

136



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

EFFECTO DE LA TALLA Y EL TIPO DE ALIMENTO SOBRE EL INCREMENTO DE CALOR APARENTE DE JUVENILES DE Litopenaeus setiferus CULTIVADOS EN ESTANQUES Y JAULAS FLOTANTES

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: B I O L O G O

P R E S E N T A : ROBERTO NEGRETE HERNANDEZ



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. ADOLFO SANCHEZ ZAMORA



FACULTAD DE CIENCIAS SECCION ESCOLAR

290621



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. EN C. ELENA DE OTEYZA DE OTEYZA
Jefa de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis:

Efecto de la talla y el tipo de alimento sobre el incremento de Calor Aparente de juveniles de *Litopenaeus setiferus* cultivados en estanques y jaulas flotantes.

realizado por Roberto Negrete Hernández

con número de cuenta 8433827-9 , pasante de la carrera de Biología

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis M en C Adolfo Sánchez Zamora
Propietario

Propietario Dr. Carlos Rosas Vazquez

Propietario M en C. Jorge Luis Hernández Aguilera

Suplente M en C. Fabian Matias Contreras Arizaga

Suplente Biol. Vicente Castrejon Tellez

Adolfo Sánchez Zamora
Carlos Rosas Vazquez
Jorge Luis Hernández Aguilera
Fabian Matias Contreras Arizaga
Vicente Castrejon Tellez

FACULTAD DE CIENCIAS
U.N.A.M.

Consejo Departamental de Biología

Patricia Ramos Morales



Dra. Patricia Ramos Morales

DEPARTAMENTO
DE BIOLOGIA

RESUMEN

La determinación del consumo de oxígeno (VO_2) es una de las formas de medir la actividad del metabolismo energético o respiración. El conocimiento del metabolismo respiratorio medido por el consumo de oxígeno, es el mejor indicador de la utilización de la energía, lo cual acoplado con la asimilación se convierte en un estimador de las necesidades energéticas de los organismos. Además la determinación del indicador Incremento de Calor Aparente (ICA), permite evaluar el incremento del metabolismo desde que el organismo percibe su alimento hasta su asimilación.

En el presente estudio se evaluó el efecto de la talla y el tipo de alimento sobre el Incremento de Calor Aparente (ICA) en juveniles de *Litopenaeus setiferus* cultivados en dos ambientes estanques y jaulas flotantes.

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el consumo de oxígeno de los camarones alimentados con alimento balanceado (GGAX) presentaron un consumo de oxígeno mayor que el observado en los animales mantenidos en las jaulas flotantes y alimentados con alimento natural

Como se puede apreciar, el consumo de oxígeno en los animales con 24 h de ayuno mostró ser relativamente constante a lo largo de las 6 a 11 horas en que se hicieron las mediciones. Durante este tiempo no se observó un ritmo circadiano marcado. Así mismo se observó que la tasa respiratoria fue mayor en los animales de entre 60 a 120 mg (16 a 24 mg $O_2/h/g$), que la observada en los animales de entre 800 y 1000 mg (1.7 a 2.2 mg $O_2/h/g$) ($P < 0.05$).

No se observaron diferencias significativas entre los consumos de oxígeno en condiciones de ayuno de los camarones de entre 200 y 700 mg de peso con un intervalo de entre 2.2 y 3.8 mg $O_2/h/g$ ($P > 0.05$). Los valores del consumo de oxígeno de ayuno no mostraron diferencias significativas ($p > 0.05$) con el consumo de oxígeno obtenido 24 h después.

Resultados del consumo de oxígeno de los camarones en ayuno, así como alimentados con el concentrado natural. Como se puede apreciar el consumo de oxígeno en los animales con 24 h de ayuno mostró ser relativamente constante a lo largo de las 8 a 11 horas en que se hicieron las mediciones. Durante este tiempo se observó que la tasa respiratoria fue mayor en los animales de entre 200 a 400 mg, que la observada en los animales de las tallas de 500 a 700 y 800 a 1000 mg.

El metabolismo de rutina (Rrut) fue afectado sensiblemente por el tipo de alimento. En general el consumo de oxígeno de ayuno de los animales alimentados con ambos tipos de alimento mostraron valores similares de Rrut en las tallas de 200-300, 350-500 y 800 a 1000 mg de peso vivo ($P > 0.05$). Un valor promedio de 34.3 joules/h/g pv puede ser calculado como la Rrut de *L. setiferus* para ese intervalo de tallas. Valores de Rrut significativamente mayores fueron observados en los animales de tallas de entre 60-120 mg (259.3 joules/h/g pv) y 100-200 mg (423 joules/h/g pv) con respecto a las demás tallas y tipos de alimento ($P < 0.05$).

AGRADECIMIENTOS

Al M en C. Adolfo Sánchez Zamora por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto de tesis a su lado pero sobre todo a su ayuda e infinita paciencia que tuvo conmigo para poder terminar esta tesis, también su gran amistad que me ofreció durante mi estancia en Campeche y Cd. del Carmen Campeche.

Al Dr. Carlos Rosas Vázquez por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto dentro de su grupo trabajo, así como su ayuda y amistad que me ofreció durante mi estancia en Campeche y Cd. del Carmen Campeche.

Al jurado revisor de este trabajo: M en C. Jorge Luis Hernández Aguilera, M en C. Fabián Matías Contreras Arizaga. y al Biol. Vicente Castrejon Téllez.

A mis grandes amigos de carrera Fernando (el flor por su gran ayuda en la elaboración de esta tesis), a Javier (el perrito), Ignacio (Camacho), Vicente (garrobo), Itzia (amiguitzia), Teresa (La abeja), Cesar, Miguel, Manuel, los (vándalos), Gabriel (tabuadin), Bruno (Lacra), Sergio (Lora) y a todos mis grandes amigos de la Fac. y de Campeche que en este momento no recuerdo, gracias por brindarme su amistad y apoyo a lo largo de esta carrera y por todas aquellas ocasiones en las se dijo ¡Salud!

DEDICATORIA

A mi mamá Margarita por su gran cariño he incalculable ayuda que me a otorgado a través de mi vida, gracias por darme esta oportunidad de ver finalizada una carrera universitaria la cual ha significado para ti un gran esfuerzo y sacrificio, graciassssss Mamá.

A mis hermanos José y Marisol por haber creído siempre en mí y por todo su gran apoyo tanto moral como económico que nunca me faltaron.

A mis tíos Felipe ,Mario que siempre me apoyaron tanto moral como económicamente a través de todos mis estudios desde primaria hasta la universidad sin esperar nada a cambio.

A mi primo Miguel y a mis grandes cuates de la barriada Cali, Pocholo, Ticui, Panza, Zafa, Cavazorro, Periqueen y a todos los que en este momento se me olvidan.

INDICE

Introducción	1
Objetivos	6
Material y método	7
Resultados	14
Discusión	26
Conclusiones	33
Bibliografía	34

INTRODUCCION

En la actualidad los camarones peneidos son los crustáceos más importantes para la acuicultura mundial. Esto es debido a su creciente demanda y su alto valor económico. Es por ello que recientemente se ha dado un fuerte impulso a la camaronicultura en todo el mundo (Ayala y Lim, 1983; Garduño y Carrasco, 1987; Shiau y Peng, 1992).

En México, el camarón es el principal recurso pesquero por el valor económico que representa en ambos litorales, ya que contribuyen con el 70% de las divisas totales producidas por el sector (FIRA, 1991).

La acuicultura es la actividad dirigida a producir y cultivar organismos acuáticos (peces, crustáceos, moluscos, etc.) en condiciones controladas y en diversos ambientes (aguas dulces, salobres y marinas), con la finalidad de generar alimentos que contribuyan al consumo humano (FIRA, 1991). La acuicultura cuenta con un gran potencial para cumplir con su finalidad, pero para lograrlo es necesario conocer mejor la biología de las especies y resolver los problemas que plantea su alimentación.

El éxito que han tenido los camarones peneidos como especies cultivables es debido a su adaptabilidad a diferentes sistemas de cultivo, rápido crecimiento, amplia tolerancia a la salinidad, variado espectro alimentario y su positiva respuesta al alimento suplementario, entre los aspectos más importantes (Orellana, 1993).

A pesar de esto existe la necesidad de mejorar la eficiencia de los procedimientos utilizados en el cultivo de estos organismos (Lawrence, et al. 1980).

El Golfo de México cuenta con tres especies nativas de peneidos de mayor importancia comercial; el camarón café *Farfantepenaeus aztecus*, el rosado *F. duorarum*) y el blanco *Litopenaeus setiferus*. En investigaciones realizadas en Texas y Florida se estableció que las primeras dos especies tienen poca potencialidad para el cultivo comercial debido a su lento crecimiento en condiciones de cultivo (Sandifer, et al. 1993).

Por otra parte se ha demostrado que *L. setiferus* es la especie nativa del Golfo de México con mejor posibilidad para la acuicultura (Parker y Holcomb, 1973; Brown *et al.* 1979; Lawrence, *et al.* 1979; y Sandifer, *et al.* 1993). Resultados de investigaciones realizadas con *P. setiferus* en el Estado de Campeche señalan a esta especie como la más adecuada para el desarrollo camarónico del Golfo de México. Estos estudios se han basado en el conocimiento ecológico, fisiológico, nutricional y genético de la especie, lo que ha permitido crear las bases para la producción de postlarvas en ambiente controlado, así como el manejo de larvas y postlarvas en condiciones de cautiverio (Gaxiola, 1994; García, 1993; León, 1993; Gallardo, 1994; Rosas, *et al.* 1995a; Arena, 1995).

