

24
229



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

***Campo de actividad metabólica de postlarvas de
Penaeus aztecus Ives, en un sistema experimental
de cultivo en tamiahua, veracruz.***

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G A
P R E S E N T A
ELLA GLORIA VAZQUEZ DOMINGUEZ

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1969



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
AREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIAL Y METODO.....	9
Captura y mantenimiento de los organismos.....	9
Mediciones del consumo de oxígeno.....	11
Determinación de la productividad.....	12
Análisis estadístico.....	13
RESULTADOS.....	14
Parámetros ambientales en los estanques experimentales.....	14
Consumo de oxígeno.....	15
Productividad Neta y Productividad Fotosintética.....	16
Amplitud Metabólica y ADE Aparente.....	16
DISCUSION.....	18
CONCLUSIONES.....	26
TABLAS Y FIGURAS.....	27
AGRADECIMIENTOS.....	41
LITERATURA CITADA.....	42

RESUMEN

El interés por la acuicultura de los camarones peneidos en nuestro País ha crecido en años recientes debido a las ventajas que representa su cultivo, ya que son organismos que tienen una alta tasa de crecimiento y gran importancia económica. Sin embargo, la falta de conocimiento sobre su biología, fisiología y conducta no ha permitido la obtención de cultivos exitosos.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue el conocer los requerimientos mínimos del nivel de oxígeno que permitan la optimización del crecimiento y sobrevivencia de postlarvas de *Peneaus astecus* en un sistema experimental de cultivo. Esta especie representa un recurso importante en la pesquería del Golfo de México, por lo que se requiere de estudios en relación con su metabolismo de rutina y su actividad de alimentación, que puedan tener aplicaciones a futuro.

Se utilizaron postlarvas de *Peneaus astecus* capturadas en la localidad de Tantálamos en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, las que se mantuvieron en seis estanques experimentales de formas cuadrada, circular y ovalada.

Durante dos ciclos de 24 horas se midió el consumo de oxígeno de tres postlarvas de cada estanque durante actividad espontánea y sin alimentarse y el consumo de oxígeno después de recibir alimento, utilizando botellas ámbar de 125 ml como respirómetros cerrados. Con estos datos se determinó la amplitud metabólica y el efecto de la alimentación sobre el metabolismo. Finalmente, se determinó la productividad fotosintética y la productividad neta de los estanques por el método de las botellas claras y oscuras

Los resultados obtenidos muestran que las postlarvas presentaron una mayor actividad durante las horas del día, periodo en el que fueron alimentadas durante el experimento. Así, la ritmicidad de los camarones se pudo manipular por medio de la alimentación.

El campo de actividad metabólica, en el cual se incluyó tanto la actividad espontánea como la alimentación de las postlarvas de *P. aztecus*, fue de $1.4 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ para el primer ciclo y de $1.25 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ para el segundo. Se observó que el campo de actividad metabólica no fue afectado significativamente por un intervalo de temperatura y salinidad de 20 a 27°C y de 21 a 29‰ , respectivamente, aunque existió una disminución del mismo durante los días más fríos. Tomando en cuenta que los requerimientos mínimos de oxígeno para las postlarvas es de $2 \text{ mg O}_2/\text{L}$ se pudo concluir que la cantidad de oxígeno mínima requerida en los estanques para las postlarvas de *Penaeus aztecus* fue de $3.4 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$.

Se observó también que la productividad del fitoplancton y del fitobentos son elementos esenciales para el mantenimiento de estos requerimientos mínimos y para el buen desempeño de las postlarvas en cultivo. Así, de los estanques experimentales empleados, fue en los ovalados en los que se obtuvieron los mejores resultados. El presente trabajo se propone como estudio piloto del que se puedan tomar las bases para el cultivo del camarón café, *Penaeus aztecus*, a mayor escala o cultivo semi-intensivo.

INTRODUCCION

En años recientes, debido a la necesidad de explotar nuevas fuentes de proteína para la alimentación del hombre, se ha incrementado el interés en desarrollar el cultivo de los invertebrados marinos. Entre éstos, destaca el de los camarones peneidos que se consideran especies aptas para el cultivo debido a su alta tasa de crecimiento y a su importante valor económico (Gaudy y Sloane 1981, Orbe y Arias 1987).

Aunque el cultivo de camarón (*Penaeus spp.*) es biológicamente posible, los intentos de desarrollar el cultivo de estos organismos en el País no han sido del todo económicamente exitosos ya que, a pesar de los años de estudios, muchos aspectos básicos de su conducta, biología y fisiología no se conocen bien. Para el cultivo de cualquier animal es fundamental el conocimiento de su metabolismo energético, es decir, la adquisición y utilización de la energía bajo condiciones específicas (Bishop et al. 1980).

El método del cultivo semi-intensivo es el más utilizado por los países que realizan esta actividad. Este método se refiere a un control parcial del cultivo debido a que, únicamente durante la engorda, se controlan los factores que intervienen en el crecimiento del camarón. La preferencia por este método se debe a que en el ambiente existen postlarvas y crías disponibles que se capturan y transfieren a los estanques de engorda (Orbe y Arias *op cit.*).

Entre los camarones peneidos que habitan el Golfo de México, *Penaeus aztecus* es una especie que representa un recurso importante para la pesquería del camarón en el País (Guitart y Hondares 1980).

El metabolismo respiratorio de los organismos es particularmente apropiado para cuantificar la utilización de la energía bajo diferentes condiciones ambientales, ya que es considerado como uno de los mejores indicadores de la actividad fisiológica general de los mismos (Gaudy and Sloane 1981).

El metabolismo respiratorio es importante también porque puede ser utilizado como un indicador de la tasa metabólica del organismo relacionada con los procesos fisiológicos normales (Duncan y Klekowski 1975) y así, conociendo los requerimientos para el metabolismo, éstos pueden ser controlados adecuadamente en los sistemas de cultivo.

Entre los factores del medio que pueden modificar la tasa respiratoria de los camarones en cultivo se encuentra la concentración de oxígeno, la cual suele estar en función de la productividad y de la tasa de recambio de agua (Spotts 1984).

Ya que los camarones peneidos están sujetos a oscilaciones rítmicas de factores ambientales como son las mareas y el fotoperíodo, para conocer el metabolismo de rutina es necesario llevar a cabo la medición de la tasa respiratoria en ciclos de 24 horas y en condiciones lo más cercanamente posible al ambiente natural (Dall 1988). A la diferencia entre el máximo y el mínimo consumo de oxígeno de los organismos durante el ciclo de 24 horas se le ha denominado amplitud metabólica (Díaz et al. en prensa).

De acuerdo con Fry (1947) el metabolismo se puede dividir en tres niveles: el metabolismo basal, de rutina y activo. El metabolismo activo se define como la tasa máxima de consumo de oxígeno en condiciones de actividad forzada continua y en estado post-absortivo; el metabolismo basal o estandar, que es la estimación de la tasa metabólica mínima para el mantenimiento de las

funciones vitales en completa inactividad, se obtiene al extrapolar el metabolismo activo a cero actividad. A la diferencia entre estos dos tipos de metabolismo se le ha denominado campo de actividad metabólica (Fry *op cit.*, Brett 1971) o energía invertida en el trabajo externo.

El metabolismo de rutina se obtiene cuando se mide el consumo de oxígeno de los animales en actividad espontánea y sin estres aparente, ya sea en condiciones cercanas a su ambiente natural o en alguna condición experimental específica. Debido a que la alimentación frecuentemente altera el consumo de oxígeno de los organismos, el metabolismo de rutina es medido cuando se ha privado a los animales de alimento por 24 horas (Wallace 1973).

Bishop *et al.* (1990) ha establecido acerca del metabolismo de los camarones penidos que "debido a que las demandas metabólicas de mantenimiento y alimentación deben satisfacerse antes de que pueda haber crecimiento, el conocimiento de estas demandas bajo diferentes condiciones puede ser utilizado ventajosamente para controlar o manipular la conversión del alimento." Así, si se realizan mediciones de la amplitud metabólica del organismo aunadas al efecto que tiene la alimentación sobre éste, se puede tener una apreciación de la energía necesaria para la actividad espontánea y para la alimentación en condiciones de cultivo. Estos resultados también pueden ser de utilidad si se relacionan los niveles de energía necesarios para el metabolismo de rutina con la concentración de oxígeno necesaria para cubrir estos requerimientos.

El incremento de la tasa metabólica de los organismos después de alimentarse, expresado en unidades de producción de calor, se le ha llamado acción dinámica específica. Ya que los requerimientos energéticos para la absorción, digestión, transportación y asimilación del alimento son distintos de los de la acción dinámica

especifica pero difíciles de separar experimentalmente, el término apropiado es acción dinámica específica aparente (Beamish et al. 1975).

