

20/29



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

## *"Condiciones que afectan el crecimiento de las postlarvas epibenticas de Penaeus aztecus en diferentes tipos de estanques experimentales"*

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 :

ANDREA BOLONGARO-CREVENNA RECASENS

**FALLA DE ORIGEN**



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.

## CONTENIDO

	No. de pag.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
AREA DE ESTUDIO.....	7
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	13
Temperatura y salinidad.....	13
Oxígeno disuelto y pH.....	14
Crecimiento y Supervivencia.....	18
Distribución.....	16
DISCUSION.....	18
TABLAS Y FIGURAS.....	27
AGRADECIMIENTOS.....	41
LITERATURA CITADA.....	42

## RESUMEN

En el presente estudio se analizó el crecimiento y la sobrevivencia de postlarvas epibentónicas del camarón café *Penaeus aztecus*, en función de la calidad del agua que pueden proporcionar estanques experimentales cuadrados, circulares y ovalados. Se consideraron la temperatura, la salinidad, el oxígeno disuelto, el pH del agua superficial y del sedimento como los factores físico-químicos indicadores de esa calidad.

Las postlarvas utilizadas fueron capturadas en la zona Sur de la Laguna de Tamianca, Veracruz en Noviembre de 1988. Se colocaron 10 postlarvas en los estanques cuadrados, 9 en circulares y 8 en los ovalados.

Durante los 24 días que duró el periodo experimental se registraron diariamente en la mañana y en la tarde los factores físico-químicos y la posición de las postlarvas, en cada cuadrante de los estanques utilizados.

Los resultados obtenidos indican que la forma de los estanques influye tanto en la sobrevivencia, el crecimiento y la distribución de las postlarvas de *Penaeus aztecus*, siendo los estanques ovalados los que presentaron características más adecuadas para el cultivo de esta especie en cuanto a la calidad del agua y del sustrato. Esto puede atribuirse a la dirección del flujo y a los patrones de circulación, determinados por la forma de la estructura, lo cual se reflejó en mayores concentraciones de oxígeno disuelto y por lo tanto en un mayor crecimiento relativo y sobrevivencia de las postlarvas, en relación con la obtenida en los estanques cuadrados y circulares.

## INTRODUCCION

México se encuentra entre los países que tiene las mayores pesquerías de camarón, con una captura anual de 83862 Toneladas (Pesca, 1988), de las que obtiene grandes rendimientos y representa una importante fuente de divisas. En la actualidad se considera que la pesca de este recurso recibe la presión máxima, es decir, se corre el riesgo de sobre explotar las poblaciones naturales de camarón (Cabrera y García, 1982). Por esto es de suma importancia desarrollar e impulsar el cultivo de este producto a gran escala, lo que puede representar una posibilidad de obtención de divisas sin sobre explotar las poblaciones naturales.

El desarrollo de la acuicultura enfocada a crustáceos, principalmente a camarón, se extiende a varios países entre los que destacan Japón, Australia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, México, Taiwán, Filipinas, Indonesia, China y Tahití. En todos éstos se aplica una tecnología primaria, fundamentada en la captura de postlarvas a partir de las poblaciones naturales, por lo que ha sido necesario estimular la producción de huevos, larvas y postlarvas que crezcan y alcancen las tallas adecuadas para su trasplante a los sitios de engorda. (Bautista, 1988).

El cultivo de camarón está confinado a las regiones costeras tropicales y subtropicales del mundo, debido a lo favorable que resulta el clima para éste. Así, México cuenta con un gran potencial para el cultivo, tanto por la gran cantidad de lagunas costeras con las que cuenta, como por la presencia de especies con características adecuadas para éste.

En México habitan 8 especies de camarones peneidos de

importancia comercial y solamente tres de ellas se ubican en el Golfo de México: *Penaeus aztecus*, *Penaeus setiferus* y *Penaeus duorarum* (Leary, 1985). Todas ellas son susceptibles de ser cultivadas. La primera destaca por su gran abundancia y amplia distribución (Williams, 1984). Según Orbe (1984) el camarón café *P. aztecus* se distribuye desde Tamaulipas hasta Yucatán, región en la cual constituye una pesquería importante. En la laguna de Tamiahua, lugar en donde se realizó el estudio, se encuentran de manera natural el camarón café *P. aztecus* y el camarón blanco *P. setiferus*, de los cuales el café es el de mayor abundancia e importancia para la pesca de esta región (Cárdenas, 1989).

Debido a la importancia que tiene esta especie, establecer sistemas de cultivos en la región, es particularmente importante para darle un nuevo giro a la producción y aumentar así las posibilidades de mantener estables las poblaciones naturales de camarones sin llegar a la sobre explotación.

Actualmente, el cultivo de camarón en México en términos generales, se encuentra poco desarrollado, debido a que las granjas de cultivo comercial existentes, no producen a toda su capacidad (Orbe y Arias, 1987). Esta situación se ha generado principalmente debido a que la tecnología utilizada se basa en métodos desarrollados en regiones en las cuales las condiciones ambientales y los requerimientos de las especies son distintos a los de las costas y los camarones mexicanos.

Es por esto, que los estudios enfocados a optimizar los sistemas de cultivo y obtener así una metodología propia, adecuada a las características y necesidades de las especies que se encuentran en el país, son particularmente importantes.

En la actualidad existen tres métodos principales de cultivo; el intensivo, el semi-intensivo y el extensivo. El intensivo es aquél en el cual, durante el proceso de cultivo se controlan todos los factores que intervienen en el crecimiento del camarón, incluyendo la reproducción, desove y desarrollo larvario, y donde la cría y la engorda se llevan a cabo en condiciones óptimas de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, fotoperiodo y alimento. Este, utilizado principalmente por los japoneses, es un método que proporciona un alto rendimiento y requiere poco espacio aunque es sumamente costoso (Bardach et al: 1982), además de que la tecnología para este tipo de cultivo, no está lo suficientemente desarrollada para aplicarla a escala industrial (Bautista, 1988).

El método semi-intensivo es el más utilizado, en éste, las postlarvas se obtienen del medio y se colocan en estanques de engorda, en donde se controlan algunos factores que intervienen en el crecimiento del camarón, tales como la concentración de oxígeno y la alimentación (Orbe, 1987).

El método extensivo es el más rudimentario y representa una inversión menor, no requiere controlar los factores que intervienen en el crecimiento de los camarones y tampoco se suministra alimento ni fertilizante. Este cultivo se puede establecer en los esteros y lagunas costeras en donde no se controla la entrada y salida del agua, cuyo intercambio está sujeto a las mareas.

Los sistemas de cultivo, principalmente los intensivos y semi-intensivos han experimentado diversos cambios de acuerdo con las condiciones del lugar y los requerimientos de las especies a cultivar. Entre los estanques de cultivo más

conocidos se encuentran los cuadrados, circulares y ovalados. (Wheaton, 1982).

Los estanques circulares se han utilizado principalmente en el sistema intensivo, ya que por sus características de manejo han resultado exitosos. Los estanques cuadrangulares son más utilizados en el sistema semi-intensivo, en el que se construyen estanques de grandes dimensiones en amplias extensiones de terreno. Por último, aunque los estanques ovalados se encuentran todavía a nivel experimental, se puede pensar que son más adecuados, ya que estos proporcionan mejores condiciones ambientales, por el tipo de circulación del agua que se genera en ellos, lo cual redundará en mejores rendimientos (Wheaton, 1982).

Los problemas tecnológicos asociados a cada uno de estos sistemas están relacionados principalmente con la necesidad de garantizar las condiciones óptimas para el desarrollo de los organismos a cultivar, las cuales están determinados por la calidad del agua del medio, la que está determinada a su vez por varios factores como son el oxígeno disuelto, el pH, la temperatura y la salinidad (Bardach et al., 1982; Boyd et al., 1978 y Broom et al., 1970).

Así la calidad del agua dependerá principalmente de las condiciones que influyen en la variación de los factores del medio, como la fertilización y los patrones de circulación dentro del estanque. Estas condiciones pueden coadyuvar a la creación de un ambiente en el que se pueden formar zonas dentro del estanque en las cuales habrá un medio con mejor y menor calidad, lo que puede llegar a ser benéfico ó perjudicial para los organismos.



Los efectos que pueden producir estos distintos ambientes se pueden determinar a través de los cambios en el estado fisiológico y por lo tanto en el crecimiento de los animales.

