los índices más adecuados para evaluar la actividad fisiológica general de los organismos. La tasa de respiración (R), evaluada a partir del consumo de oxígeno del organismo, como indicador del metabolismo aeróbico, es adecuada para cuantificar la utilización de energía bajo diferentes condiciones ambientales (Duncan y Klekowsky, 1975).

En el presente trabajo, el consumo de oxígeno de las hembras de *P. setiferus*, no resultó modificado por las dietas suministradas con diferentes inclusiones de lípidos dietéticos ( $P > 0.05$ ). Los valores oscilaron entre 1.651 y 1.766 mg  $O_2/h/g$  PSLC correspondiendo a 131.55 y 140.68 cal/d/g PSLC. En este sentido, Rosas *et al.*(1995) señalaron para machos adultos de la misma especie valores entre 1.01 a 1.56 mg  $O_2/h/g$  PSLC, siendo 24.85 % mayor el gasto energético en las hembras. Así mismo, Rosas *et al.*(1993c) obtuvieron valores de 3.7 cal/g PSLC para hembras adultas de *P. notialis*. Estos valores resultaron ser 36.66 veces menores que los valores reportados para *P. setiferus*.

El nivel de lípidos dietéticos no afectó significativamente la tasa de excreción nitrogenada ( $P > 0.05$ ) en las hembras de *P. setiferus*. Sin embargo, en las dietas con menor porcentaje de lípidos (A =12.9 y CT =13.6 %) se canalizó un menor gasto energético, comparado con los demás tratamientos. Sin embargo, el porcentaje de lípidos dietéticos afectó significativamente la tasa de excreción nitrogenada post-alimentaria (ENPA) ( $P < 0.05$ ). Esto se vio reflejado principalmente en la dieta en las hembras alimentadas con la dieta de menor nivel de lípidos (A=12.9 % ; 110.37 cal/d/g PSLC). Este valor resultó ser 12.9%, 57.44% y 75.83% mayor que las dietas B, C y CT respectivamente.

Tanto el consumo de oxígeno como la excreción nitrogenada fueron medidos utilizando un sistema de flujo de agua de mar (Díaz *et al.*, 1989). En este sistema los animales son colocados en cámaras respirométricas de volumen variable. El volumen de las cámaras es dependiente del tamaño de los camarones. Para el buen funcionamiento de este sistema se requiere que la relación entre el volumen de la cámara y el tamaño del organismo responda a la tasa respiratoria de éste. Esto es, en un volumen demasiado grande podría no detectarse la tasa respiratoria ó un volumen muy pequeño podría estresar al organismo y así obtenerse datos sobre-estimados del consumo de oxígeno.

En el presente estudio el sistema utilizado con juveniles (Díaz *et al.*, 1989), fué ajustado para adultos de *P. setiferus*. De los resultados obtenidos se hizo evidente que, aunque factible, este sistema no resultó ser el más adecuado para mantener a los camarones por largos intervalos de tiempo. Posiblemente el volumen de las cámaras, aunado al tamaño de los animales provocó un efecto, el cuál se reflejó en una tasa metabólica individual dispersa en cada tratamiento. Aunque se pudieron obtener tendencias, la amplia dispersión obtenida condujo, seguramente a que no hubiera diferencias significativas entre tratamientos. De aquí se desprende que es necesario diseñar un respirómetro que guarde el equilibrio entre el volumen y el tamaño de los reproductores que comúnmente se estudian en el laboratorio. No obstante, los resultados obtenidos en este trabajo, permiten visualizar la utilidad que tiene este tipo de estudios en la comprensión de los mecanismos involucrados en la maduración gonádica de camarones peneidos.

El incremento de calor aparente (ICA), es considerado como un indicador del gasto de energía asociado a los procesos de digestión, absorción y asimilación, transporte y almacenamiento del alimento ingerido en peces y crustáceos (Beamish y Tripprel, 1990., Du Prezz *et al.*, 1992). Sin embargo, no hay trabajos en los cuales se relacione el costo energético del ICA para hembras reproductoras de *P. setiferus*, oclectomizadas y alimentadas con diferentes niveles de lípidos dietéticos.