Diferentes autores han estudiado el consumo de oxígeno de camarones peneidos (Kutty 1968, Bishop et al. 1980, Gaudy y Sloane 1981, Ramos y Oliva 1984, Dall 1986, Dall y Smith 1986), sin embargo, no se ha intentado conocer los requerimientos mínimos de nivel de oxígeno disuelto que permitan la sobrevivencia y crecimiento óptimos de los organismos en cultivo, en relación con su metabolismo de rutina y su actividad de alimentación.

Actualmente México cuenta con 8000 hectáreas dedicadas al cultivo del camarón. La mayor parte se concentra en la costa del Pacífico y se basa principalmente en el cultivo de *Penaeus vannamei*. En la región del Golfo de México si bien el potencial de cultivo es alto, la escasez de estudios básicos existentes que se concentren en especies tales como *P. aztecus* y *P. setiferus* de ambientes tropicales, ha limitado este desarrollo en tan extensa región.

Tomando en cuenta lo anterior y considerando la importancia que tiene para nuestro País el desarrollo de una tecnología propia de cultivo de camarón y la necesidad de conocer los requerimientos de oxígeno mínimos en cultivo, la finalidad del presente trabajo fue la de medir el campo de actividad metabólica, que en este particular se refiere al metabolismo de rutina y a la actividad de alimentación, de postlarvas de *Penaeus aztecus* en un sistema experimental de cultivo en Tamiahua, Veracruz.

AREA DE ESTUDIO

La Laguna de Tamiahua se encuentra ubicada en la porción media occidental de las costas del Golfo de México en la zona Norte del Estado de Veracruz ($21^{\circ}06'$ $22^{\circ}06'$ latitud Norte y $97^{\circ}23'$ a $97^{\circ}46'$ longitud Oeste) con una orientación NNW a SSE paralela a la línea de la costa y separada del Golfo de México por una barrera arenosa llamada Cabo Rojo. Se encuentra limitada por los ríos Pánuco al Norte y Tuxpan al Sur, pero aislada de éstos por los azolvamientos de sus canales Chijol y Tampamachoco. La superficie aproximada de la Laguna es de $5,488 \text{ km}^2$ y se comunica con el mar al Sur por la Boca de Corazones y al Norte por la Boca de Tampachichi, siendo esta última de origen artificial (Ayala-Castañares et al. 1969) (Figura 1).

Dicha Laguna ha sido descrita ampliamente en relación a su hidrología y batimetría (De Buen 1957, Reséndez 1974) y en su geología y meteorología (Cruz 1968).

Es un cuerpo de agua somero con profundidades máximas de 3.0 metros y con tendencia a los azolvamientos, principalmente en su porción central sur. El fondo de la Laguna se caracteriza por el predominio de sedimento limo-arcilloso con arena (Villalobos et al. 1976).

La temperatura del agua de la Laguna oscila de 18°C en el invierno hasta los 33°C durante el verano. La salinidad varía desde 36‰ en las áreas de comunicación con el mar hasta 9‰ en la desembocadura de los ríos. Los valores de oxígeno disuelto oscilan desde 3.0 a $3.5 \text{ mg O}_2/\text{L}$ que varían con la afluencia de agua dulce y con la entrada de agua marina. Sin embargo, llega a presentar valores de alta concentración de oxígeno disuelto de hasta $7 \text{ mg O}_2/\text{L}$ (Villalobos et al. op cit.).

La producción del fitoplacton de la Laguna es responsable de una alta y sostenida concentración de oxígeno disuelto en las aguas, condición favorecida por los nutrientes del sistema los que se traducen, a través de la trama trófica, en crecimiento y desarrollo de organismos de interés para la biología pesquera, sobretodo en el Sur de la Laguna (Cárdenas 1989).

El clima es cálido húmedo con lluvias fuertes en verano y seco en el invierno, con una precipitación media anual superior a 750 mm y una temperatura media anual de 18°C. Estas características del clima presentan excepciones frecuentes originadas por los vientos del norte comunes en la región. Predominan los vientos fríos del N y NE desde octubre hasta marzo (Villalobos et al. *op cit.*).

MATERIAL Y METODO.

CAPTURA Y MANTENIMIENTO DE LOS ORGANISMOS.

En el presente trabajo se emplearon postlarvas epibénticas del camarón *Ponocerus aztecus*, Ives, las cuales fueron capturadas con una red de Patin tipo Pullen et al. (1968) en la localidad de Tantálamos el 5 de noviembre de 1968 (Fig. 2).

Las postlarvas se transportaron con agua del medio al laboratorio de campo en donde se colocaron en grupos de diez organismos en cada uno de seis estanques experimentales. Previamente, se eligieron los organismos dentro de un intervalo de 1.5-2.5 cm de longitud total y se pesaron en una balanza granataria (± 0.05 g). Las postlarvas seleccionadas presentaron un intervalo de 0.3-1.4 gr de peso húmedo (CPHD).

Se utilizaron estanques de fibra de vidrio de formas cuadrada, circular y ovalada (dos de cada una) de 1m cuadrado de área y de 18 cm de altura. Los estanques se dispusieron como se muestra en la figura 3, al aire libre y bajo sombra, con el fin de evitar el exceso de insolación y mantener la temperatura en un intervalo adecuado para los animales. Cada estanque se dividió en cuadrantes para facilitar la toma de datos.

Los estanques estaban provistos de entradas y salidas de agua: en los cuadrados se colocaron dos entradas y dos salidas, en los extremos opuestos; en los circulares la entrada se dispuso en la orilla y la salida en el centro; en los ovalados se colocaron una entrada y una salida en los extremos. De esta manera se creó, en cada estanque, una corriente de circulación que permitió mantener un recambio de agua constante (Figura 3).

El agua utilizada en el llenado de los estanques provino directamente del estero Milpas (Fig. 2) desde donde fue bombeada hacia un estanque de almacenamiento y posteriormente se distribuyó a cada estanque experimental. El flujo de agua se reguló por medio de llaves colocadas en las entradas, el cual se mantuvo constante en cada estanque y aproximadamente en 1.5 L/h. El recambio diario de agua en los estanques fue aproximadamente de 22% en los cuadrados, 29 % en los circulares y 41 % en los ovalados.

Se cubrió con arena el fondo de cada estanque formando una capa de un centímetro de grosor de manera que los animales pudieran enterrarse en el sustrato.

La temperatura, la salinidad y el nivel de oxígeno disuelto en los estanques fueron similares a los del medio natural, es decir, al agua del estero, sin que se alteraran artificialmente en ningún momento.

Como periodo de aclimatación de los organismos a los estanques se consideró la primera semana de las cuatro que duró el experimento.

Durante 24 días, incluyendo cinco días de aclimatación, se tomaron datos de pH del agua y pH del sustrato con un potenciómetro Corning (± 0.01); la temperatura y la concentración de oxígeno se midieron con un oxímetro y sensor polarográfico (YSI 54 ARC). La salinidad del agua se midió con un refractómetro de mano ($\pm 1\%$). Estos registros se realizaron en cada cuadrante, en los seis estanques, excepto los de temperatura y salinidad que fueron medidos en un sólo punto ya que se había comprobado anteriormente que no existían variaciones entre éstos. Este procedimiento se llevó a cabo dos veces diarias, a las 09:00 y 19:00 h aproximadamente. Las postlarvas se alimentaron dos veces al día con Chow Trucha Purina en polvo antes de iniciar la toma de datos (Bologaro-Crevenna M.S.).

MEDICIONES DEL CONSUMO DE OXIGENO

Con el fin de conocer la tasa metabólica de los organismos se midió el consumo de oxígeno de las postlarvas durante ciclos de 24 horas, a los 12 y 24 días después de iniciado el experimento. Para éste fin, se emplearon 18 botellas ámbar de 125 ml las cuales fueron utilizadas como respirómetros cerrados. Se emplearon tres animales por estanque y se colocó un organismo por dispositivo. Los camarones se mantuvieron sin alimento durante 8 horas antes de iniciado el experimento

El ciclo se inició a las 18:00 hrs aproximadamente. Se hicieron registros iniciales de la concentración de oxígeno en cada dispositivo y fueron inmediatamente sellados durante 90 minutos; posteriormente, se abrieron los respirómetros, se llevó a cabo una segunda medición, se recambió el agua de cada dispositivo y se sellaron nuevamente. En cada medición se registró la temperatura del agua. Este procedimiento se realizó cada 90 minutos a lo largo de 24 horas.

Los organismos fueron alimentados una sola vez a las 14:00 hrs. antes de la última medición del ciclo y después de 29 horas sin recibir alimento. Finalmente, se pesaron en una balanza granataria para medir el peso húmedo (PH) de cada organismo.

Los valores de consumo de oxígeno de las postlarvas se determinaron por la diferencia entre la concentración de oxígeno disuelto antes y después del cierre de las botellas. Los valores fueron corregidos con las mediciones obtenidas de una botella testigo sin camarón.

Al conocer el consumo de oxígeno de las postlarvas durante cada ciclo de 24 horas se obtuvo la amplitud metabólica, expresada

en $\text{mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$, por la diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo de consumo de oxígeno, sin considerar el consumo de los organismos alimentados.