Así, dada la importancia que tiene la acuicultura como medio para aumentar la producción de camarón en el Golfo de México, el presente estudio se enfocó en la evaluación del crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas epibénticas del camarón café *Penaeus aztecus* en función de las características ambientales del agua que puedan proporcionar tres tipos diferentes de estanques experimentales: de formas cuadrada, circular y ovalada.

## AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se llevó a cabo en la localidad de Tamiahua Veracruz, situada en la parte Sur de la Laguna del mismo nombre. Esta laguna se encuentra en la porción media Occidental de las costas del Golfo de México, entre los  $21^{\circ}06'$  latitud Norte y  $97^{\circ}23'$  a  $97^{\circ}46'$  longitud Oeste, con una orientación NNW a SSE, paralela a la línea de costa y separada del Golfo de México por una gran barra arenosa denominada Cabo Rojo. Dicha barra arenosa tiene forma triangular con un vértice hacia el Este, una longitud máxima de 130 Km, una anchura máxima de 6 Km y una mínima de 500 m (Ayala Castañares et al; 1969).

Se encuentra limitada por dos ríos: el Pánuco al Norte y el Tumpán al Sur (Villalobos et al; 1976). Se comunica con el mar por medio de dos bocas, la boca de Tampachichi al Norte y la boca de Corazones al Sur; esta última, la más angosta, presenta 80 m de anchura máxima y 6 m de profundidad en su canal más profundo. En su borde continental desembocan varios ríos, en su mayor parte de flujo estacional, entre los que destacan La Laja, Cucharas, Tancochín y Tampache, que en época de lluvias aportan grandes cantidades de sedimentos, principalmente limo-arcillosos. El borde oriental presenta numerosas salientes, con algunos manglares (Ayala-Castañares, 1981).

La Laguna tiene tres grandes islas llamadas Juana Ramírez, que es la mayor y está localizada en la parte Norte, la Isla del Toro que es la más pequeña y está localizada en la parte central y la Isla del Idolo ubicada en la región Sur. Villalobos et al., (1976) señalan que debido a la presencia de estas Islas se formó un sistema de canales responsables de una circulación de tipo anticiclónico.

En general, es una laguna somera, con una profundidad media de 2 a 3 m, aunque en ciertos canales la profundidad alcanza los 6 m. La marea es de tipo diurno con escasa oscilación. La salinidad del agua en la parte Sur se caracteriza por ser mayor o igual a 30<sup>o</sup>/oo y en el resto de la laguna presenta facies polihalinas de (15<sup>o</sup>/oo a 30<sup>o</sup>/oo). La temperatura del agua está influida principalmente por la insolación, presentando temperaturas promedio de 29<sup>o</sup>C a 31.4<sup>o</sup>C (Ayala Castañares et al. 1969).

El clima de la zona es cálido húmedo con lluvias en verano y seco en invierno, con excepción de lluvias ocasionales y con frecuencia prolongadas, originadas por los Nortes. Durante el verano prevalecen vientos del Este. La precipitación es superior a 750 mm y la temperatura media anual es de 18<sup>o</sup>C (Villalobos et al., 1976).

La zona Sur de la Laguna se caracteriza por tener una profundidad promedio de 50 cm, el sustrato es limo-arcilloso aunque presenta parches de pastos (*Halodule wrightii* y *Halodule beadedef*) y algas rodofitas (*Hypnea cervicornis*; (Fig.1). En este lugar se han registrado las mayores densidades de postlarvas epibénticas de las especies de camarón *Penaeus aztecus* y *Penaeus setiferus*, siendo *P. aztecus* la especie dominante, la cual se encuentra en una densidad de 3 a 4 postlarvas/3m<sup>2</sup> (Cárdenas, 1989).

## MATERIAL Y METODO

Las postlarvas epibénticas del camarón café *Penaeus aztecus* utilizadas en el presente estudio fueron capturadas en la localidad de Tantalamós, la cual se encuentra en la zona Sur de la laguna, en la orilla Oriental, entre la Isla del Idolo y la boca de Corazones (Fig. 2).

La colecta se realizó en Noviembre de 1983 en un parche con vegetación de pastos marinos (*Halodule sp*) y algas mediante arrastres con una red de patin tipo Pullen (Cárdenas 1989).

Una vez capturados los organismos se llevaron al laboratorio de campo en recipientes con agua del sitio de colecta. En el laboratorio, se determinaron con la ayuda de las claves de Dobkin (1961) y Cook (1968) para el nivel de género y las de Williams (1959) y Ringo y Zamora (1968) para el nivel de especie. Se seleccionaron los ejemplares para el experimento (54 en total). Se pesaron en una balanza granataris ( $\pm 0.05g$ ) y se colocaron en los estanques experimentales.

El diseño experimental contempló seis estanques de fibra de vidrio de tres diferentes formas, cuadrados, circulares y ovalados con un área de 1, 0.78 y 0.39 m<sup>2</sup> respectivamente y 20 cm de altura, cada uno con una réplica (Fig. 2).

Los estanques se llenaron con agua de la laguna tomada del estero Milpac, previamente almacenada en un depósito de 400 litros. El flujo de agua a cada estanque se reguló mediante llaves de plástico, que permitían mantener un goteo continuo, garantizando así un recambio diario del 25 al 40 % del volumen total aproximadamente.

En el fondo de cada estanque se colocó una capa de 2 cm de arena, la cual sirvió como sustrato para los camarones. Con los estanques así dispuestos, se procedió a colocar a las postlarvas de *P. aztecus* poniendo 10 en los cuadrados, 9 en los circulares y 8 en los ovalados, a razón de 10 a 12 postlarvas por m<sup>2</sup>. Se consideraron estas densidades considerando las recomendaciones hechas por Wyban et al (1987) para el cultivo de estos organismos.

En cada uno de los estanques y durante los 24 días que duró el experimento, se registró diariamente la temperatura y la concentración de oxígeno disuelto en el agua con un oxímetro y un sensor polarográfico ( $\pm 0.5$  mg/L O<sub>2</sub>;  $\pm 1$  °C), la salinidad, con un refractómetro de mano ( $\pm 1$  ‰) y el pH con un potenciómetro ( $\pm 0.01$ ). Todos estos parámetros ambientales se determinaron en el agua superficial de cada estanque, con excepción de pH, que también se registró en el fondo, a las 08:00 h y a las 20:00 h.

Para realizar estas mediciones los estanques fueron divididos superficialmente en cuadrantes los cuales se dispusieron de acuerdo a la forma del estanque, así los cuadrados se dividieron en 16 segmentos, los circulares en 8 y los ovalados en 12 (Fig. 3).

Con el fin de proporcionar un recambio y una circulación de agua adecuada, en los primeros se dispusieron 2 entradas de agua y 2 desagües en los extremos, en los segundos, una entrada en una orilla y un desagüe en el centro del estanque y en los últimos una entrada en un extremo y un desagüe en el lado opuesto (Fig. 3)

Para evaluar la tasa de crecimiento de las postlarvas en cada condición experimental, los organismos se pesaron al inicio y al final del experimento.

Durante el periodo experimental las postlarvas se alimentaron dos veces al día, a las 08:00 h. y a las 20:00 h. con Chow trucha Purina La dieta proporcionada fue equivalente al 10% de su peso en cada ocasión.

Con el objeto de comprobar si existía una preferencia por determinadas zonas en cada estanque, la distribución de los camarones se observó dos veces al día. Durante el día los camarones se localizaron por medio de un barrido mecánico del sedimento de fondo, para desenterrarlos y poder así ubicarlos. Durante la noche la mayoría estaban desenterrados debido a que son organismos de actividad nocturna por lo que se pudieron ubicar con la ayuda de una linterna.

Se determinó la sobrevivencia de los camarones en cada estanque experimental, registrándose el número de camarones que murieron a lo largo del experimento, su peso húmedo y el día de muerte.

Al finalizar el experimento, las postlarvas que sobrevivieron se pesaron para conocer el peso húmedo final. El crecimiento de cada animal, se calculó por diferencia entre el peso final y el inicial.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para comparar cada uno de los factores fisicoquímicos medidos en la mañana y en la tarde, entre los cuadrantes de cada estanque y entre los estanques por hora, se aplicó la prueba estadística de Kruskal-Wallis (Zar, 1977).

Se realizó también un análisis más fino, aplicando una prueba de análisis de varianza no paramétrico sin réplica de dos vías, con la que se comparó cada variable entre los estanques y las horas del día (Zar, 1977).