En el presente trabajo, el ICA de las hembras de *P. setiferus* oclectomizadas, no resultó modificado por las dietas suministradas con diferentes porcentajes de lípidos ( $P > 0.05$ ), obteniendose valores que oscilaron entre 8.35 a 24.19 cal/d/g PSLC. El valor más bajo en la dieta se obtuvo con el menor porcentaje

de lípidos (CT 13.6 % ). La cantidad de energía que se canaliza a este proceso puede ser alta ó baja, dependiendo de los factores que, como la cantidad y calidad del alimento afectan las transformaciones mecánicas y bioquímicas del alimento. En este estudio, la cantidad de energía perdida a través de este proceso fué de 0.93 a 2.55 % de la energía total ingerida. Al respecto Du Prez *et al.*(1992) reportaron un ICA entre 2.4 y 19.5 % de la energía ingerida para *P. monodon*, al alimentarlos con camarón y entre 2 y 17 % cuando se suministró alimento comercial balanceado. Nelson *et al.*(1977) señalaron para *Macrobrachium rosebergii* un ICA entre 7.4 y 27.5 % de la energía ingerida, dependiendo del tipo de alimento, obteniendo el valor mas alto en los organismos que se alimentaron con anélidos. Los resultados obtenidos en la presente investigación pueden indicar que el costo de degradación y asimilación del alimento ingerido resultaron bajos, comparado con los trabajos mencionados anteriormente, lo que indica que el nivel de lípidos dietéticos no afectó dicha respuesta o probablemente los procesos de captación, ingestión y asimilación fueron muy eficientes.

La razón O:N es considerada como un indicador de la naturaleza del sustrato metabólico utilizado por los organismos (Mayzoud y Conover,1988; Hatcher, 1991) lo cual es importante ya que refleja el catabolismo de los nutrientes contenidos en el alimento. Así un rango entre 3 y 16 ha sido interpretado como el catabolismo basado en proteínas, mientras que valores entre 50 y 60 implica al catabolismo tanto de proteínas como de lípidos.

En el presente trabajo se obtuvo que tanto en las hembras en ayuno como en las alimentadas, el sustrato metabólico empleado fueron principalmente las proteínas en todos los tratamientos. El intervalo del catabolismo de proteínas osciló de 0.85 a 2.98, siendo valores inferiores a los límites teóricos reportado por Mayzoud y Conover (1988). Al respecto, se ha señalado en *P. esculentus* (Dall y Smith,1986), *Homarus americanus* (Capuzzo y Lancaster, 1979), *Crangon crangon* (Regnault, 1981) a las proteínas como el principal sustrato metabólico. Así, es de esperarse que las hembras de *P. setiferus*, utilizaran a las proteínas como sustrato metabólico, ya que este sustrato es el que se utilizó en mayor cantidad como fuente de energía. En cambio los lípidos son empleados preferentemente con fines estructurales (lipovitelina), más que con fines energéticos, lo cuál se reflejó en los niveles de O:N obtenidos.

Con respecto a la Eficiencia de Asimilación, se encontró que las hembras adultas de *P. setiferus* asimilaron el alimento ingerido con un alto grado de eficiencia en todas las dietas experimentales, con valores que oscilaron entre 82.57 % y 86.57 % . Estos valores indican que los organismos tienen una alta eficiencia para convertir el alimento ingerido en energía disponible para los diferentes procesos fisiológicos y en particular para la producción gonádica. Las dietas experimentales suministradas a las hembras reproductoras de esta especie, son adecuadas para inducir a la maduración y desove. Para conocer la distribución de la energía ingerida en los organismos dentro de un ambiente determinado, es importante conocer las eficiencias energéticas, dado que éstas reflejan la forma de como el organismo distribuye la energía del alimento ingerido. Estas eficiencias son utilizadas para conocer y predecir la producción en términos de la biomasa de una población en su ecosistema o de poblaciones en sistemas de cultivo (Klekowski y Duncan, 1975). Con respecto a las eficiencias energéticas, se apreció que la distribución de energía en las hembras reproductoras, fué modificada por la inclusión de lípidos dietéticos, ya que la energía se canalizó principalmente a la producción total (34.77 a 71.11 %), seguido de la excreción nitrogenada ( 10.90 a 45.10 %). La menor proporción de energía se canalizó al metabolismo aeróbico (16.69 a 18.93 %) y al incremento de calor aparente (1.07 a 2.35 %). Estos cambios en la proporción de energía canalizada a los diferentes procesos fisiológicos, son función de la cantidad de alimento ingerido así como del porcentaje de inclusión de lípidos dietéticos. Cabe mencionar que a pesar de que en la mayoría de las respuestas fisiológicas no se obtuvieron estadísticamente diferencias significativas por la alta dispersión, fue evidente que la tendencia que se observó en las respuestas fisiológicas repercutió en la producción total, ya que en las dietas con menor inclusión de lípidos dietéticos se obtuvieron el mayor número de desoves y la mejor distribución de energía en las respuestas fisiológicas que se evaluaron. En este sentido, las eficiencias energéticas son un índice que refleja la capacidad de las hembras de *P. setiferus* para utilizar la energía de manera integral.