La diferencia entre el valor del consumo de oxígeno de las postlarvas después de alimentarse y el valor más alto de consumo sin estar alimentadas, se consideró como el efecto de la alimentación sobre la tasa metabólica durante actividad espontánea.

DETERMINACION DE LA PRODUCTIVIDAD

Con el fin de conocer las variaciones de la concentración de oxígeno disuelto en los estanques se determinó la productividad fotosintética y la productividad neta de cada uno, para lo cual se utilizó el método de las botellas claras y oscuras. Así, se determinó la variación de la concentración de oxígeno disuelto durante el ciclo de 24 horas y en los lapsos de 90 minutos mencionados anteriormente (Brower y Zar 1977).

La productividad fotosintética se calculó a partir de la ecuación:

$$PF = \frac{C_1 - C_2}{DT}$$

donde PF es la productividad fotosintética expresada en $\text{mg O}_2/\text{h}$; C_1 y C_2 corresponden a la concentración de oxígeno final en la botella clara y la concentración final en la botella oscura, respectivamente; DT es el tiempo entre la medición inicial y final de la concentración de oxígeno.

La productividad neta (PN) se calculó como:

$$PN = PF - R$$

donde R es la respiración expresada en $\text{mg O}_2/\text{h}$, calculada de la siguiente manera:

$$R = C_i - C_f/DT$$

donde C_i es la concentración inicial de oxígeno en el medio, C_f la concentración final en la botella oscura y DT el tiempo entre las mediciones inicial y final.

ANALISIS ESTADISTICO

El análisis de los resultados obtenidos se llevó a cabo de la siguiente manera: se realizó la prueba de Kruskal-Wallis (Zar 1974) para conocer si existían diferencias estadísticas entre los diferentes estanques, entre las horas a lo largo de los ciclos de 24 horas y/o entre ambos ciclos, con respecto al consumo de oxígeno de las postlarvas. Se construyeron diagramas de cajas en paralelo para ambos ciclos (Tuckey 1977) para facilitar la visualización del consumo de oxígeno de los organismos.

Para conocer si se presentaban diferencias significativas en la productividad neta y la productividad fotosintética entre los estanques, entre las horas y/o entre los ciclos, se utilizó la prueba no paramétrica de ANOVA sin repetición. Finalmente, para saber si los resultados de la productividad del fitobentos eran estadísticamente diferentes se llevó a cabo la prueba de chi-cuadrada (Zar op cit.).

RESULTADOS

PARAMETROS AMBIENTALES EN LOS ESTANQUES EXPERIMENTALES

Las variaciones de la temperatura y la salinidad en los estanques de cultivo, durante el periodo experimental, no presentaron diferencias entre estanques aunque fluctuaron entre 20°C y 27.5°C y entre 21‰ y 32‰, respectivamente. En cuanto al pH del agua, se encontraron variaciones entre 8.4-9.9, similares a las del pH del sustrato entre 8.1-8.8. Solo se encontraron diferencias significativas entre el pH medido en los diferentes tipos de estanques. El valor mediano de la concentración de oxígeno durante el periodo experimental fue de 4.7 mg O₂/L, aunque se alcanzó un mínimo de 2.7 mg O₂/L (estanque cuadrado en la segunda semana) y un máximo de 7.1 mg O₂/L (estanque ovalado en la segunda semana). En estas condiciones, la sobrevivencia de las postlarvas en los estanques cuadrados fue muy baja (20% y 30% en relación con la obtenida en los ovalados (62.5% y 87.5%) (Bologaro-Crevenna *op cit.*).

Según los resultados obtenidos por Bologaro-Crevenna (*op cit.*) sólo en los estanques ovalados se encontró una concentración de oxígeno significativamente mayor durante la segunda semana (53% mayor que los cuadrados y 21% mayor que los redondos) y durante la tercer semana (18% mayor que los primeros y 14% mayor que los segundos) (p<0.05). Las diferencias en la concentración de oxígeno en los estanques entre las horas del día sólo fueron significativas en la segunda semana (18% mayor en la tarde que en la mañana, p<0.05).

CONSUMO DE OXIGENO

Con respecto al consumo de oxígeno de las postlarvas obtenido en los respirómetros, no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de estanques ($p > 0.05$), por lo que se procedió a agrupar los datos para cada ciclo experimental. La mediana de los valores del consumo de oxígeno de las postlarvas no mostró diferencias significativas entre ambos ciclos ($p > 0.05$) (Tabla 1). Entre las horas a lo largo de cada ciclo, las diferencias en el consumo de oxígeno sí fueron significativas ($p < 0.05$) (Figura 4).

Con los diagramas de cajas en paralelo se facilitó la visualización del comportamiento del consumo de oxígeno de las postlarvas en los estanques a lo largo de 24 horas. (Tabla 2, Figura 5). El consumo de oxígeno durante el primer ciclo presentó un pico máximo entre las 14:00 y las 16:00 hrs. ($1.91 \text{ mg O}_2/\text{h}\cdot\text{g PHD}$) que concuerda con el pico de máxima productividad neta de los estanques (Tabla 3, Figura 5). Estos valores disminuyeron progresivamente hasta las 04:30 hrs., donde el consumo de oxígeno alcanza su valor mínimo ($0.52 \text{ mgO}_2/\text{hr}\cdot\text{g PHD}$) (Tablas 2 y 3, Figura 5).

Para el segundo ciclo se obtuvieron dos picos significativos de máximo consumo de oxígeno, uno entre las 10:00 y 12:00 hrs. ($2.05 \text{ mg O}_2/\text{hr}\cdot\text{g PHD}$) y otro a las 20:00 hrs. ($1.5 \text{ mg O}_2/\text{hr}\cdot\text{g PHD}$); el valor más bajo fue de $0.8 \text{ mg O}_2/\text{hr}\cdot\text{g PH}$ a las 19:00 hrs. A su vez, el intervalo de la productividad fue más amplio que en el primer ciclo, extendiéndose de las 10:00 a las 18:00 hrs., aproximadamente (Tablas 2 y 3, Figuras 5). En ambos ciclos existió una asociación entre el máximo consumo de oxígeno de las postlarvas y la mayor temperatura registrada en los estanques (Figura 5).

Durante el segundo ciclo no se realizaron mediciones en el estanque 3 debido a que en éste sólo había tres organismos para esa fecha, los cuales no sobrevivieron al inicio del ciclo.

La oscilación de la temperatura durante los ciclos de 24 horas correspondió al cambio natural de la temperatura durante el día y la noche. De los registros obtenidos, se pudo apreciar que la temperatura fue menor en el segundo ciclo ($16^{\circ}\text{C} - 23^{\circ}\text{C}$) que en el primero ($21^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$), debido a la presencia de "nortes" en la zona de estudio durante el período experimental. La oscilación del consumo de oxígeno de las postlarvas concordó con la oscilación registrada de la temperatura, donde el mayor consumo de oxígeno se encontró en el rango de mayor temperatura (12:00-17:00 hrs. durante el primer ciclo y 11:00-17:00 hrs. en el segundo) (Figura 8).

PRODUCTIVIDAD NETA Y PRODUCTIVIDAD FOTOSINTETICA

En los resultados de productividad fotosintética y productividad neta se encontraron diferencias significativas entre las horas a lo largo del ciclo, para cada uno de los estanques ($p < 0.05$) (Tabla 4). Al comparar ambas productividades entre los estanques y entre los ciclos, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) (Tablas 4 y 5). Como se puede apreciar, el valor máximo de la productividad neta registrado en el primer ciclo fue de $0.75 \text{ mg O}_2/\text{h}$ y de $0.82 \text{ mg O}_2/\text{h}$ para el segundo ciclo ($p > 0.05$) (Figura 5).

AMPLITUD METABOLICA Y ADE APARENTE

En relación con el metabolismo de rutina de las postlarvas en el ciclo de 24 horas, los valores de la amplitud metabólica

obtenidos fueron de $1.05 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ para el primer ciclo y de $1.06 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ para el segundo ciclo. El incremento de la tasa metabólica después de la alimentación fue de 0.34 y $0.19 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$, respectivamente y se consideró como la acción dinámica específica aparente.

En la figura 7 se muestra el campo de actividad metabólica de las postlarvas donde se considera conjuntamente la tasa metabólica en actividad espontánea y el efecto sobre ésta de la alimentación, con valores de $1.39 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ para el primer ciclo y de $1.25 \text{ mg O}_2/\text{h} \cdot \text{g PH}$ en el segundo.

Tomando en cuenta el metabolismo de rutina y la ADE aparente, se observó que los camarones requirieron una cantidad de oxígeno 1.8 veces mayor que el oxígeno producido por la productividad fotosintética en los estanques experimentales (Figura 5).

DISCUSION

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 en cultivo.