Así mismo se hicieron diagramas de caja en paralelo (Tuckey, 1977) para los casos en donde se encontraron diferencias significativas con los métodos citados, como para la concentración de oxígeno y el pH.

Para evaluar el crecimiento de las postlarvas se consideró el porcentaje de incremento en biomasa total (peso húmedo). La sobrevivencia se evaluó como porcentaje del número de animales vivos que cumplió los 24 días experimentales.

La disposición de los camarones dentro de los estanques se mapeó tal y como se muestra en la figura 7. Para conocer el patrón de distribución de los organismos dentro de los estanques y ver si existía una distribución uniforme, agregada ó al azar se realizó la prueba estadística de cociente varianza-media y la prueba de significancia de Blackman (Rabinovich, 1982).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos indican claramente que la forma de los estanques cuadrados, circulares y ovalados, influye tanto en los parámetros físico-químicos medidos, como en la sobrevivencia, el crecimiento y la distribución de las postlarvas de *Penaeus aztecus*.

### TEMPERATURA Y SALINIDAD

En la tabla 1 se muestran los valores de temperatura y salinidad registrados durante las tres semanas que duró el experimento. Como se puede apreciar no se encontraron diferencias entre los valores medianos de temperatura y salinidad entre estanques, pero si entre la primera semana y las dos siguientes ( $p < 0.05$ )

En la primera semana, la temperatura varió en los distintos estanques entre 24.7°C y 27.5°C, mañana y tarde respectivamente ( $p > 0.05$ ).

Debido a la presencia de un "Norte" durante el periodo experimental, las temperaturas registradas en la segunda semana disminuyeron en relación a la primera semana. Así, considerando los diferentes estanques, se observó que este factor varió entre 20 y 22.5°C, sin embargo estas diferencias no fueron significativas ni entre las horas del día, ni entre los estanques ( $p > 0.05$ ).

Las temperaturas de la segunda semana se mantuvieron durante la tercera semana, debido a la incidencia del mismo "Norte", por lo cual se observaron intervalos similares a los ya



descritos, igualmente no significativos ( $p > 0.05$ ).

En cuanto a la salinidad, se encontraron variaciones entre 25.5 y 32 ‰ en la primera semana, de 17 a 21 ‰ en la segunda semana y de 20 a 22 ‰ en la tercera. No hubo diferencias significativas entre los estanques ( $p > 0.05$ ) para cada semana, pero con respecto a todo el periodo experimental si se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ).

### **OXIGENO, pH DE SUPERFICIE Y pH DE SEDIMENTO**

La prueba estadística de Kruskal-Wallis empleada para comparar la concentración de oxígeno y el pH de superficie y de sedimento en relación al tiempo, no mostró diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) dentro de cada estanque, lo cual indica una homogeneidad en la calidad del agua.

En la Tabla 2 y en la figura 3 se muestran los valores medianos de oxígeno disuelto (O.D), de pH de superficie y de pH de fondo registrados en cada estanque en la mañana y en la tarde, durante las tres semanas que duró el experimento.

Como se puede observar en la primera semana no se encontraron diferencias significativas entre estanques para ninguno de los factores mencionados ( $p > 0.05$ ). En la segunda semana, el O.D. cambió considerablemente encontrándose el valor más alto en el estanque 6 (7.1 mg/l  $O_2$ ) y el más bajo en el estanque 2 (2.73mg/l  $O_2$ ), ovalado y cuadrado respectivamente. En la tercera semana el máximo valor de O.D. se registró en el estanque 5 (6.8 mg/l  $O_2$ ) y el mínimo en el estanque 1 (4.35 mg/l  $O_2$ ) ( $p < 0.05$ ). Se puede observar que los valores de O.D. en general fueron mayores durante la tarde que durante la mañana.

En cuanto al pH de superficie, en la primera semana no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las horas y estanques, variando los valores entre 8.46 y 8.79.

Para la segunda y tercera semanas si se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en los valores de pH registrados entre las horas del día y entre los estanques. (Fig. 4).

En la figura 4 se pudo apreciar una tendencia a aumentar el valor de pH en los estanques 4, 5 y 6. Así como también que los valores de la mañana fueron mayores que los de la tarde.

En la segunda semana los valores medianos mayores se registraron en los estanques 4 (9.68), 5 y 6 (9.55) y los menores en los estanques 1 (8.59) y 2 (8.53); circulares y ovalados los primeros y cuadrados los últimos.

Durante la tercera semana no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los estanques, pero si entre la mañana y la tarde ( $p < 0.05$ ), variando los valores entre 9.98 y 9.12 en la mañana y entre 8.79 y 9.13 durante la tarde.

El comportamiento del pH de fondo durante la primera y tercera semanas no presentó diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre las horas del día ni entre los estanques, variando los valores entre 8.19 y 8.58 para la primera semana y entre 8.19 y 8.79 para la tercera semana.

Solamente durante la segunda semana se encontraron diferencias significativas entre las horas del día; esto se puede observar en la figura 5 en donde los valores medianos de

pH de fondo durante la mañana están entre 8.25 y 8.62 y para la tarde entre 8.1 y 8.37.

Comparando los resultados de la tabla 2 se observó que los mayores valores medianos de oxígeno y pH correspondieron a los estanques 4, 5 y 6.

### **CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA**

Al final del periodo experimental, se calculó el crecimiento de las postlarvas del camarón café en los seis estanques (Fig. 6, Tabla 3). Como se pudo observar, el crecimiento relativo de las postlarvas fue mayor en los estanques ovalados, correspondiente al 50% en el estanque 5 y al 20% en el 6. El menor crecimiento se observó en los cuadrados con 9% en el 1 y 8.33% en el 2. La misma tendencia se observa en la tabla 4 con respecto a la sobrevivencia de las postlarvas; esto es, el porcentaje más alto de sobrevivencia se obtuvo en los estanques 4, 5 y 6 con 66.6%, 62.5% y 87.5% respectivamente y el más bajo en el estanque 1 con 20% de sobrevivencia.

### **DISTRIBUCION DE LAS POSTLARVAS DENTRO DE LOS ESTANQUES**

La distribución de los camarones dentro de los estanques no mostró un patrón preciso, pero si se observaron ciertas tendencias generales como se puede apreciar en la figura 7.

En los estanques cuadrados las postlarvas tuvieron la tendencia a distribuirse hacia los lados, en los cuadrantes que estuvieron alineados a las entradas y salidas del agua; en la zona central del estanque prácticamente no se encontraron animales. En los estanques circulares se observó una mayor

frecuencia de distribución de las postlarvas en las regiones más alejadas de la salida del agua, considerando la dirección del flujo de la misma, generalmente en las divisiones 2, 3, 4 y 5 (Fig. 7). Los camarones casi siempre fueron encontrados pegados a las paredes de los estanques. En los estanques ovalados, la tendencia de los organismos fué a agruparse en las divisiones más alejadas de la entrada del agua, o sea, hacia la salida de éste y con una mayor frecuencia se encontraron enterrados y pegados a las paredes de los estanques.

Los resultados del cociente entre la varianza y la media, que es una medida del tipo de distribución de los organismos dentro de los estanques, indicaron que en los estanques cuadrados siempre se encontró una distribución de las postlarvas de tipo contagioso ( $p < 0.05$ ) durante todo el experimento. Esto podría estar relacionado con la formación de zonas que pueden ser más apropiadas para las postlarvas dentro del estanque.

En los estanques redondos y ovalados en general se encontró una distribución de los animales al azar dentro de los estanques a lo largo del período experimental, lo que puede indicar que se mantienen condiciones más homogéneas en cuanto a la calidad del agua dentro de éstos.

## DISCUSION

Los resultados del presente estudio, ponen en evidencia que la forma de los estanques utilizados para el cultivo experimental de las postlarvas de *Penaeus aztecus* influyen tanto en los niveles de oxígeno disuelto y pH determinados como en el crecimiento y la sobrevivencia de los organismos, lo que se puede atribuir a las diferencias en la dirección del flujo de agua y en los patrones de circulación, promovidos por la estructura.

Una manera de establecer esto, fué a través de la ubicación de las postlarvas en los estanques (fig.7). En todas las modalidades, los camarones tendieron a concentrarse en la línea de circulación del agua, prefiriendo las regiones más cercanas a la salida y mostrando una preferencia hacia las orillas de los estanques.