En el presente estudio, al integrar la información obtenida de la maduración y los desoves así como del flujo de energía, los mejores resultados se obtuvieron con las hembras expuestas a la luz blanca y alimentadas con dietas que contienen un rango de 12.9 a 13.6 % de inclusión de lípidos dietéticos, donde se obtuvo el mayor número de desoves/hembra/mes ( 2.0 y 2.1

respectivamente) y la mayor canalización de la energía a la producción total (66.06 y 71.11 % respectivamente).

La presente investigación permitió demostrar que el tipo de alimento suministrado en las hembras adultas de *Penaeus setiferus* es un factor determinantes durante el proceso de maduración, lo que repercute en los cambios de las respuestas fisiológicas de los camarones. Por lo tanto es importante seguir realizando investigaciones que integren tanto aspectos nutricionales como fisiológicos de los organismos en condiciones controladas, ya que este tipo de estudios son necesarios para comprender desde un punto de vista integrativo lo que sucede en los organismos y así lograr un manejo en óptimas condiciones de la especie a cultivar.

## CONCLUSIONES

- 1.- El tipo de luz más adecuado para inducir a la maduración y desoves de las hembras de *Penaeus setiferus*, parcialmente oclectomizadas, fué la luz blanca
- 2.- Se observó que, el proceso de muda y la reproducción de los organismos, son eventos antagónicos.
- 3.- El requerimiento lipídico de las hembras sexualmente maduras de *P. setiferus*, se situó en un intervalo de 12.9 a 13.6 % .
- 4.- La dieta A (12.9 % de lípidos), resultó tan eficiente como el alimento del grupo control (13.6 %), en la cantidad de desoves/hembra/semana, no presentando diferencias significativas ( $P > 0.05$ ).
- 5.- El aceite de hígado de bacalao suministrado en las dietas experimentales, repercutió en la cantidad y probablemente en la calidad de lípidos totales suministrados en la dieta.
- 6.- A partir de la razón atómica O:N evaluada, se observó que las hembras adultas de *P. setiferus*, emplearon como sustrato metabólico principalmente a las proteínas, tanto en condiciones de ayuno como alimentadas.
- 7.- La distribución de energía en las hembras reproductoras, fué modificada por la inclusión de lípidos dietéticos, ya que la energía se canalizó principalmente a la producción total (34.77 a 71.11 %) en las diferentes condiciones experimentales.
- 8.- A partir de la integración de la información de la energía canalizada a los diferentes procesos fisiológicos, se observó una mayor producción total en las dietas control (71.11 %) y en la dieta A (66.06 %), lo cuál se reflejó en mayores desoves con estas dietas (0.54 y 0.48) desoves/hembra/semana respectivamente.

## LITERATURA CITADA

Adiyodi, R.G y R.G. Adiyodi. (1970). Endocrine control of reproduction in decapod crustaceas. *Biol. Rev.*, 45: 121-165.

AQUACOP. (1977) Reproduction in captivity and growth of *Penaeus monodon* Fabricus in Polinecia. *Proc. World. Maricult. Soc.*8: 927-945.

AQUACOP. (1979) Penaeid reared broodstock: closinf the cicle of *Penaeus monodon*, *P. stylirostris* and *P. vannamei*. *Proc. World. Maricult. Soc.*,10: 452-455.

AQUACOP. (1983) Constitution of broodstock, spawning, and hatching system for penaeid shrimp in the Centre ceanologique du Pacifique. pp 105-128. In: J.P.McVey (editor) *Handbook of Mariculture*, Vol I. Crustacean Aquaculture. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.

Alfonso, E., Ramos L., Díaz-Iglesia E., García T y Rosas C. (1993) Manual del II Curso Internacional de Producción de Postlarvas de camarones Peneidos del Atlantico de América. Campeche, Campeche, México.Coordinación de Servicios Editoriales de la Facultad de Ciencias, UNAM, México :132 pp.

Andrews, J.W., L:V Sick y J. Baptist. (1972) The influence of dietary protein and energy levels of growth and survival of penaeid shrimp. *Aquaculture*, 1:347-431.

Arena, L. 1995. Estudio morfológico genético-bioquímico de dos poblaciones del camarón blanco *Penaeus setiferus* del Golfo de México. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias UNAM . 45pp.

Beamish, F.W.H., A.J. Miimi. and P.F.K.P. Leet. (1975). Bioenergetic of teleost fishes : Environmental influencce. En L.H.P. Bolis Madreel y K. Schmidt-Nielsen (eds). *Comparative Functional Aspects of Structural Materials*. Nosth Holland Publications Company, Amsterdam: 600 pp.



Beamish, F.W.H. and E.A. Trippel. (1990) Heat Increment: A static or dynamic dimension in bioenergetic models. *Trans. of The Amer. Fish Soc.* 119:649-666.