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

En el presente estudio se determinó el consumo de oxígeno de postlarvas de *Penaeus aztecus* en condiciones de rutina, las cuales se mantuvieron en un sistema experimental de cultivo. Durante el mismo, los animales estuvieron expuestos a cambios naturales de la temperatura y salinidad, así como a variaciones significativas de la concentración de oxígeno y pH. Estas variaciones fueron posiblemente producto de las características de los estanques, en los cuales se presume se modificaron los patrones de circulación, lo que afectó la productividad en cada tipo de estanque.

Es conocido que muchos crustáceos, por su carácter ectotérmico, modifican su tasa metabólica en función de la temperatura del medio (Halcrow and Boyd 1967, Alcaraz 1974, Klein Breteler 1975). Taylor (1981) indica que cambios de temperatura en periodos cortos pueden causar variaciones grandes en el consumo de oxígeno. Esto se ve claramente reflejado en el consumo de oxígeno de las postlarvas en el segundo ciclo cuando, a un cambio brusco de

temperatura (de 23°C a 16°C entre las 16:00 y 18:00 hrs.), se obtuvo el valor metabólico más bajo de 0.8 mg O₂/h.g PH (Figura 6).

Como ha sido reportado por Bishop et al. (1980) y Ramos y Oliva (1984) entre otros, existe un aumento en el consumo de oxígeno de los organismos a mayores temperaturas y una disminución a temperaturas bajas. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos de la oscilación de la temperatura durante los dos ciclos y los cambios en el consumo de oxígeno de las postlarvas donde, a mayor temperatura, se observaron valores más altos de consumo de oxígeno y viceversa (Figura 6).

Con respecto a la ritmicidad del consumo de oxígeno se ha estipulado que los penéidos y otros crustáceos tienden a ser, en todos los estadios de su ciclo de vida, más activos durante la noche que en el día; es decir, presentan un ritmo circadiano endógeno influenciado por el fotoperíodo y el ciclo de mareas. Lo anterior ha sido observado en *P. duorarum* (Reynolds y Casterlin 1979), en *Carcinus mediterraneus* cuya actividad respiratoria presenta un ritmo bimodal determinado por el fotoperíodo con la mayor actividad durante la noche (Díaz-Iglesia 1976), en *P. esculentus* para el que se encontró que durante el día los camarones están inactivos y el consumo de oxígeno sólo muestra pequeñas fluctuaciones y en la noche están activos y el consumo de oxígeno aumenta drásticamente (Dall 1986) y en *P. aztecus*, cuyo consumo de oxígeno durante el día y la noche es significativamente diferente a lo largo de un ciclo de 24 horas (Díaz et al. en prensa).

Esta variación en el consumo de oxígeno dependiente del ciclo día-noche y de mareas no se reflejó en los resultados obtenidos, pues el mayor consumo de las postlarvas en ambos ciclos fue durante las horas del día, disminuyó un poco hacia las primeras horas de oscuridad, se mantuvo constante durante la noche y tuvo la máxima disminución entre las 05:00 y 06:00 hrs. Así, se observó que la

aclimatación de las postlarvas a las condiciones de cultivo hace posible despreciar la influencia de estos factores sobre el consumo de oxígeno, ya que los animales no están expuestos a cambios periódicos mareales ni se alimentaron durante la noche.

Respecto a lo anterior, Bishop y Herrnkind (1976) y Subrahmanyam (1976) sugieren en sus estudios con *P. duorarum* que la influencia del fotoperiodo, el ciclo lunar y el ciclo de mareas sobre la conducta de los camarones se pierde en estudios en acuarios. Por su parte, Bishop et al. (1980) no observó diferencias significativas en el consumo de oxígeno de *P. aztecus* a lo largo del día, y postuló que "la influencia de estos factores es insignificante debido al periodo de aclimatación de los organismos."

Las postlarvas de *P. aztecus* en el presente estudio sólo fueron alimentadas durante el día, por lo que se sugiere, como en el trabajo de Reynolds y Casterlin (1979), que el ritmo circadiano de los organismos fue influenciado por una conducta alimenticia oportunista. Esto es, el consumo de oxígeno máximo obtenido en el presente estudio puede ser considerado como una respuesta a las variaciones de temperatura y alimentación y no a los factores que comúnmente se han descrito como reguladores en los ambientes naturales.

A este respecto, Hughes (1968) reporta para *P. duorarum* una disminución de la actividad nocturna de los camarones al suministrarles alimento durante el día, con lo que se rompe el ritmo de actividad circadiana. Así, los organismos son más activos durante el día pese al factor inhibitorial de la alta intensidad luminosa. Bajo estos resultados, se observa que la ritmicidad de los camarones puede ser manipulada por medio de la alimentación en organismos en cultivo. De esta manera, se puede alimentar a los organismos cuando las condiciones del estanque sean las mejores, es decir, cuando existe mayor concentración de oxígeno y más alta productividad (Figura 5).

Los organismos consumen una determinada cantidad de oxígeno para su vida diaria. Si se conoce este consumo se puede tener una relación de cuanta energía es utilizada en los procesos fisiológicos normales de los mismos. Según Dall (1986), "para poder desarrollar el campo energético confiable de un animal, es necesaria la estimación de la tasa metabólica de rutina, particularmente la actividad a lo largo de 24 horas."

Con respecto a lo anterior, 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 (Brett y Grooves 1979). Saunders (1963) es uno de los primeros en realizar estudios al respecto con *Gadus morhua*, quien mostró que el metabolismo de rutina de estos organismos aumentó 45% después de ser alimentados. También, Muir y Niimi (1972) realizaron estudios similares, obteniendo iguales resultados.

En el presente estudio se observó que el metabolismo de rutina puede ser afectado cuando se mide en animales recién alimentados, ya que los procesos asociados con la degradación, transporte y absorción del alimento provocan un aumento en el consumo de oxígeno (Figura 5).

Tomando en cuenta este aumento en el consumo de oxígeno, es posible asociar el metabolismo con los requerimientos de los camarones durante su desarrollo en estanques, tanto cuando se alimentan como en actividad espontánea. Esto es, la concentración de oxígeno disuelto en el agua del estanque de cultivo deberá ser suficiente para cumplir con estos requerimientos para el metabolismo y garantizar la vida de los camarones en el sistema.

La mayoría de los camarones peneidos tienen un intervalo amplio de tolerancia a cambios en el nivel de oxígeno del medio y pueden soportar concentraciones bajas del mismo. Broom (1970) y Dall (1986) han reportado para *P. aztecus* y *P. esculentus* que pueden tolerar niveles de oxígeno de 2 ppm, aunque con cierto índice de estrés y que niveles de 4 ppm o más son los más indicados. Con respecto a lo anterior, en el presente estudio se encontró que el nivel de oxígeno disuelto a lo largo del periodo experimental se mantuvo por arriba de los 4 mg O₂/L en los tres tipos de estanques, con excepción de los estanques cuadrados los que, durante la segunda semana, tuvieron una concentración de oxígeno de 2.7 mg O₂/L (Bolognaro-Crevenna *op cit.*).

Los resultados obtenidos del campo de actividad metabólica indican que la concentración de oxígeno mínima requerida por las postlarvas oscila entre 1.25 y 1.4 mg O₂/h * g PH. Así, el nivel de oxígeno (productividad) en los estanques de cultivo debe estar por encima de 3.4 mg O₂/h * g PH, considerando que la concentración de oxígeno por debajo de 2 mg O₂/L puede provocar estrés.

Durante el periodo experimental, los animales estuvieron expuestos a variaciones de temperatura y salinidad producidos por los cambios regulares del clima, esto es, la influencia de los "nortes". Así, fue posible medir el campo de actividad metabólica tanto en temperaturas y salinidades similares a las de la época de verano (27.5 °C y 29‰) como de la época de invierno (20°C y 21.5‰). Se observó que en las semanas más frías se produjo una ligera disminución del campo de 1.4 a 1.25 mg O₂/h * g PH entre el primero y el segundo ciclo. A este respecto, se ha reportado para *P. aztecus*, *P. duorarum* y *P. setiferus* que a menos de 18°C se reduce su crecimiento y que a menos de 10°C o más de 37°C se presenta mortalidad de los organismos. Asimismo, que los estadios de postlarvas pueden tolerar salinidades entre 2-35‰ por su

capacidad de vivir en agua de baja salinidad (relacionado directamente con su ciclo de vida), aunque el mayor crecimiento se alcanza entre 15-25° oo (Broom 1970).

En relación con la productividad medida en los diferentes estanques, sólo se encontraron diferencias significativas en la productividad neta y la productividad fotosintética entre las horas a lo largo de los ciclos, para cada uno de los estanques (Tablas 4 y 5). Esto se atribuye al hecho de que, durante el ciclo de 24 horas, hubo mayor productividad de oxígeno durante las horas del día (Luz), período en que se llevó a cabo la fotosíntesis. Durante las horas de oscuridad predominó el consumo de oxígeno tanto del fitoplancton, del zooplancton y de los camarones, con lo que disminuyó la concentración del oxígeno disuelto en el medio. Esto fue semejante en todos los estanques y en ambos ciclos, razón por la que no se encontraron diferencias significativas entre estos últimos con respecto a la productividad. Sin embargo, se pudo detectar que en el segundo ciclo la productividad neta máxima se presentó en un intervalo de tiempo más amplio comparado con el primer ciclo (Tablas 4 y 5, Figura 5). Respecto a esto, es posible considerar que tal amplitud mayor pudo deberse a la fertilización provocada por la acumulación de desechos y alimento en los estanques, a lo largo de los 24 días que duró el experimento.