Uno de los aspectos importantes de la acuicultura moderna es la relación que existe entre la magnitud de la producción y el bienestar ambiental. En los últimos años se ha demostrado que la camaricultura ha crecido de forma importante afectando de manera irreversible extensas áreas de la zona costera fundamentalmente cubiertas por manglares. El gran número de estanques y de las densidades de siembra han provocado un aumento importante de la materia orgánica que es descargada a las lagunas y esteros adyacentes, produciendo contaminación gran magnitud. En este sentido algunos autores han señalado diversas alternativas que conducen a la reducción de la destrucción de las áreas de manglar para la construcción de granjas camarónicas, así como la formulación de dietas más amigables con el medio ambiente (Cousin, 1995).

L. setiferus es la especie comercial más importante de la región siendo su principal zona de captura en nuestro país en la Sonda de Campeche (Pérez, 1973; Brown, *et al.* 1979). Durante su ciclo de vida esta especie lleva a cabo migraciones que le permiten desarrollarse y cubrir los requerimientos nutricionales de cada etapa de su ciclo de vida. Las postlarvas habitan las zonas de pastos marinos (principalmente del género *Thalasia* y *Holodula*) donde se alimentan.

A medida que crecen los juveniles migran hacia zonas abiertas de poca profundidad ricas en materia orgánica en los litorales protegidos del mar y cerca de las zonas de manglar y de las áreas con vegetación sumergida. En estas zona los camarones completan su crecimiento hasta alcanzar estadios de pre adulto los que posteriormente, migran a mar abierto para madurar y reproducirse (Minello, Zimmerman y Barrick, 1990).

Los animales obtienen los metabolitos que necesitan de la energía química del alimento que ingieren. Una porción de esta energía es desechada en las heces, mientras que otra porción es perdida como calor durante los procesos de transformación mecánica y bioquímica del alimento. Finalmente la energía restante es absorbida y utilizada como energía metabólica. De la primera ley de la termodinámica se deduce que la energía total absorbida por el organismo, debe ser igual a la cedida mas la retenida una vez que el alimento se ha ingerido y absorbido en el cuerpo. Esta energía se convierte en fuente de energía inmediata o de reserva (Lucas, 1993).

La energía absorbida y almacenada es canalizada al metabolismo el cual es la suma de catabolismo y anabolismo. El catabolismo describe esencialmente el proceso de degradación de moléculas orgánicas mayores a constituyentes celulares simples con la liberación de energía. La segunda define el proceso de síntesis que producen componentes celulares complejos a partir de precursores simples que frecuentemente involucran reacciones reductoras que requieren energía. Tomando en cuenta que el oxígeno es el último aceptor de electrones de la cadena respiratoria, el consumo de oxígeno puede ser utilizado como un indicador del metabolismo ya que el consumo de oxígeno es proporcional a la energía utilizada en los procesos catabólico y anabólicos, ambos procedentes del alimento ingerido (Lucas, 1993).

La cantidad de energía que puede ser obtenida del alimento depende de la proporción de los distintos sustratos energéticos que lo componen, afectando la combustión de carbohidratos, lípidos y proteínas.

De acuerdo con Cousin (1995) la cantidad de energía que aportan las proteínas es de 21 Kj/g, de 39 Kj/g los lípidos y de 17 Kj/g los carbohidratos, lo cual explica las razones por las que el consumo de oxígeno varía en dependencia de la proporción de cada nutriente en la dieta. La tasa metabólica puede ser influenciada por una inmensa variedad de parámetros, incluyendo edad, sexo, condición reproductiva, balance hormonal, estrés fisiológico, condición nutricional, hora del día, salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, tipo de dieta etc. Lo que indica que los animales acuáticos cuentan con mecanismos que les permiten canalizar la energía hacia los sitios específicos donde es metabólicamente requerida. Una vez que las necesidades primarias son alcanzadas la energía excedente es canalizada hacia la acumulación de biomasa y por ende para el crecimiento (Lucas, 1993).

Para comprender mejor esto el metabolismo puede ser dividido considerando la energía invertida en la actividad (Metabolismo activo: MA), en movimiento espontáneo (Metabolismo de rutina: MR) y en condiciones basales (Metabolismo basal: MB) (Lucas, 1993). Debido a la dificultad de medir tanto el metabolismo de actividad como el metabolismo basal numerosos autores han preferido el realizar las mediciones del metabolismo de rutina pues en éste se concentran los requerimientos de energía tanto para la compensación ante cambios ambientales, como para responder a los ritmos diurnos de actividad, o la alimentación. (Beamish y Tripple, 1991). En el metabolismo de rutina el incremento de calor aparente (ICA) representa la cantidad de energía invertida en las transformaciones mecánicas y bioquímicas del alimento, tanto durante su ingestión como durante su procesamiento. Por esta razón el ICA es un buen indicador del gasto energético involucrado en el procesamiento del alimento y puede ser usado para cuantificar la relación costo-beneficio que aportan diferentes tipos de alimento o condiciones de cultivo.

Este aspecto de la bioenergética ha sido desarrollado más ampliamente en peces para los cuales ya se han planteado conclusiones respecto a los cambios en las dietas y las respuestas fisiológicas (Beamish y Trippel ,1990; Hamada y Maeda ,1993).

De los trabajos realizados en peces se conoce que las proteínas ingeridas en las dietas ejercen una gran influencia en el ICA, mientras que los lípidos y los carbohidratos tienen una pequeña contribución (Tandler y Beamish ,1981). Se ha demostrado que el ICA en camarones también es afectado por el nivel de proteínas en la dieta con los valores más altos en camarones alimentados con dietas ricas en proteína y los más bajos en dietas formuladas con niveles de proteína óptimos. . Así mismo se ha observado que la magnitud del ICA y el efecto de la dieta depende de la especie pues los omnívoro-herbívoros como *Litopenaeus setiferus* y *L. schimitti* presentaron niveles de ICA menor que los observados en las especies omnívoro-carnívoras como *Farfantepenaeus duorarum* y *F. Notialis* (Rosas, Sánchez, Díaz, Soto, Gaxiola, Brito, Baez, and Pedroza ,1995a;Taboada *et al.* 1998).

La magnitud del ICA también esta relacionada con la edad de los camarones, se ha demostrado que la magnitud del ICA en juveniles de *L. setiferus* es 50% menor que la observada en postlarvas de esa misma especie, lo cual indica que la eficiencia de transformación del alimento aumenta a medida que los camarones crecen . El entender la magnitud del ICA hace posible derivar los requerimientos de oxígeno de los organismos durante la alimentación y así como conocer la cantidad de energía invertida en la ingestión, procesamiento y utilización de un cierto tipo de alimento.

Tomando en cuenta todo lo anterior el presente estudio fue diseñado con el fin de conocer el efecto de la talla y el tipo de alimento sobre el incremento de calor aparente de juveniles de *L. setiferus* mantenidos tanto en estanques, como provenientes de cultivos realizados en jaulas flotantes colocadas en una zona cubierta con praderas de *Thalassia testudinum*.

OBJETIVOS

1).- Evaluar el efecto de la talla en el metabolismo de rutina e ICA en juveniles de *Penaeus setiferus* de 2 ambientes diferentes estanques y jaulas flotantes.

2).- Determinar el efecto del alimento natural y artificial en el metabolismo de rutina e ICA de juveniles de *Penaeus setiferus* mantenidos en un ambiente natural y otro artificial.

MATERIAL Y METODO

El presente trabajo se llevo a cabo en las instalaciones del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) Lerma-Campeche, a través del convenio de colaboración entre esta institución y la facultad de Ciencias de la UNAM.

Origen de los organismos

Las postlarvas utilizadas durante el estudio fueron obtenidas a partir de larvas cultivadas en el laboratorio y procedentes del desove de hembras de camarón maduras en cautiverio.

Condiciones de pre-cría

Postlarvas de camarón blanco *Litopenaeus setiferus* con 16 días después de la muda metamórfica (PL 16) fueron colocadas en un estanque de 6 m² a una densidad de 380 camarones/m² conectado a un sistema de abasto continuo de agua de mar. Durante 15 días los animales se alimentaron con alimento balanceado con 50% de proteína y elaborado en el laboratorio con alimento balanceado fabricado en el laboratorio (tabla 1). Este período se considero como de pre cría.

Condiciones experimentales

Después de este tiempo un grupo de 300 camarones se distribuyó en 5 jaulas flotantes y sumergidas colocadas a 200 m de la costa y sobre una pradera de vegetación sumergida compuesta principalmente de *Thalassia testudinum* de tal manera que

permanecieran siempre sumergidas totalmente bajo 1 metro de la superficie. Se utilizaron dos tipos de jaulas: una cuadrada con dimensiones de 1 m^3 (2 jaulas) y la otra redondas con un diámetro y profundidad de 0.4 m (3 jaulas). Todas las jaulas fueron construidas con malla plástica de 0.3 mm de abertura de malla. Los camarones se mantuvieron en ambos tipos de jaulas a una densidad de 100 animales/ m^2 y por 121 días. Durante todo este tiempo a los animales no se les proporcionó alimento suplementario. Las jaulas fueron revisadas diariamente para detectar roturas y para hacerles limpieza exterior.

El otro grupo experimental se mantuvo en el tanque externo por 121 días durante los cuales fueron alimentados con alimento balanceado fabricado en el laboratorio (tabla 1).

Tabla 1 Composición de la dieta experimental.