Aún cuando no se detectaron diferencias significativas en los factores ambientales como el oxígeno, pH, temperatura y salinidad entre los cuadrantes, el registro de la posición de los camarones dentro de estos durante el periodo experimental se puede utilizar como un indicador de la variación en dichos factores ambientales. Es posible suponer que los instrumentos de medición utilizados, no sean lo suficientemente sensibles para medir ciertos niveles de estos factores que las postlarvas de *Penaeus aztecus* sí fueron capaces de detectar.

Wheaton et al., (1972), han analizado los patrones de circulación y las ventajas que presentan los estanques de bases rectangulares, redondas y ovaladas para el cultivo de especies acuáticas.

En cuanto a los estanques rectangulares, estos autores han establecido que aunque son fáciles de construir, presentan desventajas en cuanto a la circulación del agua. Estas desventajas consisten en que en este tipo de estanques quedan áreas con poca circulación, lo que origina zonas de baja calidad; esto se refleja en bajas concentraciones de oxígeno, acumulación de desechos, aumento en la concentración de bacterias anaerobias y disminución en el pH.

La zonación dentro del estanque crea áreas preferenciales para los organismos, como se pudo comprobar a través de los patrones de distribución de las postlarvas en cada estanque (fig.7). En estas condiciones, el área real de la que disponen los animales se disminuye produciendo un estrés fisiológico por aumento en la densidad. Este aumento en la densidad repercutirá negativamente en las tasas de crecimiento y finalmente en la producción.

Al respecto Wyban et al (1967) y Edwards (1976), señalan que un aumento en la densidad de los camarones en estanques con inadecuada calidad de agua y baja productividad, suelen disminuir el rendimiento debido a un aumento en la competencia por espacio y alimento.

Entre los factores relacionados con la circulación y las áreas muertas, se cuentan la disposición de la entrada y de la salida del agua y la tasa de flujo de esta, los cuales desempeñan un papel muy importante. (cita)

En este trabajo, en los estanques cuadrados se quiso mejorar la circulación colocando dos entradas y dos salidas (Fig.3), en vez de una como normalmente se utiliza (Orbe, 1984;

Wheaton *et al.*, 1982). A pesar de esto, los resultados mostraron que en comparación, los estanques de base cuadrada presentaron menores concentraciones de oxígeno y pH, lo cual se reflejó en el escaso crecimiento y sobrevivencia de las postlarvas (tablas 4 y 5).

Al observar la agregación de los camarones en los lados del estanque, entre la entrada y la salida del agua, se puede suponer que el agua corría desde la entrada hasta la salida, creando por tanto una "zona muerta" en el centro del estanque, con un mínimo recambio de agua; dicha suposición se comprobó ya que en esta zona no se encontró ningún camarón durante el lapso del experimento. Al respecto, Zielinski *et al.* (1976) han propuesto que para mejorar las condiciones de circulación de los estanques de base cuadrada, es necesario aumentar el número de entradas de agua y promover la salida a través de la instalación de bordes laterales que den una forma triangular al estanque.

En los estanques circulares, los patrones de circulación son producto de una componente de velocidad tangencial, la cual, según Wheaton *et al.* (1972), puede hacer que la velocidad del agua sea más alta que en los estanques rectangulares.

En los estanques circulares, utilizados en este estudio, se encontró que las postlarvas se distribuyeron en las áreas más alejadas de la salida del agua, donde probablemente hubo mayor circulación. La posición de las postlarvas se reportó en cada división establecida, considerando el área total de la división. Sin embargo, haciendo una observación más precisa de ésta, se pudo notar que los camarones prefirieron las orillas del estanque y en menor grado el agua adyacente al desagüe. Cabe hacer notar que en la zona intermedia, entre el desagüe y la

orilla, el número de camarones encontrados fue prácticamente nulo durante todo el periodo experimental.

En relación con esto, Larmoyeux y Pipper (1973) y Burrows y Chenoweth (1955) estudiaron los patrones de flujo en tanques circulares con los chorros de agua localizados arriba de éste y orientados en forma tangencial al círculo en varios diámetros. En estas condiciones, los autores mencionados encontraron que se crean tres zonas de circulación del agua. La primera (exterior) es una zona turbulenta, en donde la mayoría de la energía se disipa, la segunda, es de menor velocidad y presenta poco intercambio con el resto del estanque por lo que también se la llama zona muerta y la tercera es un área turbulenta.

La distribución de los organismos dentro de los estanques circulares mostró que es posible que los patrones de circulación encontrados por estos autores fueran observados, es decir, se crean zonas con una mejor calidad de agua en las orillas y alrededor del desagüe, donde probablemente hubo una mayor velocidad y turbulencia del agua.

En el cultivo de los camarones peneidos, los estanques circulares se han utilizado para cultivos intensivos con altos rendimientos en poco espacio (Spotts, 1984). Para lograr esto y evitar los problemas asociados con los patrones de circulación, ha sido necesario introducir aireación, promover altas tasas de intercambio de agua e instalar sistemas de remoción de desechos, con lo cual, se han logrado tasas de crecimiento de hasta 1.9 g/semana animal<sup>-1</sup> y rendimientos de 7.6 ton/ha (Wyban et al; 1987).

Aún cuando en el presente estudio no se siguió este



procedimiento en los estanques circulares, se observó que éstos promovieron mejores tasas de crecimiento y mayores porcentajes de sobrevivencia que los obtenidos en los estanques cuadrados (tablas 3 y 4).

En cuanto a la distribución de los camarones en los estanques ovalados, no se encontró un patrón preciso dentro de éstos, aunque si se pudo observar una tendencia de los animales a agruparse en la zona del desagüe, donde probablemente se crea una área mas turbulenta por el efecto de embudo que le da esta forma.

Burrows y Chenoweth (1955) estudiaron el patrón de flujo en un estanque ovalado y encontraron que en este tipo de estanque no se presentan áreas muertas probablemente debido a una mejor circulación del agua. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en el presente estudio, en donde se constató una mejor calidad del agua, lo cual se reflejó en un mayor crecimiento relativo de las postlarvas y en una sobrevivencia mas alta en relación con la obtenida tanto en los estanques circulares como en los cuadrados (tablas 3 y 4). Esto hace suponer que hubo una mejor circulación y no se produjeron zonas muertas dentro del estanque, y por lo tanto los organismos dispusieron de un mayor espacio.

Al comparar el crecimiento y la sobrevivencia de las postlarvas de camarón de cada estanque, se observó que ambos indicadores del estado fisiológico de éstos fueron mayores en los estanques ovalados que en los de los otros dos diseños.

Al igual que con la distribución, es posible que estos resultados se deban a que los patrones de circulación, la

calidad del agua y por lo tanto las condiciones de vida de los organismos, fueron mejores en este tipo de estanques que en los cuadrados y circulares.

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua de un estanque es la condición mas importante para garantizar un crecimiento adecuado en los organismos y está determinada básicamente por la productividad y la circulación del agua (Boyd *et al*, 1978; Wyban *et al*, 1987; Bardach *et al*, 1982)

En este estudio, las concentraciones de oxígeno disuelto registradas presentaron variaciones en función del tipo de estanque (fig. 4), las cuales resultaron ser estadísticamente significativas a partir de la segunda semana de iniciado el experimento. Esto es, se registró el mayor nivel de oxígeno disuelto (5.5-7 mg/l) en los estanques ovalados, sobre todo en las primeras horas del día, y el menor registrado en los cuadrados (2.7 a 3.1 mg/l.).

Estos resultados son importantes si se considera que es precisamente en estos momentos cuando las concentraciones de oxígeno son mínimas, debido a la respiración de la comunidad del estanque durante la noche (Mendejian *et al*; 1988).

Al respecto, Wyban *et al*. (1978) han señalado que una concentración de oxígeno de 2mg/l, inhibe el crecimiento de *Ponapeus vannamesi* en cultivo. Así, es probable que las diferencias observadas en cuanto al crecimiento relativo de las postlarvas sea consecuencia de las variaciones en la concentración de oxígeno producidas en los distintos estanques.

Como ya se mencionó, la cantidad de oxígeno disuelto en un

estanque es función directa de la productividad, la cual en un sistema somero como el utilizado aquí (16 cm de columna de agua) involucra tanto al fitoplancton como al fitobentos.

En el caso del fitoplancton, la productividad de éste depende de los nutrientes disueltos en el agua. En los sistemas de cultivo la concentración de los nutrientes depende principalmente de la fertilización (INP, 1987). En este estudio los estanques no se fertilizaron, por lo cual la productividad de éstos fue similar a la del agua del estero con la que se llenaron y por lo tanto no se encontraron diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ) (Vázquez, 1989). Así, las diferencias observadas en la concentración de oxígeno podrían ser atribuidas a las diferencias en la productividad del fitobentos.