En los resultados del presente trabajo se señaló que los valores de productividad neta, expresados como oxígeno producido, fueron inferiores a los requerimientos del campo de actividad metabólica. Debido a esto, se procedió a realizar una estimación de la productividad del fitobentos, que en sistemas someros como los utilizados en el presente estudio, suele ser de gran importancia.

Así, al conocer las variaciones de la concentración de oxígeno en los estanques ($[O_2]$) a la hora de mayor productividad del

fitoplancton (Pfp) se pudo calcular la productividad del fitobentos (Pfb) presente en cada uno de los estanques, expresada como mg O₂/L. de la siguiente manera:

$$Pfb = [O_2]_t - P_{H_2O}$$

Como ya se mencionó, la concentración de oxígeno en un estanque de cultivo es función de la productividad del fitoplancton y del fitobentos. Debido a que la productividad del fitoplancton no fue distinta en los tres tipos de estanques, es posible inferir que las diferencias en cuanto a la concentración de oxígeno reportados sean asociados al fitobentos.

Según Spotts (1984), el fitobentos también puede ser un buen indicador de las condiciones de un estanque de cultivo, esto es, el fitobentos se desarrollará en condiciones en las cuales el sedimento sea adecuado.

En un sistema de cultivo, las características fisicoquímicas del sedimento son función de los patrones de circulación del agua ya que de estos depende un buen recambio del material de desecho y del alimento que no es consumido por los organismos (Spotts *op cit.*) Así, es de esperar que donde no exista un buen recambio de agua se creen zonas en las cuales se promueva el crecimiento de microorganismos degradadores de ese material de desecho, los cuales producirán microambientes anaerobios y con tendencia a la acidificación (valores de pH bajos), lo que puede producir una inhibición del desarrollo del fitobentos.

Como se puede apreciar en la Tabla 6, la productividad del fitobentos calculada fue estadísticamente distinta entre estanques ($p < 0.05$), con valores mayores en los ovalados y menores en los otros dos tipos de estanques.

Así, de los resultados reportados por Bolongaro-Crevenna Cop
cillo respecto a los niveles más bajos de pH en los estanques
cuadrados y su relación con la baja concentración de oxígeno, se
pudo inferir que esta baja concentración fue ocasionada por una baja
en la productividad del fitobentos.

La sobrevivencia de las postlarvas fue mayor en los estanques
ovalados (80%) que en los circulares y cuadrados, lo que se asoció
con los requerimientos mínimos de oxígeno necesarios para el mejor
desempeño de las larvas en los estanques.

Tomando en cuenta los patrones de circulación en los estanques
experimentales y las consecuencias de estos en los niveles de
oxígeno, aunado a los requerimientos mínimos de oxígeno para la
actividad espontánea establecidos de la medición del campo de
actividad metabólica de las postlarvas de *F. aztecus*, se puede
observar que es precisamente, en los estanques ovalados, en los que
se cumple con estos requerimientos mínimos.

CONCLUSIONES

Del presente estudio se puede concluir que el campo de actividad metabólica de postlarvas de *P. aztecus* de 1.4 mg O₂/h • g PH no es significativamente afectado por un intervalo de temperatura y salinidad de 20 a 27°C y de 51 a 29‰, respectivamente, aunque se puede apreciar una tendencia a disminuir este valor durante los días más fríos. Así, la concentración de oxígeno de 3.4 mg O₂/h • g PH en los estanques experimentales empleados, representa los requerimientos mínimos de oxígeno disuelto para la actividad espontánea de las postlarvas y para su buen desempeño en cultivo.

Así también, tanto la productividad del fitoplancton como del fitobentos deben ser considerados como elementos esenciales en la promoción de estos requerimientos. En este sentido fue que, de los estanques experimentales utilizados, los ovalados fueron los más adecuados para el cultivo de esta especie.

Los resultados obtenidos en este estudio, respecto a la tasa metabólica de *Penaeus aztecus*, pueden ser aplicados en cultivos experimentales de la misma especie en condiciones similares. Por lo anterior, el presente trabajo se propone como estudio piloto del que se puedan tomar las bases para el cultivo del camarón café, *Penaeus aztecus*, a mayor escala o cultivo semi-intensivo. Esto es, que se realicen los ajustes necesarios para adaptar los resultados obtenidos en el presente trabajo a estanques de cultivo, y poblaciones, de mayor tamaño.

TABLAS Y FIGURAS

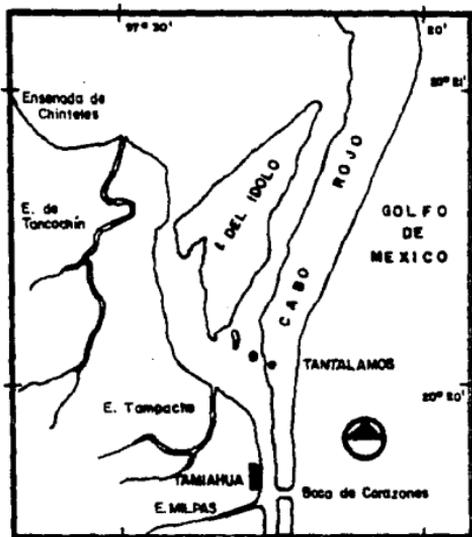


Fig. 2. Zona de colecta. El punto senala el sitio de colecta de los organismos (●).

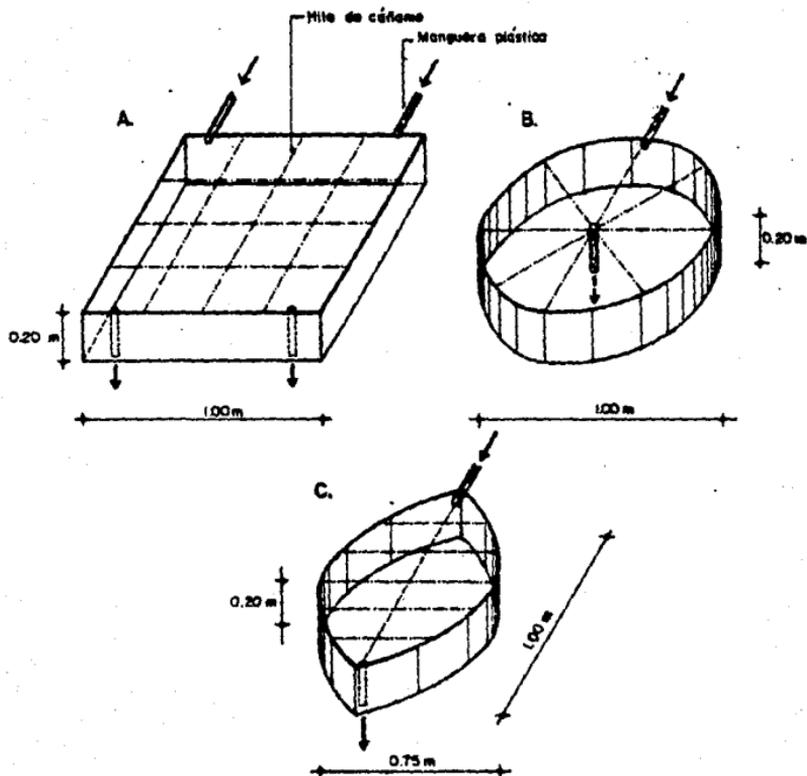


Fig. 3. Estanques experimentales de cultivo empleados. A- Cuadrados (1 m^2); B- Redondos (0.78 m^2); C- Ovalados (0.59 m^2). Las flechas señalan la dirección de la entrada y la salida del agua.

Tabla 1. Resultado del análisis de cruzal-wallis del valor retard del comienzo de o fíera de las costillas de E. gracilis (de 12 a 18 h) en los estancieros de cultivo en dos ciclos de 24 horas.