Bray, W.A., A.L. Lawrence and J.R. Leung-Trujillo.(1988). Successful reproduction of *Penaeus monodon* after culture under hypersaline conditions (Abstract) *Jour. World Aquacult. Soc.* 16: 250-257.

Bray, W.A and A.L. Lawrence.(1990) Reproduction of eyestalk ablated *Penaeus stylirostris* fed various levels of total dietary lipid. *Jour. of the World Aquacult. Soc.* 21(1): 41-52.

Bray, W.A and Lawrence A.L. (1992) Reproduction of *Penaeus* species in captivity. *Development in Aquaculture and Fisheries Science, Vol 23 In: Bry, W.A and Lawrence A.L.(Eds) 1992. Marine Shrimp Culture: Principles and practices.* Arlo W. Fast and L. James Lester editors.

Bread, T.W and Wickins, J.R.(1980) Breeding of *Penaeus monodon* Fabricius in laboratory recirculation systems. *Aquaculture* 20: 79-89.

Browdy C.L and T.M Samocha.(1985) The effect of eyestalk ablation on spawning, molting and mating of *Penaeus semisculatus* de Haan. *Aquaculture* 49, 19-29.

Brown, Jr.A., Mc Vey, J., Middleditch, B.S y A.L. Lawrence. (1979) Maturation of white shrimp (*Penaeus setiferus*) in captivity. *Proc. World Maricult. Soc.*,10: 435-444.

Caillouet, A.C. (1972) Ovarian maturation induced by eyestalk ablation in pink shrimp, *Penaeus duorarum* Burkenroad. *Word Maricult. Soc.*, 3:201-225.

Capuzzo, H.C and Lancaster, B.S. (1979) The effects of dietary carbohydrates levels on protein utilization in the american lobsters *Homarus americanus*. *Proc. World. Maricult. Soc.*10: 689-700.

Castille, F.L y A.L. Lawrence. (1989) Relationship between maturation and biochemical composition of the gonads and digestive gland of the *Penaeus aztecus* and *Penaeus setiferus* (L). *Jour. Crust. Biol.*, 9 (2): 202-211.

Chamberlain, G.W and A.L. Lawrence. (1981a) Effect of light intensity and male and female eyestalk ablation on reproduction. *Jour. World. Maricult. Soc.*, 4: 135-136.

Chamberlain, G.W and Lawrence A.L. (1981b) Maturation, reproduction and growth of *Penaeus vannamei* and *P. stylirostris* fed natural diets. *Jour. World Maricult. Soc.* 12, 209-224.

Chamberlain, G.W y N:F Gervais. (1984) Comparison of unilateral eyestalk ablation with environmental control for ovarian maturation of *Penaeus stylirostris*. *World. Maricult. Soc.*, 15:29-30.

Chen, H-Y., Z.P Zein-Eldin and D.V. Aldrich.(1985) Combined effects of shrimp size and dietary protein source on growth of *Penaeus setiferus* and *P. vannamei*. *Jour. World. Maricult. Soc.* 16: 288-296.

Claybrook, L.D. (1983) Nitrogen Metabolism. *The Biology of Crustacea*, 5:163-213.

Clifford, H.C y R.W. Brick.(1983) Nutritional Physiology of the freshwater shrimp *Macrobrachium rosebergii* (De Man) I. Substrate metabolism in fasting juvenile shrimp. *Comp. Biochem. Physiol.*,: 561-568.

Condrey, R.E., J.G. Grosselink y H.J. Bennet.(1972) Comparison of the assimilation 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.

Conover, R.J and E.D.S. Corner. (1968) Respiration and nitrogen excretion by some marine zooplankton in relation to their life cycles. *Jour. Mar. Biol. Ass. U.K.* 48: 49-75.

Conte, F.S., M.J. Duronslet, W.H. Clark and J.C. Parker. (1977). Maturation of *Penaeus stylirostris* (Stimpson) and *Penaeus setiferus* (Linn) in hypersaline water near Corpus Christi, Texas. *Proc. of the World Maricult. Soc.* 11: 481-487.

Dall, W y D.M. Smith. (1986) Oxigen consumption and ammonia excretion in fed and starved tiger prawn *Penaeus esculentus* Haswell. *Aquaculture* 55: 23-33.

Deshimaru, O. and T. Kuroki. (1974) Studies on purified diet for prawn I: Basal composition of diet. *Bull. Jap. Soc. Fish.* 40:413-419.

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

Duncan A. and R.Z. Klekowsky. (1975) Parameters of an energy budget In: Grodzinski, W *et al* (eds) Methods for ecological bioenergetics I.B.P. n<sup>o</sup> 24 Blackwell Ser. Publ. Oxford pp 97-147.