En un estudio reciente Vázquez (1989), estimó la productividad del fitobentos para este mismo sistema de estanques, a partir de mediciones realizadas en 2 ciclos de 24 h. Los datos obtenidos en dicho estudio, indicaron que la productividad del fitobentos fue mayor en los estanques ovalados que en los estanques circulares y cuadrados. Estos resultados podrían tener relación con los obtenidos en este trabajo en cuanto al pH de fondo registrado en los estanques tanto en la mañana como en la tarde (tabla 3, fig.6).

Como una medida más de la diferencia que existe entre los estanques, está el hecho de que al vaciar los estanques, una vez finalizados los experimentos, se encontró que el sedimento de los cuadrados correspondió a sustratos anaerobios, en donde por acción de las bacterias degradadoras de materia orgánica se produce  $H_2S$ , lo cual trae como consecuencia un olor

desagradable. En los estanques circulares, se presentaron tanto zonas con estas características, como áreas donde el sedimento tenía una capa de algas. En contrasta, en los estanques ovalados fué muy clara la alfombra de algas que se formó y no hubo mal olor. Como se pudo apreciar (Tabla 3), los valores de pH obtenidos en la mañana fueron significativamente más altos que los observados en la tarde ( $p < 0.05$ ). Además se encontraron valores de pH menores en los estanques cuadrados que en los circulares y ovalados.

El fitobentos no se puede desarrollar en las "áreas muertas" de los estanques, en donde el pH tiende a ser bajo, producto de las bacterias anaerobias del sedimento lo que producirá una disminución de la fotosíntesis generadora principal del oxígeno del agua. Así, el patrón de circulación de cada estanque, es un factor importante en el establecimiento de las comunidades del fitobentos, lo que redunda a su vez en una mayor concentración de oxígeno (Spotts, 1984). Como ha sido señalado por varios autores, es precisamente la concentración de oxígeno y sus productores la limitante para el buen desarrollo de los organismos en cultivo.

La determinación de los requerimientos mínimos de oxígeno para los camarones en cultivo, así como la información producida en el presente estudio, deberían ser tomados en cuenta cuando se pretenda cultivar esta especie. En relación con esto, Vazquez (1989) ha reportado que los requerimientos del campo de actividad metabólica para la alimentación de las postlarvas de *P. aztecus* son del orden de  $1.25$  a  $1.40 \text{ mg O}_2 \text{ h}^{-1}/\text{g}^{-1}$ . Si se considera que el nivel mínimo tolerable por esta especie es de  $2 \text{ mg O}_2/\text{l}$  (Broom et al., 1970), necesariamente el sistema de cultivo debe proporcionar niveles mayores de  $3.40 \text{ mg O}_2/\text{l}$ , donde

se satisfagan los requerimientos básicos de los especímenes (Vazquez, 1989) sin alcanzar niveles estresantes, sobre todo en las primeras horas de la mañana cuando las concentraciones de oxígeno son mínimas. Estos resultados concuerdan con los reportados por Bardach et al. (1982), para el camarón *Penaeus japonicus* en Japón, para el cual el nivel mínimo aceptable de oxígeno disuelto en un estanque de cultivo es de 3.5 mg O<sub>2</sub>/l.

En este sentido, y considerando las fluctuaciones de la concentración de oxígeno, la sobrevivencia y el crecimiento de *P. aztecus* se puede concluir que en los estanques ovalados se cumple con dichos requerimientos y que por lo tanto podrían ser los más adecuados para el cultivo de esta especie. Los siguientes estudios deberían estar enfocados a probar con estos estanques otras condiciones, tales como la fertilización y el tipo de alimentación. De esta manera se podrían encontrar globalmente las condiciones de cultivo más adecuadas para esta especie.

## TABLAS Y FIGURAS

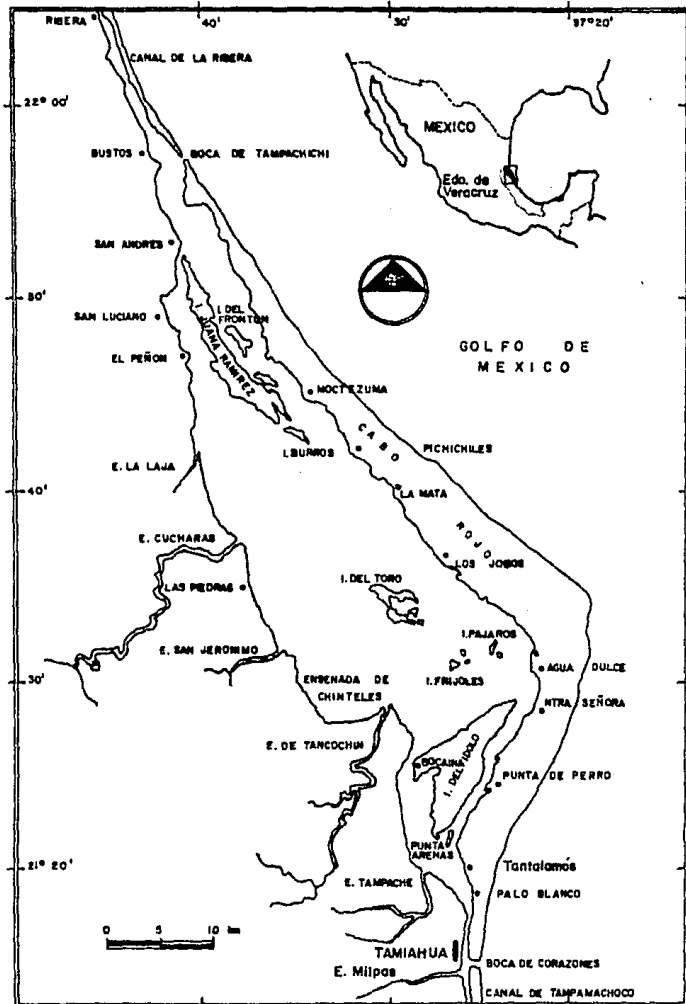


Fig. 1. Area de estudio. Laguna de Tamiahua, Veracruz, México.

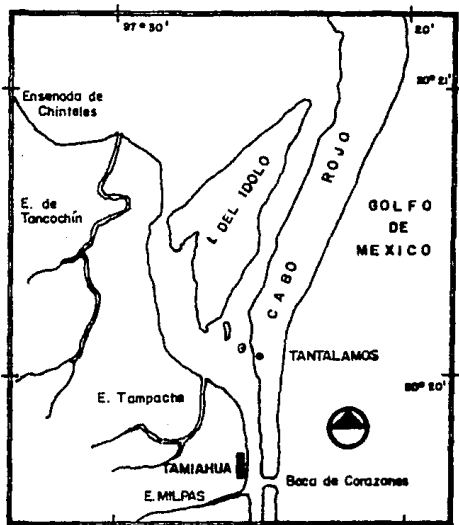


Fig. 2. Zona de colecta. El punto senala el sitio de colecta de los organismos (⊙).



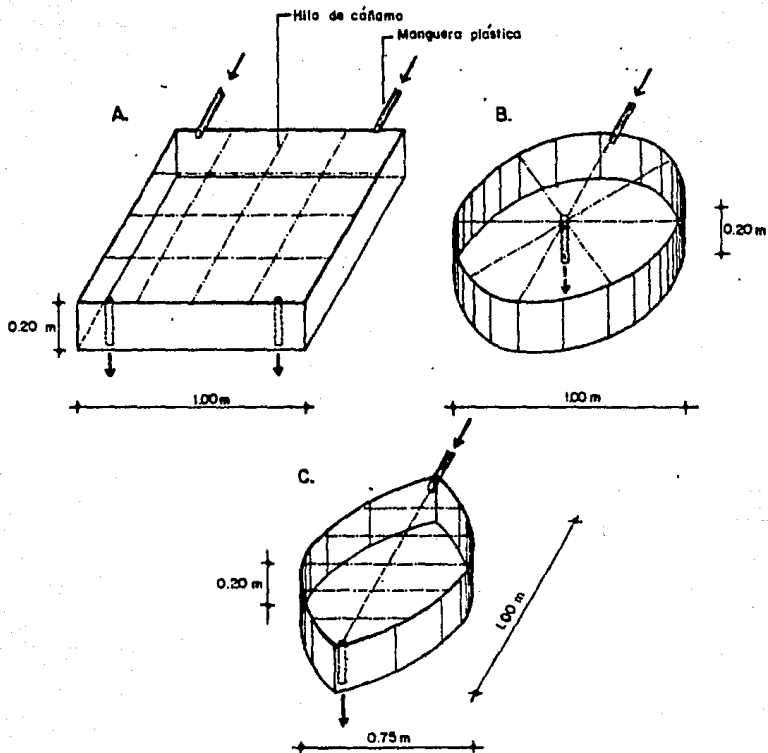


Fig. 3. Estanques experimentales de cultivo empleados. A- Cuadrados ( $1\text{ m}^2$ ), B- Redondos ( $0.78\text{ m}^2$ ), C- Ovatados ( $0.59\text{ m}^2$ ). Las flechas señalan la dirección de la entrada y la salida del agua.