CICLO I					CICLO II				
HORA	MEDIANA	V-M	CM	P. ESTANC	HORA	MEDIANA	V-M	CM	P. ESTANC
1800	1.23	7.7	0.16		1800	1.28	5.2	0.04	
1730	1.41	5.8	0.25		1830	1.28	12.5	0.13	
1700	1.31	6.1	0.23		1900	1.2	7.2	0.11	
1630	1.34	6.3	0.22		1930	1.47	7	0.17	
1600	1.23	7.0	0.19		2000	1.36	1.4	0.21	
1530	1.32	6.4	0.26		2030	1.34	5.8	0.28	
1500	1.32	6.6	0.23		2100	1.33	3.3	0.27	
1430	1.37	6.3	0.27		2130	1.25	6.7	0.17	
1400	1.52	3.8	0.12		2200	1.31	2.9	0.28	
1330	1	3.2	0.14		2230	1.22	1.4	0.23	
1300	1.06	6.3	0.22		2300	1.05	5.1	0.23	
1230	1.37	6.3	0.13		2330	1.66	1.9	0.26	
1200	1.37	8	0.18		2400	1.32	5.3	0.21	
1130	1.31	5.1	-0.4						

P. ESTANC = Probabilidad entre estancieros

Probabilidad entre ciclos = 0.6277 (p<0.05)

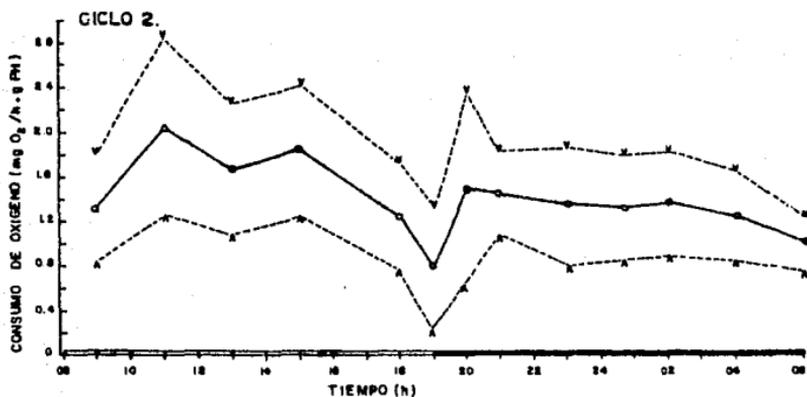
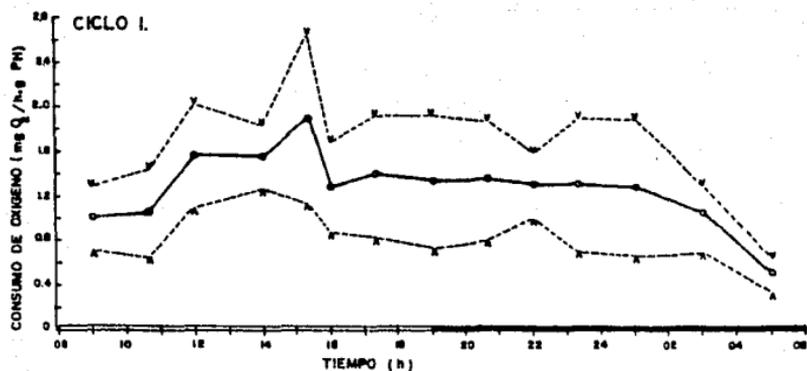


Fig. 4. Consumo de oxígeno ($\text{mg O}_2/\text{h.g PN}$) de las postlarvas de *P. aztecus* en los estanques experimentales, durante dos ciclos de 24 h. Por hora se señalan valores medianos y su intervalo de confianza ($\alpha = 0.05$).

Tabla 2. Elementos del diagrama de cajas en paralelo del consumo de oxígeno (mgO₂/kg P_{org}) de las postlarvas de B. altipinnis en los ciclos de 24 horas.

CICLO 1

HORA *	MI	MS	DM	CI	CS	IC	FAVORO		
1600	1.25	0.33	1.97	1.14	-0.33	3.69	1.42	0.97	1.71
1700	1.41	0.33	1.41	1.91	-1.67	4.39	0.75	0.34	1.37
1800	1.32	0.75	1.3	1.52	-1.17	4.59	0.55	0.75	1.33
1900	1.24	0.55	1.3	1.32	-1.4	3.99	0.49	0.54	1.33
2000	1.29	0.75	1.33	1.9	-2.19	3.91	0.33	0.36	1.62
2100	1.33	0.46	1.3	1.44	-1.17	4.36	0.53	0.75	1.36
2200	1.32	0.74	1.33	1.41	-1.37	4.29	0.32	0.3	1.34
2300	1.37	0.74	1.42	1.33	-1.38	3.44	0.25	0.32	1.32
500	1.32	0.22	1.32	1.33	-0.33	1.74	0.24	0.33	0.66
600	1	0.3	1.35	0.75	-0.34	2.7	0.28	0.32	1.28
1000	1.06	0.66	1.7	1.04	-0.9	3.29	0.33	0.38	1.44
1200	1.57	1.1	2.01	0.31	-0.26	3.37	0.33	1.24	1.9
1400	1.57	1.12	2.05	0.36	-0.22	3.51	0.35	1.22	1.92
1500	1.31	1.35	2.32	1.37	-1.3	5.27	0.72	1.19	2.64

* MEDIANA
 CI COTA INFERIOR
 CS COTA SUPERIOR
 IC INTERVALO CONFIANZA

CICLO 2

HORA *	MI	MS	DM	CI	CS	IC	FAVORO		
1600	1.26	0.32	1.34	1.14	-0.33	3.67	0.54	0.72	1.3
1700	0.6	0.31	1.73	1.23	-1.73	3.69	0.57	0.23	1.37
2000	1.5	0.35	2.05	1.71	-2.13	4.65	0.74	0.76	2.24
2100	1.47	0.35	1.33	0.37	-0.34	3.13	0.25	1.12	1.32
2300	1.36	0.7	1.38	1.28	-1.22	3.9	0.54	0.92	1.5
2400	1.34	1.01	2.25	1.27	-0.39	4.18	0.53	0.31	1.97
300	1.38	1.05	1.73	0.73	-0.64	2.97	0.3	1.08	1.68
400	1.25	0.8	1.78	0.98	-0.67	3.25	0.39	0.56	1.64
500	1.01	0.6	1.33	0.73	-0.49	1.42	0.29	0.72	1.3
600	1.32	0.7	1.76	1.35	-1.32	3.4	0.44	0.69	1.76
1100	2.05	1.17	3.07	1.3	-1.63	5.92	0.77	1.28	2.82
1200	1.68	0.94	1.34	1.4	-1.16	4.44	0.57	1.11	2.25
1500	1.56	1.56	3.17	1.59	-0.6	5.35	0.64	1.22	2.5

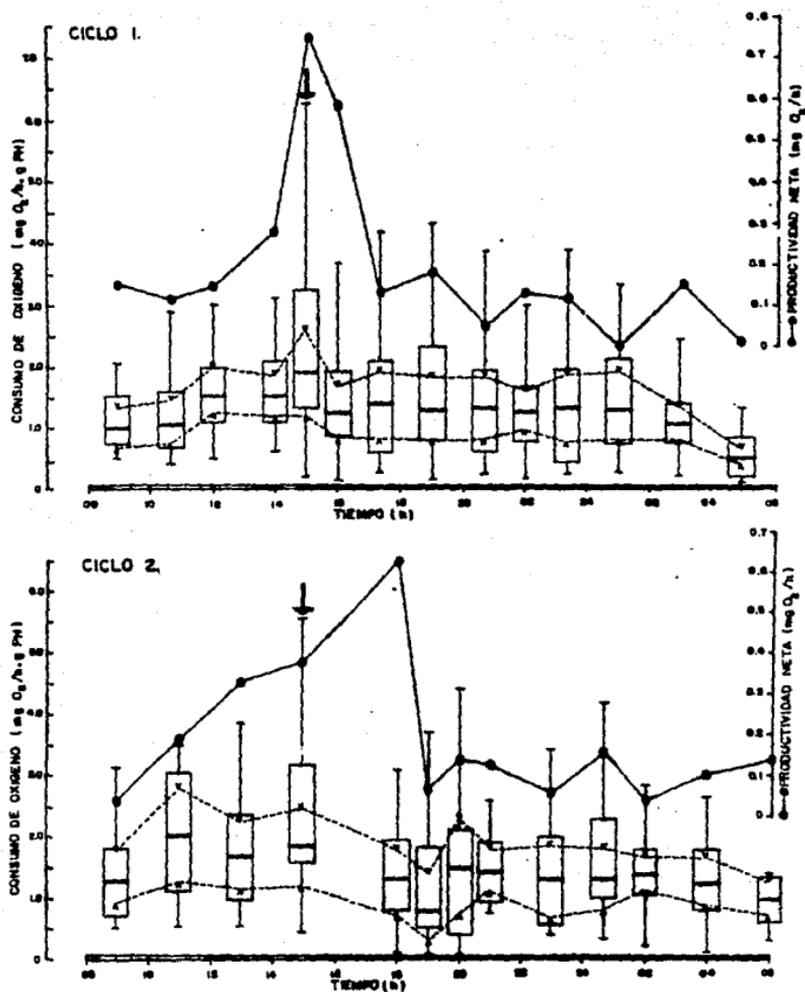


Fig. 5. Diagramas de cajas en paradas del consumo de oxígeno de los pastores de *S. salinus* y valores medios de la productividad neta en las colonias experimentales, durante dos ciclos de 24h. En los cajas, la barra horizontal denota la mediana y los bigotes — el intervalo de confianza (un D.O.S.). La flecha señala la hora en que se alimentaron los pastores.