Du Prezz, H.H., Chen H.Y and Hsieh, C.S. (1992) Apparent specific dinamic action of food in the grass shrimp *P. monodon* Fabricus. *Com. Biochem Physiol.* 103 A (1): 173-178

Elliot, J.M., W. Davison. (1975) Energy equivalents of oxigen consumption in animal energetics. *Oecology* 19: 195-201.

Emmerson, W.D., Hayes, D.P and Ngonyame, M. (1983) Growth and maturation of *Penaeus indicus* under blue and green light. *S. Africa. J. Zool.* 18: 71-75.

Gaxiola, G. (1991) Requerimientos nutricionales de las postlarvas del camarón blanco *Penaeus Schmitti*: Relaciones Proteína/Energía y Proteína Animal/Vegetal. *Tesis de Maestría* Universidad de la Habana, Cuba: 150pp.

Gómez, L and Arellano, E. (1987) Maturation in captivity of *Penaeus vannamei* in the Escuela Superior Politecnica del Litoral (ESPOL). (Abstract) *Jour. World Aquacult. Soc.* 18: 14 A.

Guitart, B y Quintana.(1978) Estudios de maduración gonadal en las especies comerciales importantes del género *Penaeus* en el banco de Campeche. *Rev. Invest. Marin.* 3 (1): 83-126.

Hatcher, A. (1991) The use of metabolic ratios for determination the catabolic substrates of a solitary ascidean. *Mar. Biol.* 108:433-440.

Hewitt, D. and Irving, M.G. (1990) Oxigen consumption and ammonia excretion of the brown tiger prawn *Penaeus esculentus* fed diets of varying dietary protein content. *Comp. Biochem. Physiol.* 96A(1): 373-378.

Ivlev, V.S. (1939) Transformation of energy by aquatic animals. *Inst. Rev. Ges. Hydrobiol. Hidrog.*38: 449-458.

Kelemec, J.A and Smith I.R. (1980) Induced ovarian development and spawning of *Penaeus plebejus* in a recirculating laboratory tank after unilateral eyestalk enucleation. *Aquaculture* 21 : 55-62.

Klekowsky, R.Z and A. Duncan. (1975) Physiological approach to ecological energetics *In: Grodzinsky, W., R.Z. Klekowsky and A. Duncan (Eds) Methods for ecological bioenergetics* I.B.P 24 Blakwell Sci Publ. Oxford. 15-64.

Laubier-Bonichon, A. (1978) Ecophysiology of reproduction in the prawn *Penaeus japonicus* three years experiments in control conditions. *Oceanol. Acta*, 1: 135-150.

Lawrence A.L.,Y. Akamine., Y. Middleditch, B.S., G. Chamberlain y D. Hutchins.(1980) Maturation and reproduction of *Penaeus setiferus* in captivity. *Proc. World. Soc.* 11: 481-487.

Lawrence A.L., F.L. Castille Jr., L.M. Sturmerly and D.M. Akiyama. (1986) Nutritional response of marine shrimp to different levels of soybean in feeds. D.M. Akiyama (ed.) *American Soybean Association*. Texas.

Lee, P. y A.L. Lawrence. (1985) Effects of diet and size on growth, fed digestibility and digestive enzyme activities of the marine shrimp *Penaeus setiferus* Linnaeus. *Jour. World. Maricult. Soc.* 16: 275-287.

León, T., Gaxiola G., Rosas C., Sánchez A., Ramos L., Soto L.A., Durruti C., López N y Ramírez H. (1992) Efecto del color de la luz sobre la maduración de hembras de camarón blanco *Penaeus setiferus* y del camarón rosado *Penaeus duorarum* parcialmente ocleotomizadas. IX Congreso Nacional de Oceanografía, Veracruz, Veracruz.

Lovett D.L and D.L Felder. (1990) Ontogenetic change in digestive activity of larval and postlarval white shrimp *Penaeus setiferus* (Crustacea: Decapoda, Penaeidae). *Biol. Bull.* 178 : 144-159.

Lumare, F. (1981) Artificial reproduction of *Penaeus japonicus* Bate as a basic for the mass production of eggs and larvae. *Jour. World Maricult. Soc.* 12: 335-344.

Martínez, C.L.(1993). Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones peneidos. A.G.T Editor, S.A. México. 233pp

Mayzaud, P. y R.J. Conover. (1988) O:N atomic ratio as a tool to describe zooplankton metabolism. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 45:289-302.

Mourente, G. y A. Rodríguez. (1991) Variation in the lipid content of wild-caught females of the marine shrimp *Penaeus keratus* during sexual maturation. *Mar. Biol.* 110: 21-28.