Harina de pescado	54
Harina de soya	36.5
Colesterol	0.5
Lecitina de soya	1
Premezcla de Vitaminas *	1.7
Premezcla de minerales *	0.8
Ac. Ascórbico	0.5
Carboximetil celulosa	5

Proteína (%)	49.03
Lípidos (%)	8.31
Energía libre de cenizas (%)	28.43
Cenizas (%)	11.9
Fibra (%)	2.13
Razón proteína animal : vegetal	1.5:1

* Donadas por Raistron Purina de México

a razón de 6 g distribuidos en 3 raciones por día, diariamente dos veces al día (08 y 17 hrs) las heces, exubias y alimento no consumido fueron retirados. El agua de mar utilizada fue filtrada por filtro de arena. Durante el periodo experimental se hicieron mediciones diarias de salinidad, pH, temperatura y oxígeno disuelto. En el tanque externo el agua de mar se mantuvo en 8.0 ± 1 de pH, temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, salinidad de 37‰, 5.5 ± 2 mg/L de O_2 , y aireación constante. Estos parámetros fueron monitoreados 2 veces al día a las 08-09 h y a las 17-18 h.

Selección de diferentes tallas.

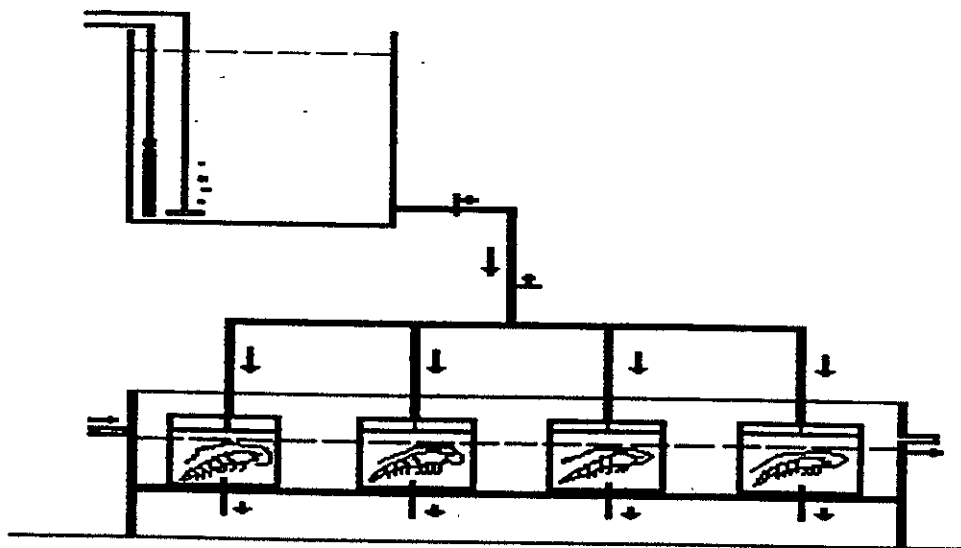
Después de 15 días de colocadas las postlarvas en el estanque, se extrajeron 15 animales con el fin de contar con animales de las menores tallas (100 a 200 mg peso húmedo: pH) los cuales fueron utilizados en las mediciones del consumo de oxígeno. Posteriormente cada 52, 71, 84, 86, y 121 días se extrajeron 15 animales con el fin de contar con animales de diferentes tallas: 60-120, 100-200, 200- 300, 350-500, 500- 700 y 800-1000 mg/animal.

Después de 71 días de cultivo en las jaulas, se extrajeron 15 animales de a 200 a 400 mg de peso húmedo los cuales fueron utilizados para la medición del consumo de oxígeno. Posteriormente cada 84 y 121 días se extrajeron animales de las diferentes tallas utilizadas: 350 a 550 de 800 a 1000 mg los que también se utilizaron para la medición del consumo de oxígeno.

Consumo de Oxígeno

Una vez que los camarones fueron extraídos del sistema de cultivo experimental fueron colocados en un tanque de 40 L suministrado con agua de mar y aireación con el fin de reducir el estrés de manipulación durante este período no se les alimentó. Una vez cumplido este lapso, los animales se colocaron individualmente en cámaras

respirométricas de 30 50 y 265 ml, dependiendo del tamaño del animal, dentro de las cuales permanecieron por 24 h más. Durante este tiempo las heces fueron retiradas periódicamente para evitar que fueran ingeridas por los camarones.. El consumo de oxígeno se midió en animales mantenidos en ayuno (24 h) como en animales alimentados para ambas condiciones experimentales y para las diferentes tallas utilizadas.



Respirómetro de Sistema Cerrado

La concentración de oxígeno fue medida con un oxímetro digital y un YSI 50B con un sensor polarográfico (± 0.05 mg/l) que previamente se calibró con agua saturada de O_2 .

Para las mediciones del consumo de oxígeno se utilizó un respirómetro cerrado en el cual se midió el oxígeno inicial en la cámara y la concentración final después de una hora. Este procedimiento se realizó cada hora durante 6 a 8 horas iniciando por la mañana aproximadamente entre 8 y 10 am. Una vez terminadas las lecturas en condiciones de ayuno, los animales permanecieron en las cámaras con flujo continuo de agua, previamente filtrada por un filtro de cartucho de (UV) hasta el siguiente día.

Por la mañana, se suspendió el flujo de las cámaras y se realizó una primera medida del consumo de oxígeno sin alimentar. Una vez hecho esto, se proporcionó alimento y se midió la concentración inicial de oxígeno en cada cámara; se cerraron y permanecieron así por una hora, para después medir nuevamente el oxígeno disuelto. Posteriormente se recambió el agua y se retiraron los residuos de alimento. Cabe mencionar que la concentración final de oxígeno nunca fue menor de 3 mg/L. El consumo de oxígeno se midió aproximadamente cada hora durante 6 a 8 horas. Una vez terminadas las lecturas, los animales se pesaron en una balanza analítica con sensibilidad de $\pm 0.0005\text{g}$.

Se utilizó alimento balanceado en los animales procedentes del tanque externo y alimento natural en los animales procedentes de las jaulas sumergidas. El alimento balanceado se suministró tomando en cuenta la ración correspondiente a cada talla y por ración individual. El alimento suministrado a los animales que provenían de las jaulas se obtuvo directamente del contenido de alimento vivo de las jaulas. Para esto las jaulas de 0.4m de diámetro fueron cubiertas con una bolsa de plástico y llevadas al laboratorio con agua de mar del sitio de cultivo. Ahí el contenido de las jaulas se colocó en un tanque de 40 L con aireación constante. Este tanque se utilizó para concentrar el alimento vivo procedente de las jaulas. El alimento vivo se colocó en cámaras similares a las utilizadas como respirómetros con el fin de colocar ahí a los camarones experimentales por el tiempo suficiente para que se alimentaran. Una vez que el tracto digestivo se veía aparentemente lleno, los camarones eran cuidadosamente transferidos a una cámara respirométrica con agua de mar filtrada y sin alimento, para, posteriormente re-iniciar las mediciones del consumo de oxígeno. Resultados preliminares obtenidos en este trabajo demostraron que este procedimiento no afectó de manera significativa el consumo de oxígeno de los camarones en las cámaras respirométricas.

Una cámara respirométrica control sin organismo fue utilizada con el fin de conocer el consumo de oxígeno producido por las bacterias en la presencia de alimento balanceado. Asimismo tres cámaras control sin camarón fueron utilizadas para conocer el consumo de oxígeno del alimento vivo proporcionado a los camarones.

En ambas condiciones experimentales, así como en cada una de las tallas ensayadas, los animales utilizados para las mediciones del consumo de oxígeno, tanto en ayuno como alimentados fueron los mismos. Cuando alguno de los animales murió o mudó durante el experimento, los datos fueron desechados.

El oxígeno consumido por cada organismo durante cada tiempo de medición, se obtuvo de la diferencia entre los valores iniciales y finales de la concentración de oxígeno disuelto en cada cámara. Este valor fue corregido por la diferencia obtenida en cada cámara control sin organismo. El ICA fue calculado de la diferencia entre el máximo consumo de oxígeno postalimentario y el consumo de oxígeno de ayuno. Así mismo se consideraron como indicadores del proceso de ingestión y digestión de alimento al tiempo para alcanzar el máximo de consumo de oxígeno así como el tiempo en regresar a niveles de consumo de oxígeno similares a los iniciales (tasa de recuperación). Los resultados fueron expresados en (joules/h/g).

Análisis Estadístico

Se utilizó el análisis de varianza de dos vías con el fin de conocer las diferencias entre los consumos de oxígeno obtenidos de los animales de las diferentes tallas y en las diferentes horas y en relación con el tipo de alimento suministrado.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el consumo de oxígeno de los camarones alimentados con alimento balanceado (GGAX) presentaron un consumo de oxígeno mayor que el observado en los animales mantenidos en las jaulas flotantes y alimentados con alimento natural. En las figuras 1 a 9 se presentan las variaciones del consumo de oxígeno de camarones de diferentes tallas y mantenidos en ayuno así como el efecto del tipo de alimento sobre la tasa respiratoria de estos animales.

a. Efecto del tipo de alimento sobre el consumo de oxígeno

a.1. Alimento GGAX.

En las figuras 1 a 6 se presentan los resultados obtenidos sobre el consumo de oxígeno de los camarones alimentados con GGAX tanto en ayuno como en los camarones alimentados. Como se puede apreciar, el consumo de oxígeno en los animales con 24 h de ayuno mostró ser relativamente constante a lo largo de las 6 a 11 horas en que se hicieron las mediciones. Durante este tiempo no se observó un ritmo circadiano marcado. Así mismo se observó que la tasa respiratoria fue mayor en los animales de entre 60 a 120 mg (Fig. 1A; 1.6 a 2.4 mg O₂ /h/g) que la observada en los animales de entre 800 y 1000 mg (Fig. 6A; 1.7 a 2.2 mg O₂ /h/g) ($P < 0.05$).