Tabla 3. Productividad Neta de los estanques experimentales (kg O₂/L) en los dos ciclos de 24 horas.

HORAS	CICLO 1		CICLO 2	
	HORAS	PROD. NET	HORAS	PROD. NET
300	0.15		300	0.34
600	0.12		600	0.19
900	0.15		900	0.33
1200	0.22		1200	0.37
1500	0.75			
1600	0.52		1600	0.62
1700	0.13		1700	0.37
1900	0.17		2000	0.14
2030	0.25		2100	0.13
2200	0.15		2300	0.26
2400	0.12		24	0.15
100	0		200	0.04
300	0.14		400	0.1
500	0.01		600	0.14

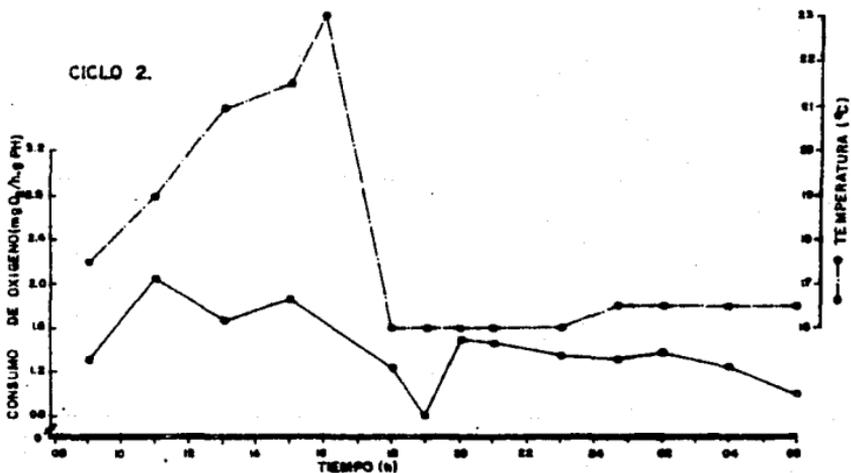
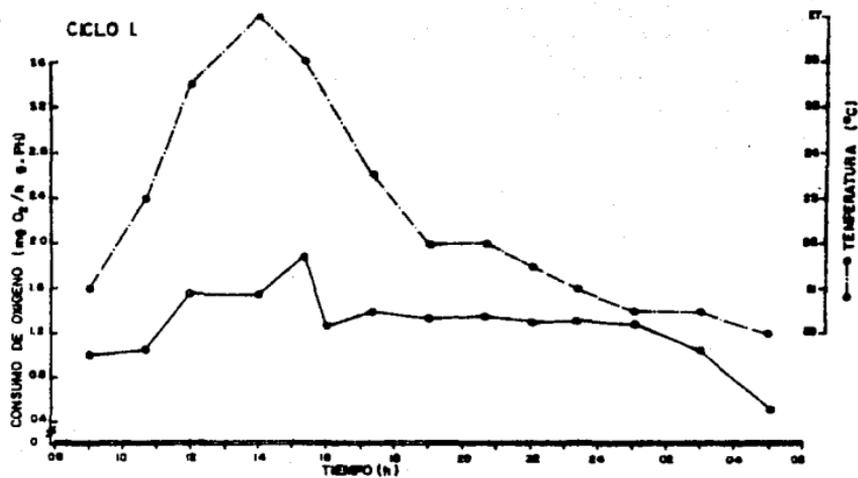


Fig. 6. Valores medios del consumo de oxígeno de los pastores de *P. gossypii* y variación de la temperatura en los cultivos experimentales, durante dos ciclos de 24 h.

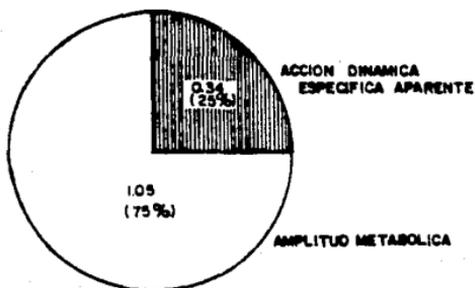
Tabla 4. Resultado del análisis no paramétrico de varianza sin repetición de la Productividad Fotosintética y la Productividad Neta de los estanques de cultivo en los ciclos de 24 horas. Prueba F: (P < 0,05).

PRODUCTIVIDAD FOTOSINTETICA							
CICLO 1			CICLO 2				
	SUMA CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS		SUMA CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS
TOTAL	1295496	30		TOTAL	2921700	64	
ESTANQUES	120612,2	15	10046,93	ESTANQUES	2222638	12	18519,8
HORAS	1195162	5	239032,4	HORAS	2924100	4	713525
RESTO	1269721,6	25	12534,21	RESTO	711547,6	48	18930,57
PRUEBA F (ESTANQUES)		0,814325		PRUEBA F (ESTANQUES)		0,654779	
PRUEBA F (HORAS)		*12,2066		PRUEBA F (HORAS)		*10,2671	
PRODUCTIVIDAD NETA							
CICLO 1			CICLO 2				
	SUMA CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS		SUMA CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS
TOTAL	2183624	30		TOTAL	3748079	64	
ESTANQUE	142424	15	10995,59	ESTANQUE	255062,5	12	21256,21
HORAS	3123257	5	636771,4	HORAS	1799313	4	449829,8
RESTO	1833942	25	20245,27	RESTO	1697157	48	35327,44
PRUEBA F (ESTANQUES)		0,390427		PRUEBA F (ESTANQUES)		0,40101	
PRUEBA F (HORAS)		*12,5765		PRUEBA F (HORAS)		*12,5983	

Tabla 5. Resultado del análisis no paramétrico de varianzas sin repetición de los valores secuenciales de la Productividad Fotosintética y Productividad Neta de los estratos de cultivo en ambos ciclos. Prueba F: ** p < 0.01

PRODUCTIVIDAD FOTOSINTÉTICA			
CICLO I			
	SUMA CUMULADOS	GRUPOS DE LIBERTAD	CUMULADOS MEDIOS
TOTAL	381116.2	27	
CICLOS	4281.99	13	480.9139
HORAS	300529.1	1	300529
RESTO	84206.23	13	6437.4
PRUEBA F (CICLOS)		0.37413	
PRUEBA F (HORAS)		*46.3242	
PRODUCTIVIDAD NETA			
CICLO I			
	SUMA CUMULADOS	GRUPOS DE LIBERTAD	CUMULADOS MEDIOS
TOTAL	972416.7	27	
CICLOS	2429.735	13	264.59
HORAS	713042.3	1	713042.7
RESTO	262956.9	13	20228.64
PRUEBA F (CICLOS)		0.015682	
PRUEBA F (HORAS)		*35.2540	

CICLO 1. Campo de actividad metabólica (mg O₂/h.g PH)



CICLO 2. Campo de actividad metabólica (mg O₂/h.g PH)

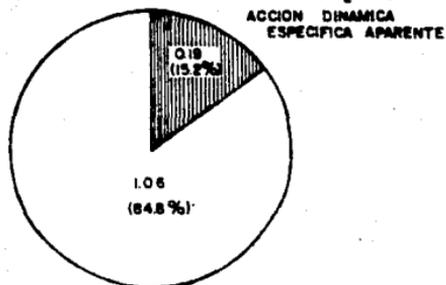


Fig.7. Campo de actividad metabólica (amplitud metabólica del metabolismo de rutina y efecto de la alimentación sobre el metabolismo, mg O₂/h.g PH), de postlarvas de *P. trichopteri* en los estanques experimentales y durante dos ciclos de 24 h.

Tabla 6. Productividad del fibroblasto (ng/HR) en los estadios de cultivo en los dos ciclos de 24 horas.

ESTADIO	1	2	3	4	5	6
CICLO 1						
P DEL FE	3.71	3.38	2.02	4.88	5.35	7.04
CICLO 2						
P DEL FE	1.49	5.37		3.56	3.88	4.81

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer, de todo corazón, al Dr. Carlos Rosas Vázquez por la dirección del presente trabajo y por su gran apoyo, siempre incondicional.

Al M. en C. Adolfo Sánchez Zamora por la revisión y crítica del presente trabajo y por su valiosa ayuda durante el trabajo de campo.

A la Dra. Sonia Espina Aguilera, Biol. Cecilia Vanegas Pérez y Dr. Fernando Díaz Herrera por su revisión y sus tan acertados comentarios al trabajo de tesis.

Al Dr. Eugenio Díaz Iglesia por brindarme un poco de su tiempo para la revisión y crítica de la presente tesis.

Al Geol. Antonio Márquez por las facilidades que me otorgó para el desarrollo y finalización de esta tesis y por su amistad.

A Laura Cárdenas Flores por la asesoría en la identificación de las postlarvas y su ayuda durante el desarrollo del presente trabajo, así como su amistad.