Middleditch, B.S., S.R Missler and H.B Hines.(1980) Metabolic Profiles of Penaeid shrimp: Dietary Lipids and ovarian maturation. *Jour.of Chrom.* 359-368 pp.

Nacimiento, I:A., W:A. Bray., J:L: Leung y A. Lawrence. (1991) Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh -frozen natural and dried formulated feeds. *Aquaculture*, 99:387-398.

Nedlan, T.E y F.W.H. Beamish. (1985). The influence of diet and fish density on apparent heat increment of rainbow trout *Salmo gairdneri*. *Can. Jour. Fish. Aquacult. Sci.* 43: 19-25.

Nelson, S.G., D.A., A.W. Knight y H.W. Li. (1977a) The metabolic cost of food utilization and ammonia production by juvenile *Macrobrachium rosebergii* (Crustacea : Palemonidae). *Comp. Biochem. Physiol.* 56A: 67-72.

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

Nose, T. (1979) Diet composition and feeding technique in fish culture with complete diets. *World Symp on Finfish Nutrition and Fish Feed Technology Vol II*: 283-291.

Oliva, M., E. García y S. Valderrema. (1989) Variaciones de los lípidos tisulares durante la vitelogenénesis del camarón rosado *Penaeus notialis*. *Rev. Inv. Mar X(3)*: 269-278.

Oliva, M., Y. Fernández., L. Ramos y C. Vázquez-Boucard. (1990) Estudio de las proteínas de la hemolinfa del camarón rosado *Penaeus notialis* en función del ciclo de la muda y la maduración gonadal. *Rev. Inv. Mar. XI (2)* : 139-146.

Orellana, M. (1993) Efecto de la inclusión de adultos de *Artemia franciscana* sobre la composición bioquímica de hembras en maduración del camarón blanco *Penaeus seiferus*. *Tesis de Licenciatura*. Facultad de Ciencias UNAM . 41pp.

Ponce, V.G. y A.V. Botello. (1991). Aspectos geoquímicos y de contaminación por metales pesados en la Laguna de Terminos, Campeche. *Hidrobiología I (2)*: 1-10.

Primavera, J.H. (1978) Induced maturation and spawning in five month-old *Penaeus monodon* Fabricius by eyestalk ablation. *Aquaculture*, 13: 355-359.

Primavera, J.H. and Caballero, R.M.V. (1992). Light color and ovarian maturation in unablated and ablated giant tiger prawn *Penaeus monodon* (Fabricius). *Aquaculture*, 108: 247-256.

Pudadera, R.A. and Primavera J.H. (1981). Effect of light quality and eyestalk ablation on ovarian maturation in *Penaeus monodon*. *Philipp. J. Biol.* 10: 231-241.

Ramos, L. and I. Fernández.(1981) Variaciones durante el metabolismo glucídico durante el ciclo reproductor en la especie *Penaeus notialis* Perez Farfante, 1967. *Rev. Inv. Mar.,II (2):* 141-155.

Ramos, L. y A.G. Gonzales.(1983) Inducción artificial a la maduración gonadal en hembras de *Penaeus notialis* Perez Farfante, 1967. *Rev. Invest. Mar. IV (1):*33-61.

Ramos, L. and I. Fernández.(1984) Variaciones cuantitativas de la protonemia y lípidos totales ováricos durante la maduración gonadal del camarón *Penaeus notialis* (Pérez Farfante, 1967). *Rev. Invest. Mar. V(2):* 49-56.

Ramos,T.L y J:H. Primavera. (1986) Induced maturation in ablated *Penaeus notialis* and *Penaeus schmitti*, pp: 677-700. In: J.L. McLean., L.B. Dizon and L:V. Hosillos (eds.). The first asian fisheries forum. *Asian. Fish. Soc.* Manila Philippines.

Ramos, T. y Y. G. E. Torres.(1986) Relación entre la talla y la maduración ovárica inducida por ablación ocular en el camarón rosado *Penaeus notialis*. *Rev. Invest. Marin. V (3):* 91-92.

Ramos, L.,T. García y V. Bagur. (1987) Frecuencia de la alimentación y uso de la lombriz de tierra como complemento del calamar en la dieta de *Penaeus schmitti* con maduración inducida. *Mar Cuba 87 y I<sup>er</sup> Congreso de Ciencias del Mar 9-12 Junio.* La Habana Cuba.

Ramos, L. (1990) Fecundación artificial del camarón blanco *Penaeus schmitti*: Fecundidad y viabilidad de los desoves. *Rev. Invest. Mar. X (2):* 157-168.

Regnault, M. (1981) Respiration and ammonia excretion of the shrimp *Crangon crangon* (L) during the moult cycle. *Jour. Comp. Biochem. Physiol.* 141: 549-555.