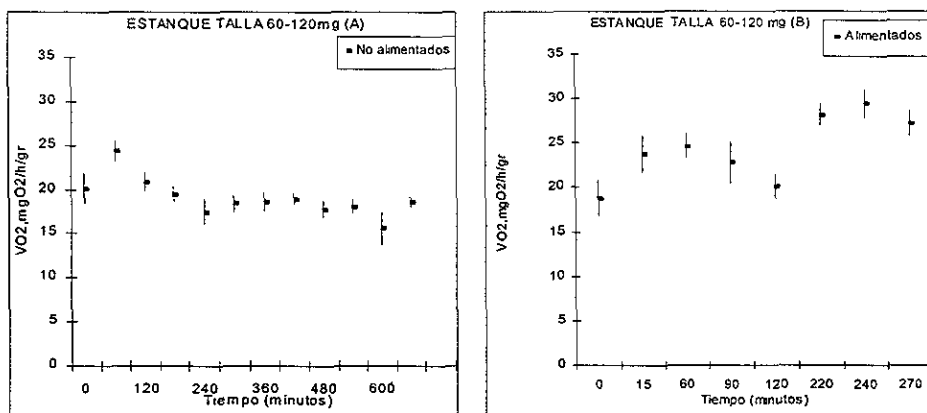


Fig. 1 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento balanceado. Animales de 60-120 mg de peso vivo. Valores $\bar{X} \pm E.S.$

No se observaron diferencias significativas entre los consumos de oxígeno en condiciones de ayuno de los camarones de entre 200 y 700 mg de peso con un intervalo de entre 2.2 y 3.8 mg O₂ /h/g (Figs. 3A, 4A y 5A) ($P > 0.05$). Los valores del consumo de oxígeno de ayuno no mostraron diferencias significativas con el consumo de oxígeno obtenido 24 h después. Por esta razón el consumo de oxígeno pre alimentario se consideró como valor en ayuno y de comparación para los cálculos del Incremento de Calor Aparente.

Una vez que los camarones fueron alimentados el consumo de oxígeno se elevó rápidamente para alcanzar su valor máximo entre 40 y 60 minutos después (Figs. 1 a 6). A excepción de los camarones de entre 60 y 120 mg (Fig. 1B) en todas las demás tallas estudiadas el consumo de oxígeno regresó a sus niveles pre alimentarios 6 a 8 horas después de haber alimentado. En los animales con talla de entre 60 y 120 mg de peso el consumo de oxígeno se incrementó de 18.8 a 24.6 mg O₂ /h/g 60 minutos después de haber alimentado ($P < 0.05$; Fig. 1B). En los camarones con talla de entre 100 y 200 mg de peso el consumo de oxígeno después de alimentar varió de entre 34 a 54 mg O₂ /h/g, alcanzando esta tasa 60 minutos después de haber alimentado (Fig. 2B; $P < 0.05$).

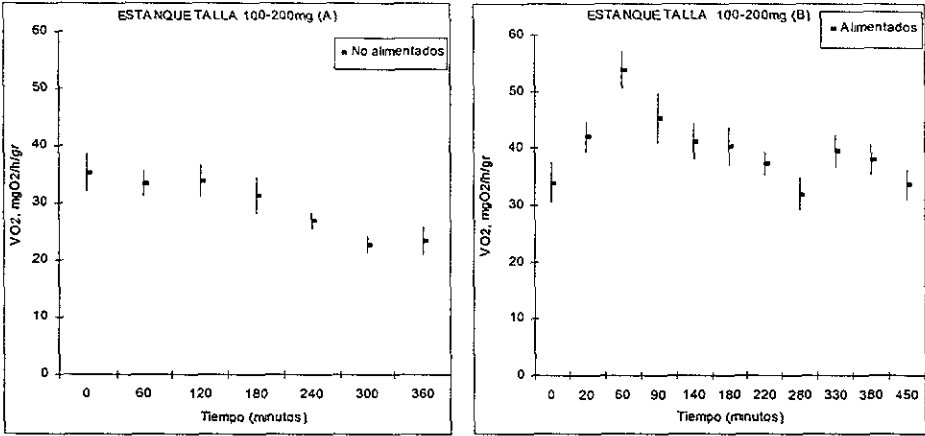


Fig. 2 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentado con alimento balanceado. Animales de 100 – 200 mg de peso vivo. Valores $X \pm E.S.$

En los camarones con talla entre 200 y 300 mg de peso el consumo de oxígeno post alimentario se elevó de 2.5 a 4.8 mg O₂ /h/g alcanzando este valor 40 minutos después de haber sido alimentado (Fig. 3B; $P < 0.05$).

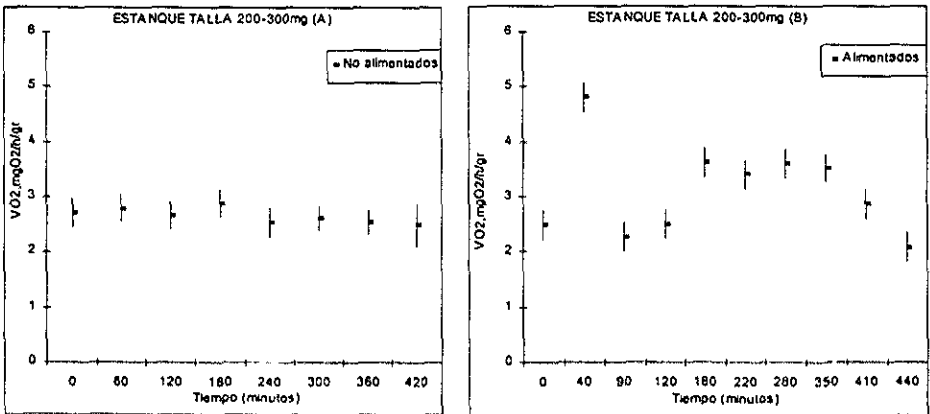


Fig. 3 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento balanceado. Animales de 200 – 300 mg de peso vivo. Valores $X \pm E.S.$

Un incremento similar fue observado en los camarones de tallas entre 350-500 mg, y 500-700 mg de peso con valores de entre 2.9 y 4.5 mg O₂ /h/g y 2.7 y 3.69 mg O₂ /h/g, respectivamente (P < 0.05; Figs. 4B y 5B).

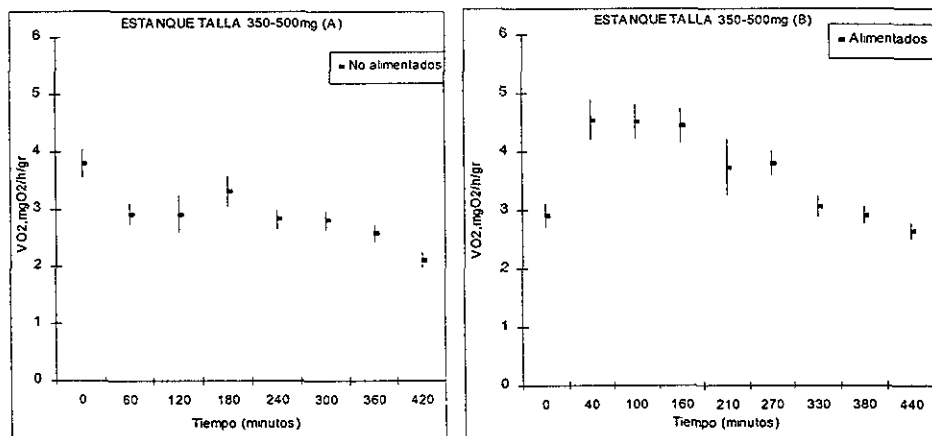


Fig. 4 Consumo de oxígeno de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento balanceado. Animales de 350 – 500 mg de peso vivo. Valores X ± E.S.

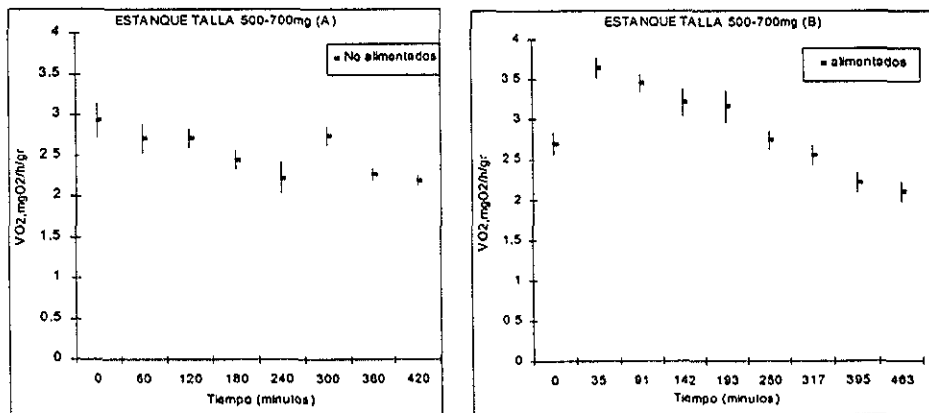


Fig. 5 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento balanceado. Animales de 500-700 mg de peso vivo. Valores X ± E.S.