A María Eugenia Chimal por la hospitalidad que siempre me brindó al trabajar en su hogar.

A los compañeros del Laboratorio de Ecofisiología por su amistad y apoyo.

A la gente de Tamiahua por su amabilidad y ayuda durante mi estancia en el lugar de trabajo y al Dr. Carlos Rosas V. y M. en C. Adolfo Sánchez Z. por las instalaciones y facilidades proporcionadas en Tamiahua, Veracruz, para llevar a cabo el trabajo de campo.

A todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron con su apoyo, cariño y enseñanza al desarrollo del presente trabajo, para lograr su finalización.

LITERATURA CITADA

- Ayala-Castañares, A., R. Cruz, A. García-Cubas, L.R. Segura 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. En: **Lagunas Costeras, un Simposio. Mem. Simp. Lagunas Costeras.** UNAM-UNESCO. Nov. 18-30. México: 39-48.
- Alcaraz, M. 1974. Consumo de oxígeno en función del tamaño y la temperatura en crustáceos. **Inv. Pesq.** **38** (2): 289-304.
- Beamish, F.W., A.J. Niimi and P.F.K. Lott 1975. Bioenergetics of teleost fishes: environmental influences. In: **Comparative Physiology. Functional aspects of structural materials.** L. Bolis, H.P. Maddrell, K. Schmidt-Nielsen (Eds). North-Holland Publishing Co. Amsterdam.
- Bishop, J.M., J.G. Gosselink and J.H. Stone 1980. Oxygen consumption and hemolymph osmolality of Brown shrimp, *Penaeus aztecus*. **Fish. Bull.** **78**(3): 741-757.
- Bishop, J.M., W.F. Herrnkind 1976. Burying and molting of pink shrimp, *Penaeus duorarum* (Crustaceae: Penaeidae) under selected photoperiods of white light and UV-light. **Biol. Bull.** **150**(2): 163-182.
- Bologaro-Crevenna, R.A. M.S. Condiciones que afectan el crecimiento de las postlarvas epibénticas de *Penaeus aztecus*, en diferentes tipos de estanques experimentales. Tesis UNAM. 42 p.

- Brett, J.R. 1971. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some of the thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). **Am. Zool.** 11: 99-113.
- Brett, J.R., T.D. Grooves 1979. Physiological Energetics In: W.S. Hoar, D.J. Randall, J.R. Brett (eds). **Fish Physiology** Vol VIII, Capt. 6. Academic Press Inc., USA. pp 208-306.
- Broom, J.G. 1970. Shrimp Culture. **Proc. 1st. Ann. Work. World Maric. Soc.** February 9-10 Louisiana State University, Baton Rouge. pp 63-69.
- Brower, J., J. Zar, 1977. Aquatic productivity En: **Field and laboratory methods for general ecology.** Brown Company Publishers. Cap. 6b. pp 156-160.
- Cárdenas, F.L. 1989. Estudios preliminares sobre la distribución y abundancia de las postlarvas epibénticas de *P. aztecus* (Ives, 1891) y *P. setiferus* (L.) en la Laguna de Tamiahua, Veracruz (Crustacea: Penaeidae). Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM. 63 p.
- Cruz, R. 1968. Geología Marina de la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. **Univ. Nal. Autón. México, Ins. Geol.** Vol. 88, pp 1-47.
- Dall, W. 1986. Estimation of routine metabolic rate in a penaeid prawn, *Penaeus esculentus* Haswell. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** Vol 96, pp 57-73.
- Dall, W., D.M. Smith 1986. Oxygen consumption and ammonia-n excretion in fed and starved tiger prawns, *Penaeus esculentus* Haswell. **Aquaculture.** Vol 55, pp 23-33.
- De Buen, F. 1957. Crisis ostrícola en México y su recuperación. **Sria. Marina. Dir. Gral. Pesca e Ind. Conexas.** pp 1-46.

- Diaz-Iglesia, E. 1976. Consumo de oxígeno y ritmo respiratorio del cangrejo *Carcinus mediterraneus* (Czerniavsky, 1884) del litoral rumano del Mar negro. **Ciencias Serie B Investigaciones Marinas. 30(8)**: 11-21.
- Diaz, F., S. Espina, C. Rosas, A. Sanchez, C. Venegas y E. Diaz-Iglesia (en prensa). Ritmo respiratorio y amplitud metabólica del camarón café *Penaeus aztecus* (Tamiahua, México) con ablación de los pedúnculos oculares.
- Duncan, A., R.Z. Klekowsky 1975. Parameters of an Energy Budget In: Grodzinsky, W., R.Z. Klekowsky, A. Duncan (Eds). **Methods for Ecological Bioenergetics**. Capt. 4, Blackwell Scientific Publications, London. pp 97-147.
- Fry, F.E.J. 1947. Effects of the environment on animal activity. **Univ. Toronto Stud. Biol. Ser.** No. 55, 62 p.
- Gaudy, R., L. Sloane 1981. Effect of salinity on oxygen consumption in postlarvae of the penaeid shrimps *Penaeus monodon* and *P. stylirostris* without and with acclimation. **Mar. Biol.** Vol. 65, pp 297-301.
- Guitart, B., A. Hondares 1980. Crustáceos. **Rev. Cub. Inv. Pesq. 5(3)**: 1-21.
- Halcrow, K., C.M. Boyd 1967. The oxygen consumption and swimming activity of the amphipod *Gammarus oceanicus* at different temperatures. **Comp. Biochem. Physiol.** Vol 23, pp 233-242.
- Hughes, D.A. 1968. Factors controlling emergence of pink shrimp (*Penaeus duorarum*) from the substrate. **Biol. Bull. 134(1)**: 48-59.
- Klein Breteler, W.C.M. 1975. Oxygen consumption and respiratory levels of juvenile shore crabs, *Carcinus maenas*, in relation to weight and temperature. **Neth. J. Sea Res. 9(3-4)**: 243-254.

- Kulkarni, G.K., P.K. Joshi 1980. Some aspects of respiratory metabolism of a penaeid prawn, *Penaeus japonicus* (Bate) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). **Hydrobiologia**. **75**: 27-32.
- Kutty, M.N. 1968. Oxygen consumption of the prawns *Penaeus indicus*, *H. Milne Edwards* and *P. semisulcatus*, de Haan. **Fao Fish Rep.** **57(3)**: 957-968.
- Muir, B.S., A. J., Niimi 1972. Oxygen consumption of the euryhaline fish *Acholehole* (*Kublia sanduicensis*) with reference to salinity, swimming, and food consumption. **J. Fish. Res. Board. Can.** **29**:67.
- Orbe, A., A. Arias 1987. Métodos de cultivo del camarón en México. **Secretaría de Pesca**. Segunda edición. 28 p.
- Fuller, E.J., C.P. Mock, R.D. Ringe 1969. A net for sampling the intertidal zone of an estuary. **Limnol. Oceanogr.** **13**: 200-202.
- Ramos, T.L., M. Oliva 1984. Metabolismo energético en juveniles del camarón rosado *Penaeus notialis* (Pérez-Farfante, 1967). **Revista Investigaciones Marinas**. **VC(1)**: 35-55.
- Resendez, A. 1974. Estudio de los peces de la Laguna de Tamiahua. Veracruz, México. **An. Inst. Biol. Univ. Nat. Auton. México** **41**, Ser. Cienc. del Mar y Limnol. (1): 79-146.
- Reynolds, W.W., M.E. Casterlin 1979. Diel activity of the pink shrimp *Penaeus duorarum*. **Hydrobiologia**. **68(3)**: 223-226.
- Saunders, R.L. 1963. Respiration of the Atlantic cod. **J. Fish. Res. Board. Can.** **20**: 373-386.
- Spotts, D. 1984. The development of Shiguano-Style shrimp culture in Southern Japan. **Aquaculture Magazine**. **10(4)**: 26-28.
- Subrahmanyam, C.B. 1976. Tidal and diurnal rhythms of locomotory activity and oxygen consumption in the Pink shrimp *Penaeus duorarum*. **Contrib. Mar. Sci.** **20**: 123-132.

- Taylor, E.W. 1981. Some effects of temperature on respiration in decapodan crustaceans. **J. Sherm. Biol.** 6: 239-248.
- Tuckey, 1977. **Exploratory Data Analysis.** 2nd Ed Addison. Weseley. Massachussetts, 688 p.
- Villalobos, A., S. Gomez, V. Arenas, A. Resedez y G. de la Lanza 1976. Estudios hidrobiológicos en la laguna de Tamiahua. **Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.** Tomo 37, pp 139-180.
- Wallace, J.C. 1973. Observations on the relationship between the food consumption and metabolic rate of *Blennius pholis*. **L. Comp. Biochem. Physiol.** 45(A): 293-306.
- Zar, J.H. 1974. **Biostatistical Analysis.** Prentice-Hall, Inc. U.S.A. pp 163-181.