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

Rosas, C., A. Sánchez., L.A. Soto., E. Escobar y A. Bolongaro.(1992) Oxygen consumption and metabolic amplitude of decapod crustaceans from noresh west continental shelf of Gulf of México. *Comp. Biochem. Physiol.* 101A(3): 491-496.

Rosas, C., <sup>\*</sup> A. Sánchez., M<sup>a</sup>E. Chimal., G. Saldaña., L. Ramos y L. Soto. (1993b) The effect of electrical stimulation on spermatophore regeneration in white shrimp *Penaeus setiferus*. *Aquat. Living. Resour.* 6 : 139-144.

Rosas, C. C. Vanegas., Y. Tabares and J. Ramírez. (1993a). Energy Balance *Callinectes rathbunae* Contreras 1930, Floating cages in a tropical Coastal Lagoon. *Jour. of the World Aquac. Soc.* Vol 24 (1)

Rosas, C., Y. Fernández., R. Brito and E.Díaz-Iglesia.(1993c). The effect of eyestalk ablation on the energy balance of the pink shrimp, *Penaeus notialis*. *Comp. Biochem. Physiol.* Vol 104 (1): 183-187.

Rosas, C., A. Bolongaro-Crevenna., A. Sánchez., E. Escobar., E. Díaz y L. Soto. 1995. Role of digestive gland in the energetic metabolism of *Penaeus setiferus* *Biol. Bull.* (en prensa).

Saldaña, F:G. (1992) Aspectos de la maduración y calidad reproductora de *Penaeus setiferus* en condiciones controladas en Tuxpan Veracruz. *Tesis de Maestría.* Facultad de Ciencias. U.N.A.M.. 65 pp.

Shaw, S.R. and Stowe, S. 1982. Photoreception. En: *The Biology of Crustacea*, Vol 3. Neurobiology: Structure and Function, Atwood and Sandeman De. 291-367.

Sandifer, P.A., Lawrence A.L., Harris S.G., Chamberlain, G.H., Stockes. A.D and Bray W.A. (1984) Electrical stimulation of spermatophore expulsion in marine shrimp. *Penaeus* spp. *Aqua.* 41: 181-187.



Santiago, C.(1977) Successful spawning of cultured *Penaeus monodon* Fabricus after eyestalk ablation. *Aqua. 11*: 185-196.

Sick, L.V and Andrews, J.W. (1973) The effect of selected dietary lipids, carbohydrates and protein on the growth survival and body composition of *Penaeus duorarum*. *Proc. World. Maricult. Soc.*4: 263-276.

Tacon, A.G. (1990) *The Nutrition and feeding of farmed fish and shrimps*. A training manual. Argent Press. 100pp.

Teshima S. y A. Kanazawa.(1983) Variation in lipid composition during the ovarian maturation of the prawn. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 49 (6): 957. 963.

Teshima S., A. Kanazawa., S. Koshio y K. Horinouchi. (1989) Lipid metabolism of the prawn *Penaeus japonicus* during maturation: variation in lipid profiles of the ovary and hepatopancreas. *Comp. Biochem. Physiol.*, 92B: 45-49.

Warren, C.E and Davison, G.E. (1967) Laboratory studies on the feeding bioenergetics and growth of fish. En S.D gerking (de) *The Biological Basis of the Fresh water fish production*. Blakwell, Oxford, Edimburgh : 175-214.

Williams. A.B. (1984) Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic Coast of the Eastern Unitat States. Marine to Florida. *Smithsonian Institution Press USA*. 550pp.

Winberg, G.C.(1956) Intensivovonts' obmena y piscevery protrebonstiryb kate of metabolism and food requeriments of fish. Russian Izd. *Belgosuniversiteta, Mask* (Eng. transl: *Fish Res. Bd. Can. Transl.* Ser No 194).

World Shrimp Farming 1994. Edit. Rosenberry B. pp 22-56. Published by Aquaculture Digest, 9434 Kearny Mesa Road. San Diego, CA 92131 USA.

Wurts, A.W y R.R. Stickney. (1984) An hipotesis on the light requirements for spawing penaeid, with emphasis on *Penaeus setiferus*. *Aquaculture*. 41:93-98.

Zar, J.H. (1984) *Biostatistical Analysis*. 2a de. Prentice Hall, Englewood, Cliff, New Jersey 07632: 500 pp.