En los camarones con talla entre 800 y 1000 mg el consumo de oxígeno post alimentario alcanzó valores de 3.11 mg O₂ /h/g el cual resultó ser significativamente mayor que el obtenido en los animales en ayuno (1.81 mg O₂ /h/g; P < 0.05; Fig. 6B)

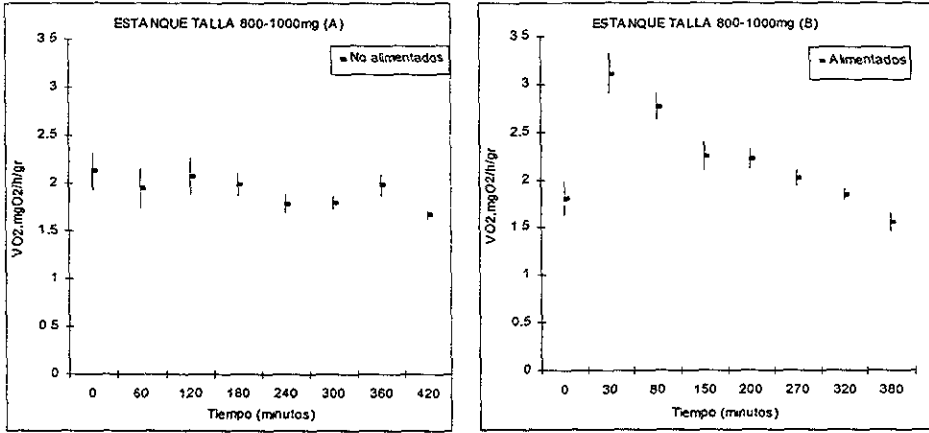


Fig. 6 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento balanceado. Animales de 800 – 1000 mg de peso vivo. Valores X ± E.S.

En las figuras 7 a 9 se presentan los resultados del consumo de oxígeno de los camarones en ayuno, así como alimentados con el concentrado natural. Como se puede apreciar el consumo de oxígeno en los animales con 24 h de ayuno mostró ser relativamente constante a lo largo de las 8 a 11 horas en que se hicieron las mediciones. Durante este tiempo se observó que la tasa respiratoria fue mayor en los animales de entre 200 a 400mg (Fig. 1A) que la observada en los animales de las otras tallas.

Una vez que los camarones fueron alimentados el consumo de oxígeno se elevó rápidamente para alcanzar su valor máximo entre 80, 40, y 30 minutos después (fig. 7, 8 y 9) respectivamente. El consumo de oxígeno regresó a sus niveles pre alimentarios 4 a 5 horas después de haber sido alimentados. En los animales con talla de entre 200 a 400mg de peso el consumo de oxígeno incremento de 2.53 a 3.86mg O₂/h/g 80 minutos después de haber sido alimentados ($P < 0.05$; Fig 7B).

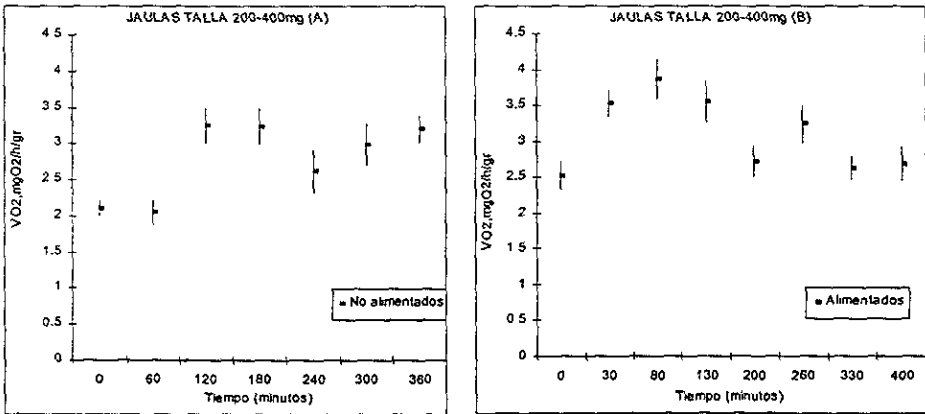


Fig. 7 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento natural. Animales de 200 – 400 mg de peso vivo. Valores $X \pm E.S.$

En los camarones con talla de entre 350 a 550mg de peso, el consumo de oxígeno después de haber sido alimentados varió de entre 1.79 a 3.04mg O₂/h/g, alcanzando este valor a los 40 minutos después de haber alimentado (Fig. 8B; $P < 0.05$).

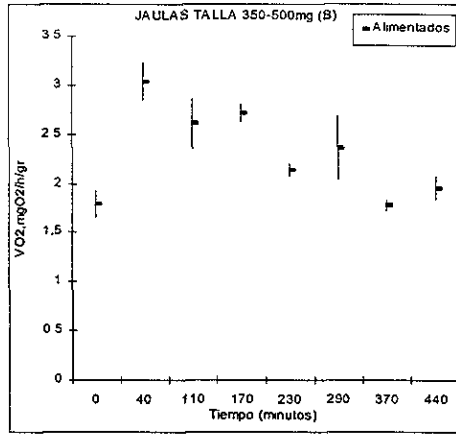
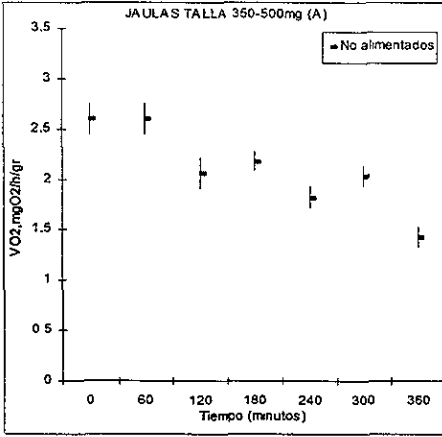


Fig. 8 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento natural. Animales de 350 – 500 mg de peso vivo. Valores de $X \pm E.S.$

En los camarones con talla entre 800 a 1000mg de peso el consumo de oxígeno post alimentario se eleva de 2.18 a 3.01mg O₂/h/g , alcanzando esta tasa 30 minutos después de haber sido alimentados (fig. 9B ; $P < 0.05$).

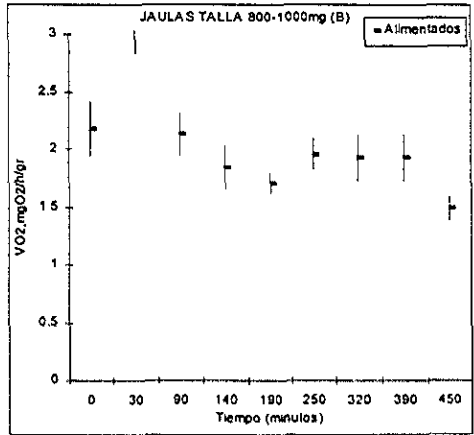
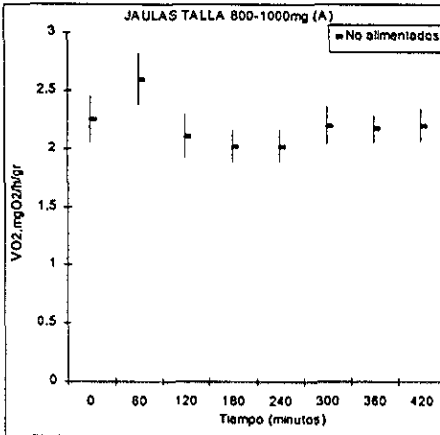


Fig. 9 Consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con 24 h de ayuno (A) y después de haber sido alimentados con alimento natural. Animales de 800 – 1000 mg de peso vivo. Valores $X \pm E.S.$

El metabolismo de rutina (Rrut) fue afectado sensiblemente por el tipo de alimento (Tabla 2, Fig. 10). En general el consumo de oxígeno de ayuno de los animales alimentados con ambos tipos de alimento mostraron valores similares de Rrut en las tallas de 200-300, 350-500 y 800 a 1000 mg de peso vivo ($P > 0.05$). Un valor promedio de 34.3 joules/h/g pv puede ser calculado como la Rrut de *L. setiferus* para ese intervalo de tallas. Valores de Rrut significativamente mayores fueron observados en los animales de tallas de entre 60-120 mg (259.3 joules/h/g pv) y 100-200 mg (423 joules/h/g pv) con respecto a las demás tallas y tipos de alimento (Fig. 10, Tabla 2) ($P < 0.05$).

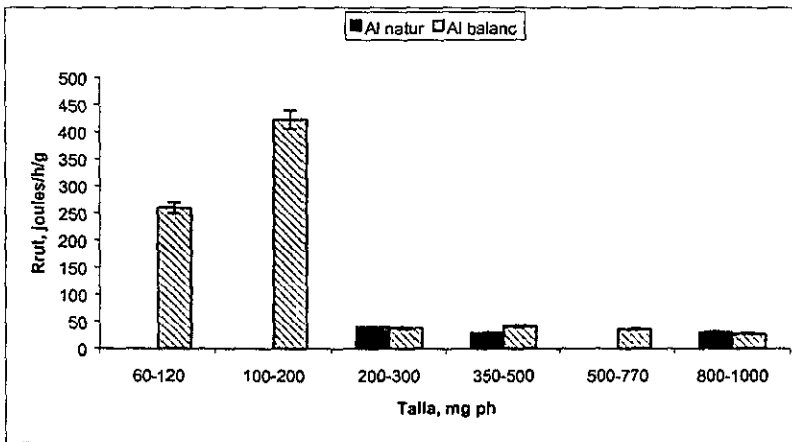


Fig. 10 efecto del peso en el metabolismo de rutina (Rrut) de juveniles de *L. setiferus* alimentados con diferentes tipos de alimento. Valores dados en $X \pm Es$.

La tasa respiratoria máxima (Rmax) obtenida después de haber alimentado a los animales se muestra en la figura 11 y tabla 2.