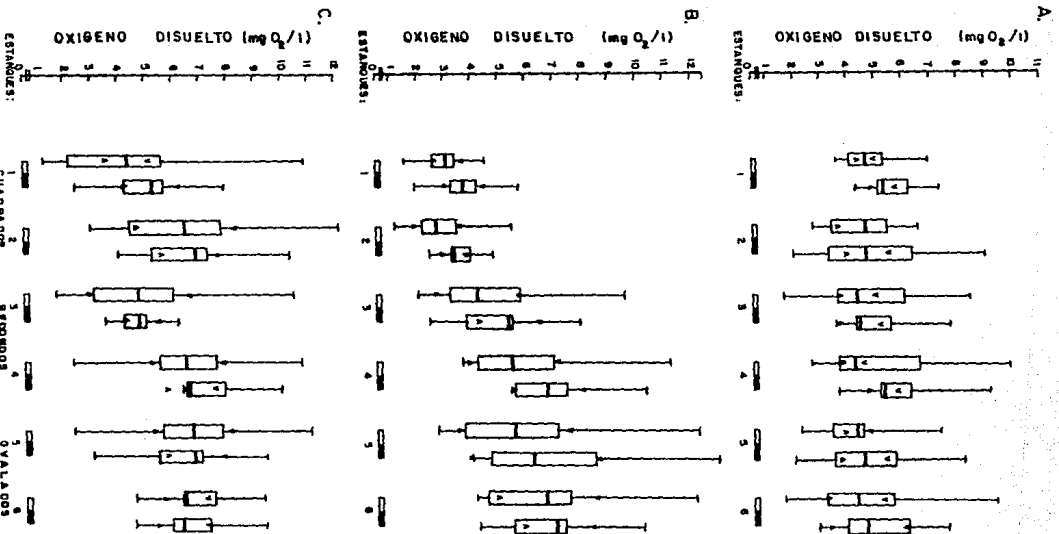


Fig. 4. Diagramas de cajas en paralelo del oxígeno disuelto ( $\text{mg O}_2/\text{l}$ ) en los estuarios experimentales, durante el período de experimentación: A-1<sup>a</sup>, semana; B-2<sup>a</sup>, semana y C-3<sup>a</sup> semana. En los cajas, la barra horizontal denota la mediana y los signos  $\square$  y  $\blacksquare$  su intervalo de confianza (e<sub>0.05</sub>).  $\square$  Oxígeno disuelto en la mañana;  $\blacksquare$  Oxígeno disuelto en la tarde.

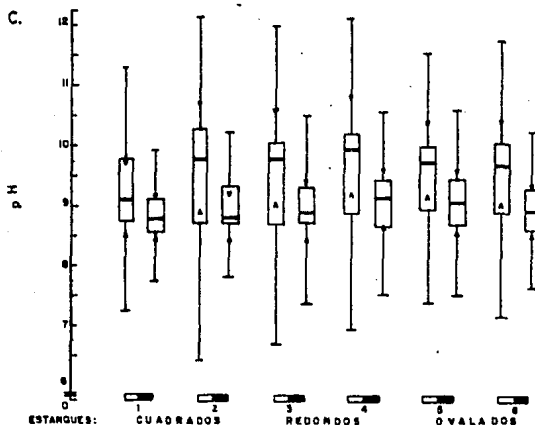
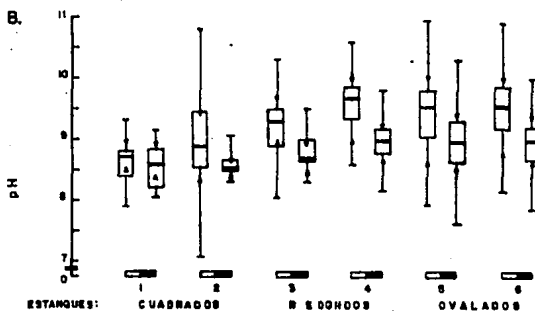
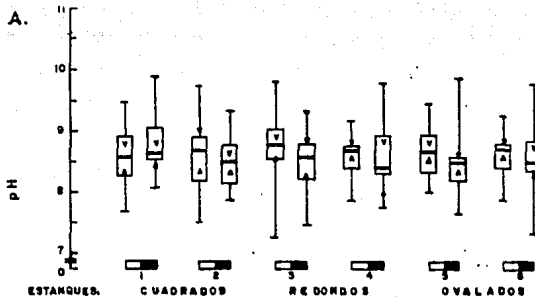


Fig. 5. Diagramas de cajas en paralelo del pH de superficie del agua en los estanques experimentales y durante el período de experimentación: A-1ra. semana, B-2da. semana y C-3ra. semana. En las cajas, la barra horizontal denota la mediana y los signos > y < su intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ). □ pH en la mañana, ■ pH en la tarde.

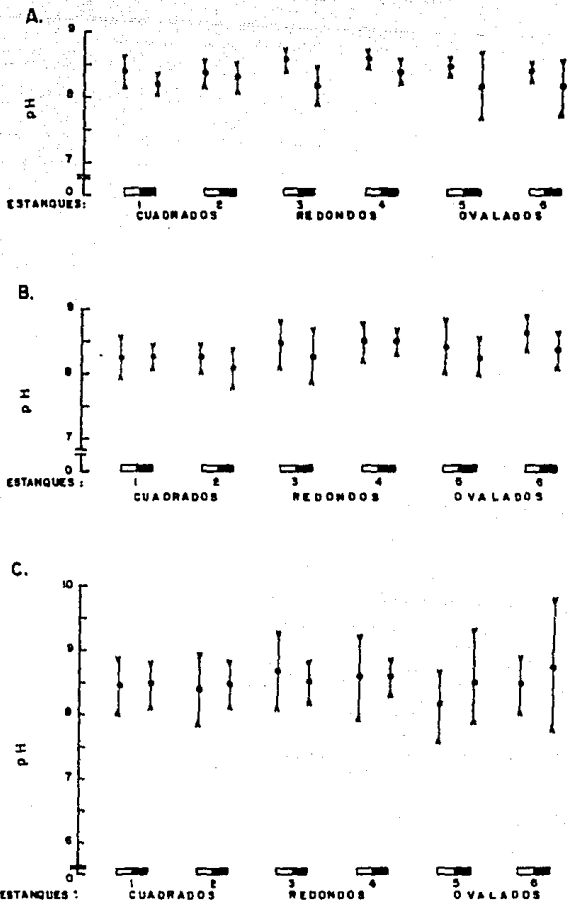


Fig.6. Variación del pH de sedimento en los estanques experimentales, durante el período de experimentación: A- 1ra. semana, B- 2da. semana y C- 3ra. semana. Por estanque se señalan valores medianos y el intervalo de confianza de la mediana ( $\alpha=0.05$ ).

□ pH en la mañana, ■ pH en la tarde.

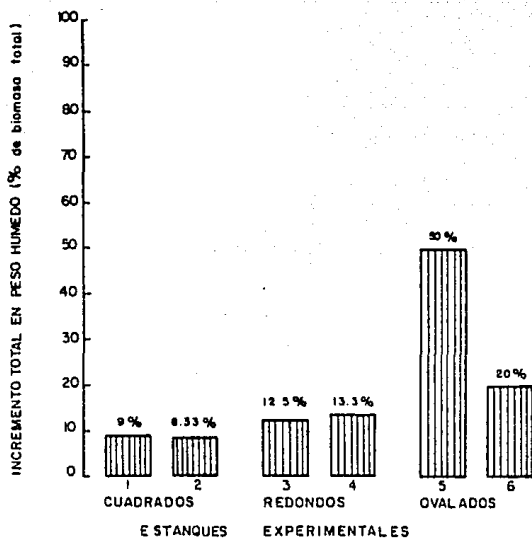


Fig.7. Incremento porcentual del peso húmedo de las postlarvas de *P. gyzecus* en los estanques experimentales, durante el período de experimentación.