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

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## ANEXO

**Valores promedio de la composición de ácidos grasos del aceite de hígado de bacalao (g de ácidos grasos/100 g del total de ácidos grasos).**

### Acidos grasos

14:0--- 4.1  
16:0--- 11.7  
16:1--- 10.7  
17:0--- -  
17:1--- -  
18:0--- - 2.9  
18:1--- 20.6  
18:2w6-- 2.3  
18:3w3-- -  
18:4w3-- -  
20:0--- -  
20:1 --- 13.3  
20:4w6 -  
20:4w3 -  
20:5w3 9.8  
22:0--- 2.1  
22:1--- 7.1  
22:4w6 -  
22:5w3 -  
22:6w3 13.6  
24:0 -  
24:1 -

## TABLAS

**TABLA 8.-** Tasa de Ingestión del alimento suministrado a las hembras adultas de camarón blanco *Penaeus setiferus* parcialmente ablacionadas.

DIETA	LIPIDOS	INGESTION
	%	cal/d/g PSLC
CT	13.6	896.25
A	12.9	940.82
B	15.7	948.37
C	19.8	899.83

**TABLA 9.-** Asimilación y Eficiencia de Asimilación corregida de hembras reproductoras de *Penaeus setiferus*, alimentadas con diferentes dietas, variando el porcentaje de inclusión de lípidos.

DIETA	LIPIDOS	ASIMILACION	EF.ASIMILACION
	%	cal/d/g PSLC	%
CT	13.6	777.68	86.77
A	12.9	809.57	86.05
B	15.7	797.96	84.14
C	19.8	742.99	82.57

TABLA 10.- Valores promedio ( $X \pm E.S$ ) del Consumo de Oxígeno de hembras reproductoras de *Penaeus setiferus*, alimentadas con diferentes dietas variando el porcentaje de inclusión de lípidos.

DIETA	Lípidos %	mgO <sub>2</sub> /h/g PSLC	cal/d/g PSLC
CT	13.6	1.651 ± 0.32	131.55 ± 25.41
A	12.9	1.721 ± 0.19	137.14 ± 15.37
B	15.7	1.671 ± 0.13	133.19 ± 10.1
C	19.8	1.766 ± 0.24	140.68 ± 18.87

TABLA 11.-Incremento de Calor Aparente (ICA) de las hembras adultas de *Penaeus setiferus*, ouclectomizadas y mantenidas con diferentes porcentajes de inclusión de lípidos dietéticos.

DIETA	LIPIDOS %	ICA cal/d/g pslc
CT	13.6	8.35 ± 3.1
A	12.9	19.05 ± 6.31
B	15.71	24.19 ± 5.91
C	19.8	13.38 ± 3.46

TABLA 12.-Valores promedio ( $X \pm E.S$ ) de la excreción de amoniaco de hembras adultas de *Panaeus setiferus*, oculoectomizadas y mantenidas con diferentes porcentajes de inclusión de lipidos dietéticos.

DIETA	LIPIDOS %	mgN-NH <sub>3</sub> /h/g PSLC	cal/dla/g PSLC
CT	13.6	0.59 $\pm$ 0.23	84.79 $\pm$ 33.1
A	12.9	1.54 $\pm$ 0.73	118.54 $\pm$ 33.31
B	15.7	2.52 $\pm$ 0.69	359.88 $\pm$ 98.47
C	19.8	2.28 $\pm$ 0.33	325.1 $\pm$ 47.23

TABLA 13.- Excreción nitrogenada postalimentaria (ENPA) de hembras adultas de *Panaeus setiferus*, mantenidas con diferentes porcentaje de inclusión de lipidos dietéticos

DIETA	LIPIDOS %	ENPA cal/d/g psic
CT	13.6	26.75 $\pm$ 7.24 b
A	12.9	110.37 $\pm$ 20.24 a
B	15.71	96.12 $\pm$ 29.27 a
C	19.8	46.97 $\pm$ 16.39 b

Letras distintas indican diferencias significativas  $P > 0.05$

TABLA 14.-Razón atómica O:N tanto en ayuno como alimentadas, de las hembras reproductoras de *Penaeus setiferus* oclectomizadas y mantenidas con distintos niveles de lípidos dietéticos.

DIETA	LIPIDOS %	O:N ayuno	O:N alimentadas
CT	13.6	2.98 ± 1.32	2.31 ± 0.39
A	12.9	2.15 ± 0.83	1.30 ± 0.25
B	15.7	0.96 ± 0.26	1.40 ± 0.50
C	19.8	0.85 ± 0.25	1.79 ± 0.70

TABLA 15.-Eficiencias Energéticas (%) de las hembras adultas de *Penaeus setiferus*. Respiración (R), Excreción Nitrogenada (N), Incremento de calor aparente (ICA), Producción Total (PT), Ingestión (I) y Asimilación (As).

DIETA	LIPIDOS %	R/As	N/As	ICA/As	PT/As
CT	13.6	16.92	10.90	1.07	71.11
A	12.9	16.94	14.64	2.35	66.06
B	15.7	16.69	45.10	3.03	35.18
C	19.8	18.93	43.76	1.80	34.77