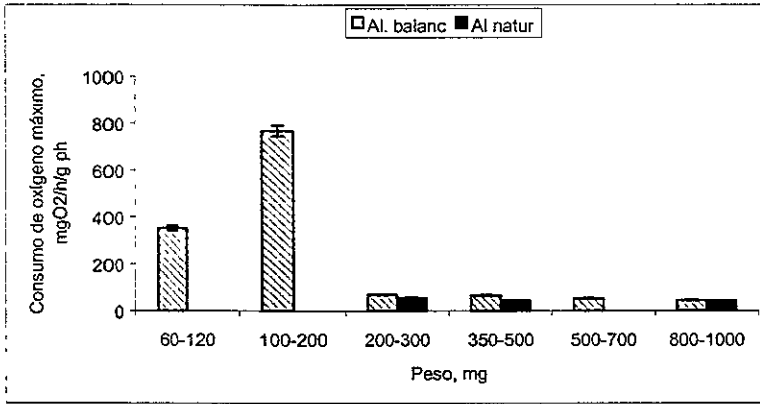


Fig. 11 efecto del peso sobre el consumo de oxígeno máximo post alimentario de juveniles de *L. setiferus* alimentados con diferentes tipos de alimento. Valores como $X \pm Es$.

Como se puede apreciar, nuevamente valores similares de Rmax fueron obtenidos en camarones alimentados con ambos tipos de alimentos y entre 200 y 1000 mg, mientras que valores significativamente mayores fueron observados en los camarones de talla entre 60 y 200 mg de peso vivo y alimentados con alimento balanceado. La Rmax de los animales de entre 200-300 y 300 a 500 mg y alimentados con alimento balanceado resultó ser 20 y 32% mayor que la Rmax obtenida en animales de tallas similares y alimentados con alimento natural ($P < 0.05$). Un valor similar (valor promedio de 43.7 joules/h/g pv) de Rmax fue observado en los animales de talla de entre 800-1000 mg y alimentados con los dos tipos de alimentos ($P > 0.05$).

Tabla 2. Efecto de la talla y el tipo de alimento sobre el metabolismo respiratorio de juveniles de *L. setiferus*. Valores $X \pm E.S.$

Estanque					
TALLA	Rrut	R max	ICA	Tiempo h	% de incremento
60-120	259.3 \pm 6.6	352.6 \pm 20.4	88.7	1	36
100-200	423 \pm 27.9	767 \pm 16.25	315.2	1	81
200-300	38.03 \pm 0.57	68.9 \pm 14.34	32.03	0.66	81
350-500	41.33 \pm 1.29	64.92 \pm 14.39	23.45	0.66	57
500-700	36.03 \pm 1.29	52.05 \pm 14.39	14.73	0.58	45
800-1000	27.45 \pm 0.715	44.5 \pm 14.35	17.7	0.5	62
Jaulas flotantes					
TALLA	Rrut	R max	ICA	Tiempo h	% de incremento
200-400	39.611 \pm 2.86	55.20 \pm 14.5	17.3	0.66	39
350-500	28.91 \pm 1	43.5 \pm 14.37	16.3	0.58	51
800-1000	30.46 \pm 0.43	43.04 \pm 14.33	12.58	0.5	41

DISCUSIÓN

La tasa metabólica, normalmente considerada en términos de consumo de oxígeno, es una forma particularmente apropiada de conocer el estado fisiológico de los organismos acuáticos; la medición de esta respuesta tiene aplicación práctica cuando se trata de animales que se pueden usar para cultivo.

La tasa de consumo de oxígeno de animales poiquiloterms, como los camarones *Peneidos*, puede ser modificada por varios factores del medio, entre los que destacan la temperatura, salinidad, el pH, la concentración de oxígeno, la talla de los animales, sexo, el tipo de alimento, el estado del ciclo de muda y otros (Kulkarni y Joshi. 1980).

En el presente estudio se determinó el consumo de oxígeno de juveniles de *Litopenaeus setiferus* de diferentes tallas en condiciones metabólicas de rutina. Se utilizaron dos tipos de alimento, uno peletizado y el un concentrado natural proveniente de las jaulas donde se mantuvieron los animales. Es interesante hacer notar que el tipo de alimento no afectó la tasa respiratoria de rutina de los camarones, indicando que después de 48 h sin alimento los camarones de ambos tratamientos mostraron la misma tasa metabólica necesaria para obtener la energía para el mantenimiento de las funciones básicas de rutina. Resultados similares han sido reportados por Rosas et al., (1996) en juveniles tempranos entre 50 y 200 mg de peso vivo de *L. setiferus*, *L. schmitti*, *F. duorarum* y *F. Notialis* alimentados con alimento formulado. En este ultimo estudio se reportaron valores de R_{rut} de 95 joules/h/g para animales mantenidos por 24 h en ayuno.

La reducción de la tasa de consumo de oxígeno de juveniles de *L. setiferus* con respecto al peso fue evidente al comparar los animales con pesos entre 60 y 200 mg con los animales de entre mas 200 y 1000 mg de peso. La tasa respiratoria en los organismos más pequeños alcanzó un valor de 259.3- 423 joules/h/g.

Estos resultados pueden significar que los juveniles tempranos de *L. setiferus* invierten más energía por gramo de peso en sus procesos fisiológicos que los camarones de las tallas más grandes. El efecto del peso sobre la respiración en camarones peneidos ha sido ampliamente documentado. Taboada et al., (1998) reportaron un consumo de oxígeno 10 veces menor en juveniles mayores de 1 g de peso que el observado en postlarvas de *L. setiferus*. Por su parte Rosas et al., (1993) reportaron que el metabolismo de rutina (Rrut) de adultos de *F. notialis* resultó ser 43% menor que la observada en postlarvas de esa misma especie. Por su parte Zúñiga (1983) señaló que la Rrut de juveniles de *F. brasiliensis* de 0.2 g fue 81% mayor que la observada en juveniles de 3 g de peso.

Las razones por las que el consumo de oxígeno específico cambia inversamente con el peso corporal están relacionadas con los mecanismos de adaptación que la mayoría de los organismos vivos tienen para crecer rápidamente durante las primeras fases de su desarrollo. De acuerdo con Prosser (1978) las fases del desarrollo más sensibles de los organismos son las formas juveniles tempranas. En estas fases siempre se observan las mayores mortalidades y están frecuentemente asociadas con la competencia por alimento y por espacio y con las necesidades de energía propias de esta fase del desarrollo. Al mismo tiempo, se ha observado, las fases tempranas de los camarones peneidos son poco eficientes en la digestión del alimento ingerido lo que implica que estos organismos necesitarán consumir mayores cantidades de alimento por gramo de peso que el que comúnmente consume un animal de mayor talla (Zimmerman y Minello, 1990). Esta condición hace que los juveniles tempranos de camarón estén adaptados para el procesamiento de proteínas con alto valor energético mientras que los juveniles aceptan mejor las dietas más variadas compuestas de niveles medios de lípidos y carbohidratos (Rosas et al., 1999).

El metabolismo de rutina representa la cantidad de energía necesaria para el mantenimiento de las funciones básicas más todas aquellas que están implicadas en la vida diaria de los camarones (Lucas, 1993). Para poder tener una medida precisa de este nivel metabólico es necesario mantener a los camarones sin alimento por el tiempo suficiente para que los procesos post absorptivos se encuentren en un mínimo.

En el presente estudio se mantuvieron a los animales 24 horas sin alimento previo a la medición del consumo de oxígeno de rutina; de manera que previo a la medición del consumo de oxígeno con alimento transcurrieron cuando menos 48 horas. El metabolismo de rutina de los juveniles de *L. setiferus* fue independiente del ambiente de cultivo mostrando niveles muy similares en los animales alimentados con alimento natural y los animales mantenidos con alimento balanceado. El hecho de no haber encontrado diferencias entre las Rrut de ambos grupos experimentales puede ser usado como un indicador de que el metabolismo de rutina medido es representativo de la especie y es independiente del tipo de alimento. Por esta razón es posible proponer una Rrut de entre 259 y 423 para animales de entre 60 y 200 mg de peso vivo y de entre 27 y 41 para animales de 200 a 1000 mg de pv (Tabla 2). Con respecto a esto, existe la necesidad de un mayor conocimiento sobre los requerimientos metabólicos de los organismos durante su actividad diaria normal, incluyendo aquellos relacionados con la actividad de alimentación con el fin de dilucidar como otros factores ambientales como la salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, etc., afectan a la Rrut (Brett y Grooves, 1979).

El efecto calorigénico del alimento ingerido quedó de manifiesto cuando el consumo de oxígeno se elevó después de haber alimentado a los camarones. En ambos grupos experimentales el consumo de oxígeno se elevó rápidamente después de alimentar para alcanzar niveles similares a los de rutina entre 6 y 10 horas después.

De acuerdo con el esquema bioenergético de Beamish y Tripell, (1990) un menor tiempo asociado con la ingestión y la metabolización de la energía ingerida esta relacionada con una mayor eficiencia en la transformación de los nutrientes ingeridos.

El nivel de alimentación más eficiente solo se logra cuando se dispone del suministro correcto de energía y los nutrientes esenciales en las proporciones requeridas para su mantenimiento y crecimiento (Hepher, 1993). Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el tiempo para alcanzar el pico de consumo de oxígeno post alimentario fue similar entre tratamientos. Esto indica que, tanto el alimento natural como el alimento balanceado son igualmente asimilables (Chakraboorty et al. 1992). Se ha demostrado que el alimento vivo o los alimentos fabricados con proteína nativa tienen una eficiencia de asimilación mayor que los alimentos elaborados con otras fuentes proteicas, lo cual pudiera estar asociado con los costos metabólicos para su procesamiento. En este sentido se ha demostrado que camarones alimentados con niveles óptimos de proteína dietética presentan tiempos menores para alcanzar el pico de consumo de oxígeno post alimentario que el observado en camarones alimentados con niveles de proteína dietética sub o supra óptimos.