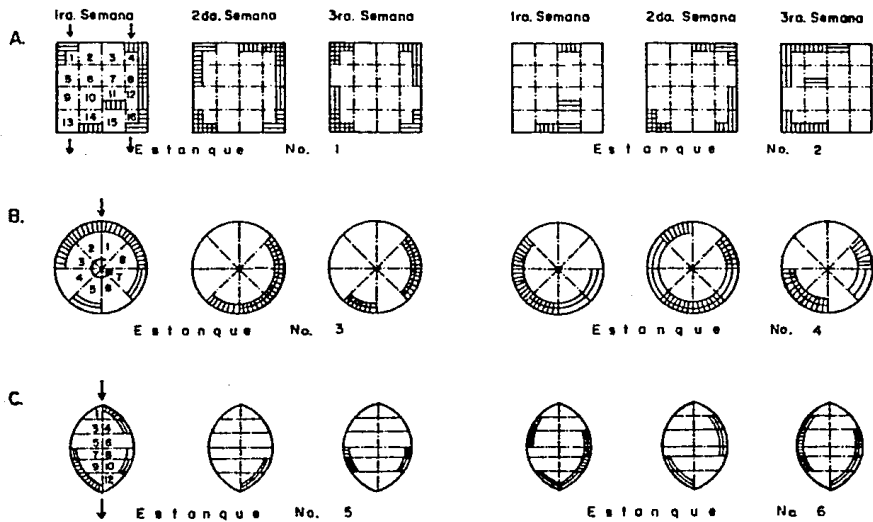


Fig. 8. Disposición espacial de las postlarvas de *P. aztecus* dentro de los estanques experimentales, a lo largo del período de experimentación. A- Estanques cuadrados, B- Redondos y C- Ovalados. Las zonas sombreadas indican los cuadrantes donde se presentaron los valores modales de los camarones, durante el día (▨) y durante la noche (▧). Las flechas señalan la dirección de entrada y salida del agua en los estanques.

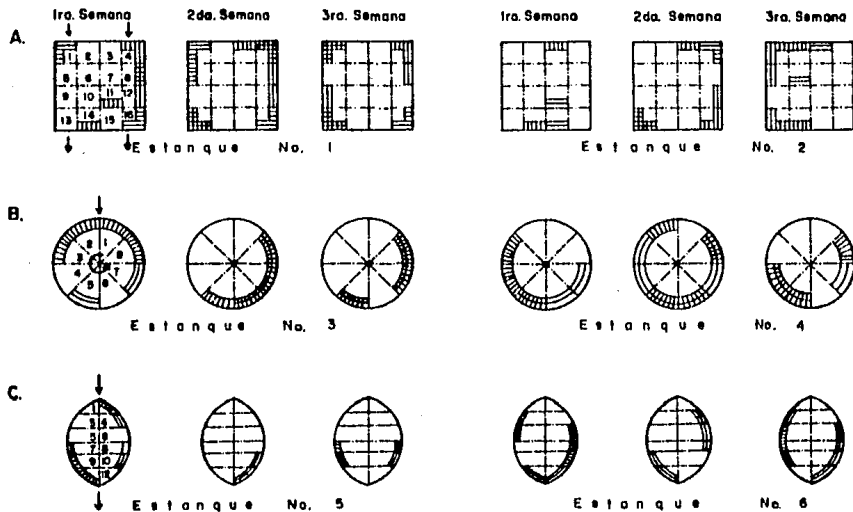


Fig. 8. Disposición espacial de los postlarvas de *P. aztecus* dentro de los estanques experimentales, a lo largo del período de experimentación. A- Estanques cuadrados, B- Redondos y C- Ovalados. Las zonas sombreadas indican los cuadrantes donde se presentaron los valores modales de los camarones, durante el día (▨) y durante la noche (▧). Las flechas señalan la dirección de entrada y salida del agua en los estanques.

TABLA 1. VARIACION DE LA TEMPERATURA Y SALINIDAD EN LOS ESTANQUES  
 EXPERIMENTALES DURANTE TRES SEMANAS, SE SEÑALAN LOS VALORES  
 MEDIANOS Y D.D. (D.T.M.) DE LOS PARAMETROS MEDIDOS.

SEMANA 1						
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados	
	1	2	3	4	5	6
TEMP. MARIÑA:						
Mediana	14,75	15,70	16,50	16,75	17,00	17,50
D.D.	1,41	1,73	1,67	1,67	1,51	1,50
TEMP. TARIÉ:						
Mediana	17,50	17,50	18,00	17,50	17,50	17,50
D.D.	0,89	1,13	1,13	1,45	1,45	1,33
SALINIDAD:						
DIFEREN:						
Mediana	10,50	10,00	10,00	10,00	10,50	11,00
D.D.	0,59	1,00	1,53	4,10	4,50	1,53
SEMANA 2						
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados	
	1	2	3	4	5	6
TEMP. MARIÑA:						
Mediana	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	16,75
D.D.	1,73	3,21	1,80	3,21	1,77	1,63
TEMP. TARIÉ:						
Mediana	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
D.D.	4,10	4,47	4,10	4,47	4,77	4,10
SALINIDAD:						
DIFEREN:						
Mediana	10,75	10,00	11,00	10,50	10,75	11,00
D.D.	7,74	1,33	1,33	1,50	1,53	1,53
SEMANA 3						
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados	
	1	2	3	4	5	6
TEMP. MARIÑA:						
Mediana	13,75	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50
D.D.	4,46	4,47	5,07	5,07	5,47	5,07
TEMP. TARIÉ:						
Mediana	10,00	10,50	10,50	10,50	10,50	10,50
D.D.	3,53	1,53	2,53	3,53	3,53	3,53
SALINIDAD:						
DIFEREN:						
Mediana	11,00	10,75	10,75	11,50	11,50	11,50
D.D.	1,53	1,51	1,53	1,53	1,53	1,53



TABLA 2. VARIACION DEL OXIGENO DISUELTUO DURANTE TRES SEMANAS EN  
 LOS ESTANQUES EXPERIMENTALES. SE SEÑALAN LOS VALORES MEDIANOS  $\pm$  I.C. (95%).

SEMANA 1							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
O.D. MAÑANA							
Mediana	4.740	4.670	4.390	4.300	4.400	4.400	
I.C.	0.212	0.930	0.590	0.360	0.990	0.890	
O.D. TARDE							
Mediana	5.350	4.720	4.500	5.400	4.600	4.700	
I.C.	0.519	0.574	0.650	0.477	0.770	1.254	
SEMANA 2							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
O.D. MAÑANA							
Mediana	3.100	2.730	4.190	5.500	5.530	6.700	
I.C.	0.410	0.720	1.430	1.560	1.920	1.700	
O.D. TARDE							
Mediana	3.730	3.360	5.380	6.800	5.300	7.100	
I.C.	0.590	0.350	1.010	1.130	2.260	1.130	
SEMANA 3							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
O.D. MAÑANA							
Mediana	4.350	6.430	4.760	6.500	6.700	6.400	
I.C.	0.660	1.720	1.750	1.250	1.310	0.710	
O.D. TARDE							
Mediana	5.260	5.930	4.760	6.500	5.200	6.300	
I.C.	0.880	1.130	0.470	0.330	0.950	0.830	

TABLA 3. VARIACION DEL pH DE SUPERFICIE Y pH DE SEDIMENTO EN LOS  
 ESTANQUES EXPERIMENTALES DURANTE TRES SEMANAS. SE SEÑALAN  
 LOS VALORES MEDIANOS  $\pm$  I.C. (95%).