El tipo de alimento también afecta la digestión, la proporción de la dieta que es asimilada y por tanto la cantidad de energía invertida en su procesamiento (Pierce y Wissing, 1974). El ICA es una medida de los costos asociados con las transformaciones mecánicas y bioquímicas del alimento ingerido y puede ser usado como un indicador de la energía que se invierte en el aprovechamiento del alimento ingerido (Beamish y Tripple, 1990). El ICA es considerado como un indicador del gasto de energía asociado a los procesos de digestión, absorción, asimilación, transporte y almacenamiento del alimento ingerido en peces y crustáceos (Beamish y Triple , 1990; Du Prez, et al . 1992).

En el presente estudio un ICA significativamente menor fue observado en los animales alimentados con alimento natural en comparación con el obtenido de los animales alimentados con alimento balanceado (Tabla 2, Fig. 13). Así mismo se observó que el ICA también es afectado por la talla, obteniéndose valores mayores en los animales más pequeños y menores en los animales más grandes (Tabla 2, Fig. 13). El incremento de calor aparente a sido usado en la selección de dietas para camarón (Rosas et al, 1995) y por los resultados obtenidos consideramos importante determinar la magnitud del costo energético asociado con la actividad alimenticia.

Desde el punto de vista nutricional, la eficiencia de asimilación de un alimento depende de la calidad y cantidad de sus componentes, así como de la capacidad de los camarones para utilizar los distintos nutrientes ofrecidos. A este respecto Lovett y Felder, (1990) señalan que *L. setiferus* está bien adaptado para procesar distintos tipos de alimentos. Estos autores encontraron que la actividad de las enzimas digestivas es más baja en los primeros estadios post larvales que en los juveniles, hecho que fue interpretado tomando en cuenta la formación del hepatopáncreas. Las diferencias en la actividad enzimática entre postlarvas y juveniles podrían estar asociadas con la capacidad digestiva y por ende con los costos metabólicos asociados con el procesamiento del alimento ingerido. Tomando en cuenta lo anterior se podría suponer que el ICA observado en los animales pequeños implica que los procesos involucrados en la obtención y procesamiento del alimento están más acelerados en estos organismos afectando los niveles del ICA. La mayor secreción de enzimas y/o la mayor tasa alimentaria, asociados ambos a un mayor requerimiento de energía en general, podría ser la explicación para las diferencias observadas entre postlarvas y juveniles tempranos.

Como ya se mencionó la proteína nativa, es decir las proteínas que conservan las mismas propiedades de los animales de las cuales son extraídas, es mejor asimilada que la proteína procesada (Cuzon ,1998).

Dietas formuladas con calamar o krill liofilizado han reportado mejores resultados que las formuladas únicamente con harina de pescado o de soya demostrando que la asimilación de las proteínas esta directamente relacionada con su composición aminoacídica y con la estructura de estas (Cousin 1995; Ezquerro *et al.* 1998; Hewitt, 1992; Le Moullac *et al.* 1994; Piefer, 1980; Rosas *et al.* 2001; Shiao and Peng, 1992).

En condiciones naturales los camarones peneidos juveniles son considerados omnívoros, excavadores, o detritívoros. En estudios de contenido estomacal que se han hecho en diferentes especies, se han encontrado, de manera general, pequeños crustáceos, poliquetos, algas y detritos. Algunas especies son más vegetarianas y otras más carnívoras (Wikiins, 1976). Algunos estudios han demostrado que los camarones peneidos juveniles se alimentan de varias algas incluyendo diatomeas digiriéndolas y asimilando estas plantas cercanas a células (Moriarty, 1976). La presencia de material vegetal en la dieta de camarones pueden indicar ser altamente esenciales para la supervivencia y eficiencia para convertir la energía en fuentes de proteínas y proporcionan una fuerte e importante fuente de nutrientes para el crecimiento y el desarrollo del camarón. De acuerdo con Zimmerman, *et al.* (1984) *L. setiferus* es la especie menos carnívora de los peneidos del Atlántico Americano con un amplio espectro alimenticio el cual ha sido confirmado a partir de estudios de contenido estomacal. Toda esta información implica que las postlarvas y los juveniles tempranos de *L. setiferus* están bien adaptados para aprovechar el alimento natural pues este produce un menor costo metabólico que aquel que pudiera producir el alimento balanceado.

Estudios recientes han demostrado que uno de los problemas para el cultivo de *L. setiferus* es que su tasa de crecimiento es más lenta que la observada en otras especies de camarones cultivados. (Rosas, Cuzon, Taboada, Pascual, Gaxiola G., and Van Wormhoudt, 2001). Encontraron que la tasa de crecimiento de *L. setiferus* es dos veces menor que la de *L. vannamei* alimentados con el mismo tipo de alimento balanceado.

Al mismo tiempo se observó que la tasa metabólica de *L. setiferus* es dos veces mayor que la de *L. vannamei* indicando que, posiblemente, las diferencias observadas en el crecimiento estén relacionadas con que *L. setiferus* invierte más energía en el metabolismo de rutina y en el ICA que *L. vannamei*, afectando la cantidad de energía que puede ser canalizada hacia el crecimiento. Tomando en cuenta los resultados obtenidos en el presente estudio es posible proponer que si la cantidad de energía invertida en el ICA puede ser reducida utilizando mayor cantidad de alimento natural, la tasa de crecimiento de *L. setiferus* podría aumentar, mejorando el rendimiento en condiciones de cultivo. En este sentido, experimentos preliminares en jaulas mostraron un incremento rápido en talla y alta sobrevivencia para camarones con tasas de crecimiento de 1.1 mm/día (Knudsen, et al. 1977).

El alimento peletizado presenta un problema de digestibilidad para las enzimas del camarón a la hora de procesarlo por el alto costo de energía que se requiere para digerir el alto contenido de proteínas, lípidos, carbohidratos, aminoácidos, aglutinantes, etc. Al parecer esto tiene como consecuencia que el camarón tenga que invertir mas energía metabólica al procesar el alimento en comparación con la utilizada con el alimento natural ya que las materias primas del peletizado han sufrido una serie de transformaciones en sus moléculas a través de los diferentes procesos utilizados para la fabricación del alimento.

Es importante considerar también que durante la formulación de alimentos no solo se deben tomar en cuenta los requerimientos nutricionales de los animales sino también se debe considerar la estabilidad del alimento en el agua. Esta característica es de suma importancia en la alimentación del camarón y otros animales acuáticos, ya que una gran cantidad de nutrientes son disueltos en el agua en las primeras 2 hrs o 3 hrs después de que el alimento es suministrado.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se puede concluir que:

- 1).-El consumo de oxígeno de rutina se ve afectado significativamente por la talla de los organismos en los intervalos utilizados.
- 2).-Es posible proponer una Rrut de entre 259 y 423 para juveniles tempranos de *L. setiferus* de entre 60 y 200 mg de peso vivo y de entre 27 y 41 para animales de 200 y 1000mg de pv.
- 3).-El consumo de oxígeno de rutina no se ve afectado significativamente por la condición de cultivo utilizada. (Tipo de alimento consumido y ambiente)
- 4).-El tipo de alimento afecta significativamente el ICA. Los valores menores se obtuvieron con alimento natural y los mayores con balanceado.
- 5).-Los resultados obtenidos apoyan la hipótesis que indica que los animales alimentados con alimento natural invierten menos energía en el procesamiento de este, lo cual puede ser importante para la preparación de dietas artificiales.

BIBLIOGRAFÍA

- Arena, L., 1995. Estudio morfológico genético- bioquímico de dos poblaciones de camarón blanco *Penaeus setiferus* del Golfo de México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM . 45pp.
- Ayala, V.R. y C. Lim., 1983. The quantitative dietary protein requirements of *Penaeus monodon* in a controlled environment. *Aquaculture* 30:53-61
- Beamish, F. W. H. y E. A. Triple., 1990. Heat increment: A static or dynamic dimension in bioenergetic models. *Trans. of the Amer. Fish Soc.* 119: 649-666.
- Brian D. Paterson., 1993. Respiration rate of the *Kuruma prawn, Penaeus japonicus* Bate, is not increased by handling at low temperature (12 C°). *Aquaculture*. 229-235.
- Brody S., 1945. Bioenergetics and growth . Reshold, New York: 0300pp
- Brown Jr. A., Mc Vey, J., Middleditch, B. S. y A. L. Lawrence., 1979 Maturation of white shrimp *Penaeus setiferus* in captivity . *Proc. World Maricul. Soc .*, 21(3):435-444.
- Chakraborty S.C*; Ross L.G.and Ross B., 1992. Specific Dynamic Action and Feeding Metabolism in common Carp, *Cyprinus carpio* L. *Comp. Biochem. Physiol.* 103A (4): 809-815.
- Chen H-Y, Z.P Zein –Eldin y 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.
- Chinnayya B., 1970. The influence of size and temperature upon the oxygen consumption in *caridina Rajadhari Bonvier* (Decapoda: Atyidae). *Science and culture.* (36): 599-560.
- Claybrook L. D., 1983. Nitrogen Metabolism. *The Biology of Crustacean.* 5:163-233.
- Cousin M., 1995. Tesis doctoral del instituto agronomico de Paris. 209 pp.

- Cuzon G.A., 1998. Nutritional review of *Penaeus stylirostris*. Reviews in Fisheries Science 6: 129-141.
- Dall, W. y D.M. Smith., 1986. Oxygen consumption and ammonia N-excretion in fed and starved tiger prawn *Penaeus esculentus* Haswell. Aquaculture 55:23-33.
- Du Preez, H., H. Y. Chen y Ch. S. Hsieh., 1992. Apparent specific dynamic action of food in the grass shrimp, *Penaeus monodon Fabricius*. Comp. Biochem. Physiol. 103A: 173-178.
- Ezquerro J. M., Garcia-Carreno, F. L., y Carrillo, O., 1998. in vitro digestibility of dietary protein sources for white shrimp (*Penaeus vannamei*). Aquaculture 163: 123- 136.
- FIRA. Boletín informativo., 1991. Criterios generales para el diseño de una explotación camarónica 23 (224): pp. 64.
- Gallardo P., E. Alfonso, G. Gaxiola, L. A. Soto, A. Sánchez y C. Rosas., 1995. Feeding scheme of *Penaeus setiferus* larvae based in diatoms *Chaetoceros ceratosorum*, flagellates *Tretraselmis chuii* and *Artemia nauplii*. Congreso Aquaculture 95. San Diego Cal
- Garduño A.H. y S. H. Carrasco., 1987. Manual de cultivo de camarón . Centro Regional de Investigación Pesquera. Inst.Nal. de la Pesca. Mazatlán, México.49pp.
- Gleason D.F. and Wellington M.G., 1988. Food resources of postlarval Brown shrimp (*Penaeus aztecus*) in a Texas salt marsh. Marine Biology . (97): 329-337.
- Guerin J.L., Stickle W.B., 1997. Effect of salinity on survival and bioenergetics of juvenile lesser blue crabs, *Callinectes similis*. Marine Biology. (129) : 63-69
- Hamada A. Y W. Maeda., 1983. Oxygen uptake due specific dynamic actino of the carp *Cyprinus carpio* . the Japanese jour. Of Limnology 44: 225-239.
- Hewitt D. R., 1992. Respoce of protein turnover in the brown tiger prawn *Penaeus esculentus* to variation in dietary protein content. Comp. Biochem. Physiol. 103A: 183-187.

- Hein H. Du Prezz,* Hounq-Yung+ and Chieh-Shih Hsieh++, 1992. Apparent Specific Dynamic Action of Food in the Grass Shrimp, *Penaeus monodon fabricus*. Comp. Biochem. Physio .103A (1) : 173-178.
- Johnton, I. A., J. Battram., 1993. Feeding energetics and metabolism in demersal fish species from Antarctic, temperate and tropical environments. Marine Biology . (115) : 7-14.
- Kulkarni G. K. and Joshi P. K., 1980. Some aspects of respiratory metabolism of a *Penaeid* prawns, *P. japonicus* Crustacea: Decapoda: Penaeidae . Hidrobiologia. 75, 27-32.
- Lawrence, A.L., Ward, D., Missler,S., Brown,A., Mc,Vey, J. y B.S. Middleditch.,1979 Organ indices and biochemical levels of ova from penaeid shrimp maintained in captivity versus those captured in the wild. Proc. World Maricul. Soc. 10: 453-463.
- Lawrence A L., 1996. Feed quality and feed management standards for environmentally sound aquaculture. Bangkok, Thailandia, World Aquaculture Society. 215pp.
- Le Moullac G., Van Wormhoudt,A. and Aquacop., 1994. Adaptation of digestive enzyme to dietary protein, carbohydrate and fiber levels, and influence of protein carbohydrate quality in *Penaeus vannamei* larvae (crustacea, Decapoda). Aquatic Living Resources 7: 203-210.
- Lovett Donald L. and Darryl L., Felder. , 1989. Ontogeny of Gut Morphology in the white Shrimp *Penaeus setiferus* (Decapoda, Penaeidae). Journal of Morphology. 201: 253-272.
- Lucas A., 1993 Bioenergetique Des Animaux Aquatiques. Masson, Paris.
- Martínez Palacios, C . A., Ross, L.G., and Jiménez Valenzuela, L., 1996. The effects of temperature and body weight on the oxygen consumption of *Penaeus vannamei*, Boone, 1931. Journal of aquaculture in the tropics. Calcutta11: 59-65.

- Mctigue Ann Teresa and Zimmerman .J Roger., 1991. Carnivory vs. Herbivory in Juvenile *Penaeus setiferus* (Linnaeus) and *Penaeus aztecus* (Ives). J. Exp. Mar. Biol.. Ecol. (151) : 1-16.
- Minello J. Thomas, Zimmerman J. Roger and Barrick A. Pamela., 1990. Experimental Studies on selection for Vegetative Structure by Penaeid Shrimp. NOAA Technical Memorandum, NMFS-SEFC-237. 1-30pp.
- Nunes A J. P. ' G. Jay Parsons^{b.1}., 2000 .Size-related feeding and gastric evacuation measurements for the Southrn Brown shrimp *Penaeus subtilis*.Aquaculture. (187): 133-151.
- Orellana M., 1993. Efecto de la inclusión de adultos de *Artemia franciscana* sobre la composición bioquímica de hembras en maduración del camaron blanco *Penaeus setiferus*. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias UNAM. 41pp.
- Parker,J.C.and H.W. Holcom,Jr.,1973. Growth and production of brown and white shrimp *Penaeus aztecuz* and and *P. setiferus* from the experimental ponds in Brasosaria and Orange Counties. Texas. Proceedings of the World Mariculture Society 4:215-234.
- Piefer A., and P.E., 1980. Studies on the comparative efficiency of utilization of gross energy from some carbohydrates, protein and fats by rainbow trout (*Salmo Gairdneri*,R). Aquaculture .20.
- Rosas C., A. Sánchez, L.A. Soto ,E.Escobar y A.Bolongaro., 1992. Oxygen consumption and metabolic amplitude of decapod crustaceans from north west continental shelf of Gulf of México. Com. Biochem. Physiol . 101 A (3) :491-496.
- Rosas C¹ and Vanegas C, Tabares I and Ramírez J.,1993. Energy Balance of *Callinectes rathbunae* Contreras 1930 in Floating Cages in a Tropical Coastal Lagoon..Journal of the world Aquaculture Society. 24 : (1) 71-80.

- Rosas C., Sánchez A, E. Díaz-Iglesia, L. A. Soto, G. Gaxiola, R. Brito, t. García, N. Lima, Mbaez, y R. Pedroza., 1993 . Oxygen consumption and ammonium excretion of *Penaeus setiferus*, *P. schmitti*, *P. duorarum* y *p. notialis* postlarvae fed purified test diets. Effects of protein level on substrate metabolism. Comp Biochem Physiol (en prensa).
- Rosas C,¹ Sánchez A.¹ , Díaz E² , Soto L.A³, Gaxiola G¹, Brito R², Baes M² and Pedroza R⁴., 1995. Oxygen consumption and ammonia excretion of *Penaeus setiferus*, *P. schmitti*, *P. notialis* postlarvae fed purified test diets: effect of protein level on substrate metabolism. Aquat. Living Resour. (8): 161-169.
- Rosas C., Sánchez A, Gallardo P, Quiroz J. . Gaxiola G, Díaz-Iglesia E y Soto L.A., 1995.Oxygen consumption and ingestión rate of *Penaeus setiferus* larvae feed with *Chaetocerus ceratrosorum*, *Tetraselmis chuii* and nauplii. Congreso Aquaculture 95. San Diego Cal.
- Rosas C.¹ and Sánchez A, Díaz E., Soto L.A., Gaxiola G, Brito R.,1996. Effect of Dietary Protein Level on Apparent Heat Increment and Post-Prandial Nitrogen Excretion of *Penaeus setiferus* , *P. schmitti* , *P. duorarum* , and *P. notialis* Postlarvae. Journal of the World Aquaculture Society. 27 (1) : 92-103.
- Rosas C¹ ., Martinez E² , Gaxiola G.¹ , Brito R.³ , Díaz- Iglesia³ E, .Soto L.A.⁴ ,1998. Effect of dissolved oxygen on the energy balance and survival of *Penaeus setiferus* juveniles. Mar. Ecol. Prog. Ser. (174) :67-75.
- Ross L.G. , Mckinney R.W., Cardwell S.K., Fullarton J.G., Roberts S.E.J., and Ross B., 1992. The Effects of Dietary Protein content Lipid content and Ration level on Oxygen Consumption and Specific Dynamic Action in *Oreochromis niloticus* L. Comp.Biochem. Physiol. 103A (3): 573-578.

- Sanchez A., Rosas C., Escobar E., and Soto L. A., 1991. Skeleton weight free oxygen consumption related to adaptation to environment and habits of six crustacean speies. *Comparative Biochemestry and Physiology*. 100A: 69-73.
- Sandifer P. A, Hopkins, J. S. Stokes, A.D and Browdy. C. L., 1993. Preliminary comparisons of the native *Penaeus setiferus* and pacific *Penaeus vannamei* white shrim for pond culture in South Carolina USA. *Journal of the World Aquaculture Society*. 24(3): 295-303.
- Roast^a S.D., J. Widdows^b , M. B. Jones^{a,*} ., 2000. Egestion rates of the estuarine mysid *Neomysis integer* (Peracarida: Mysidacea) in relation to a variable environment. *Journal of experimental Marina Biology and Ecology*. (245) : 69- 81.
- Shiau S.-Y. y C.-Y.Peng. , 1992. Utilization of different carbohydrates at diferent dietary protein levels in grass prawn, *Penaeus monodon* , reared in seawater . *Aquaculture* , 101: 241-250.
- Taboada J., 1995. Requerimientos de proteínas de los juveniles de *Penaeus setiferus* (Linneo 1767) Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM 41pp
- Tacon A.G., 1990. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimps. A training manual. Argest Press 100pp.
- Tandler A. F.W.H. Beamish., 1981. Apparent specific dynamic action (SDA) , fish weigh and level of caloric intake in lagemouth bass *Micropteros salmoides Lacepède* . *Aquaculture* 23: 231-242.
- Zuñiga Romero O.,1983. Distribución de la Energía en Juveniles *Penaeus brasiliensis* Alimentos con Dietas Diferentes. *Cienc. Y Tec. del Mar , Cona.* (7): 27-45.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**