SEMANA 1							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
pH sup. MAÑANA:							
Mediana	8.650	8.770	8.790	8.730	8.710	8.710	
I.C.	0.190	0.217	0.128	0.130	0.130	0.170	
pH sup. TARDE:							
Mediana	8.630	8.530	8.620	8.450	8.490	8.540	
I.C.	0.140	0.080	0.150	0.340	0.150	0.130	
pH fondo MAÑANA							
Mediana	8.290	8.420	8.580	8.570	8.460	8.410	
I.C.	0.230	0.160	0.100	0.050	0.060	0.100	
pH fondo TARDE:							
Mediana	8.240	8.260	8.190	1.360	8.220	8.220	
I.C.	0.100	0.230	0.260	0.190	0.350	0.380	
SEMANA 2							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
pH sup. MAÑANA:							
Mediana	8.720	8.830	8.310	8.680	8.550	8.550	
I.C.	0.190	0.500	0.310	0.270	0.420	0.370	
pH sup. TARDE:							
Mediana	8.590	8.520	8.700	8.370	8.360	8.390	
I.C.	0.180	0.080	0.190	0.240	0.400	0.310	
pH fondo MAÑANA							
Mediana	8.260	8.250	8.470	8.590	8.430	8.620	
I.C.	0.300	0.170	0.210	0.250	0.360	0.240	
pH fondo TARDE:							
Mediana	8.180	8.190	8.250	8.510	8.270	8.370	
I.C.	0.150	0.260	0.350	0.190	0.220	0.250	
SEMANA 3							
ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
pH sup. MAÑANA:							
Mediana	8.120	8.790	8.790	8.980	8.790	8.690	
I.C.	0.560	0.360	0.750	0.720	0.550	0.440	
pH sup. TARDE:							
Mediana	8.790	8.810	8.310	8.130	8.070	8.340	
I.C.	0.320	0.250	0.460	0.450	0.450	0.380	
pH fondo TARDE:							
Mediana	8.460	8.410	8.670	8.600	8.190	8.450	
I.C.	0.420	0.590	0.550	0.550	0.530	0.370	
pH fondo MAÑANA							
Mediana	8.500	8.460	8.540	8.560	8.560	8.790	
I.C.	0.290	0.360	0.320	0.250	0.390	0.370	

TABLA 4. PESO INICIAL Y FINAL (g) Y CRECIMIENTO RELATIVO (%) DE LAS POSTLARVAS DE *P. aztecus* EN DIFERENTES TIPOS DE ESTANQUES EXPERIMENTALES

ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados	
	1	2	3	4	5	6
BIOMASA inicial	2.20	1.20	2.40	4.50	2.50	4.00
N	10	10	9	9	9	8
BIOMASA final	2.40	1.10	2.70	5.10	5.00	4.30
N	4	3	4	7	5	7
TASA CRECIMIENTO (%)	9.00	8.33	12.50	13.30	50.00	20.00

TABLA 5. SOBREVIVENCIA (%) DE LAS POSTLARVAS EN LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTANQUES EXPERIMENTALES.

ESTANQUES	Cuadrados		Circulares		Ovalados	
	1	2	3	4	5	6
SOBREVIVENCIA	20	30	22.3	66.6	62.5	87.5

TABLA 6. DISTRIBUCION DE LAS FOSTLARVAS DE *P. anticus* EN DIFERENTES TIPOS DE ESTANQUES EXPERIMENTALES

SEMANA 1							
ESTANQUES	cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
FREC. MAÑANA:	9	12	4	4	7	6	
INTER. CONF.	1.2	1.44	0.71	0.43	1.48	0.91	
FREC. TARDE:	9	12	4	5	3	7	
INTER. CONF.	1.63	1.21	1.11	1.14	1.38	1.03	

SEMANA 2							
ESTANQUES	cuadrados		Circulares		Ovalados		
	1	2	3	4	5	6	
FREC. MAÑANA:	9	13	3	5	9	5	
INTER. CONF.	1.19	1.42	0.42	1.35	1.35	0.94	
FREC. TARDE:	5	9	4	4	7	7	
INTER. CONF.	1.9	1.32	0.72	0.65	1.76	1.44	

SEMANA 3							
ESTANQUES	cuadrada		Circular		Ovalada		
	1	2	3	4	5	6	
FREC. MAÑANA:	3	9	3	5	9	3	
INTER. CONF.	2.13	3.4	0.62	0.6	0.49	0.8	
FREC. TARDE:	9	6	4	5	9	7	
INTER. CONF.	2.27	3.44	0.92	0.69	0.81	0.94	

## AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial quiero agradecer al Dr. Carlos Rosas por la dirección de esta tesis, por su amistad y paciencia.

A la Dr. Sonia Espina, M. en C. Adolfo Sánchez, Biol. Cecilia Vanegas y al Dr. Fernando Díaz, por la revisión y aportaciones hechas a la tesis.

Al Dr. Eugenio Díaz-Iglesia por la revisión de la tesis.

A la Biol. Laura Cárdenas por el apoyo prestado en el campo en la captura y determinación de los organismos utilizados.

A la Biol. Cecilia Vanegas por su ayuda en la elaboración de las figuras.

A Don Faustino Torres y Faustino Torres M. pescadores de Tamiahua por su colaboración durante el mes de trabajo en Tamiahua

A Carlos, Adolfo, Laura, Ceci, y Gille con los que compartí el trabajo en el laboratorio todo este año, por su amistad.

## LITERATURA CITADA

- Ayala-Castañares, A., R. Cruz, A. García-Cubas Jr. y L. R. Segura., 1969. Síntesis de los conocimientos sobre la geología marina de la laguna de Tamiahua, Veracruz, México. *IN: Lagunas Costeras. Un Simposio Mem. Simp. Intern. Lagunas costeras. UNAM-UNESCO, Nov. 28-30, 1967. México, D.F.: 39-48 p.*
- Ayala-Castañares, A. y L.R. Segura, 1981. Foraminíferos recientes de La Laguna de Tamiahua, Ver., México. *An. Inst. Cienc. del Mar y Limn. UNAM. 8(1): 103-110 p.*
- Bardach, J.E., J.H. Ryther and W.O. McLaren., 1972. *Acuacultura: Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce.* Wiley-Interscience, New York. 869 p.
- Butista, P., 1988. *Crustáceos. Tecnología de Cultivo.* Ediciones Mundi-Premsa, Madrid. 179 p.
- Boyd, C.E, R.P. Romaine, and E. Johnston., 1978. Predicting Early Morning Dissolved Oxygen Concentrations in Channel Catfish Ponds. *Trans. Am. Fish. Soc. 107 (3): 484-493 p*
- Broom, J.G. and S.T. Cortés.. 1970. Shrimp culture. In: *Proc. 1<sup>th</sup> Ann. Work. World. Maric. Soc. February 9-10, 1970. Louisiana.: 63-68 p.*

- Brower, J.E. and J.H. Zar., 1980. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Wm. C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa, 194 p.
- Cabrera J.A. y Garcia C.J.L., 1982. Estado de la acuacultura en México al término de 1982. In: Bardach, J.E., J.H. Ryther y W.O. McLaren (Eds.) *Acuacultura: Crianza y Cultivo de Organismos Marinos y de Agua Dulce*. A.G.T. Editor, S.A. México. 721-741 p.
- Cárdenas, F.L. 1989., Estudio preliminar sobre la distribución y abundancia de las postlarvas epibénticas de *Penaeus aztecus* (Ives, 1981) y *Penaeus setiferus* (L.) en la Laguna en la de Tamiahua Veracruz (Crustáceas: Penaeidae). Tesis profesional Facultad de Ciencias UNAM. 55 pp.
- Cook, H.L., 1967. A genetic key to the protozoan, mysis and postlarval stages of the littoral Penaeidae of the northwestern Gulf of Mexico. *Fish. Bull. U.S.*, 65 (2): 437-447 p.
- Edwards, R.R.C., 1977. Field experiment on growth and mortality of *Penaeus vannamei* in a mexican coastal lagoon complex. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 5: 107-121 p.

Larry T.R., 1985. Review of the Gulf of Mexico management plan for shrimp. In P.C. Rothlinsberg, B. J. Hill and D. J. Staples (Eds.), 2nd Australian, nat. Prawn Sea. NPS2, Cleveland, Australia. 267-269 p.

C. R. I. P. Mazatlán, Sin., 1987. Manual de Cria de Camarones Penidos. I. N. P. México. 40 p.

Mandejian, C.P., G.L. Rogers, and A.W. Fast., 1987a. Predicting nighttime dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: Part I. Evaluation of traditional methods. *Aquaculture Engineering*. 6: 191-208 p.

-----1987b. Predicting nighttime dissolved oxygen loss in prawn ponds of Hawaii: Part. II. A new method. *Aquaculture Engineering*. 6: 209-225 p.

Mandejian, C.P., G.L. Rogers, and A.W. Fast., 1988. Predicting nighttime dissolved oxygen loss in aquaculture ponds. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1842-1847 p.

Orbe, M. y A.Arias., 1987. *Métodos de Cultivo de Camarón en México*. Secretaría de Pesca, México. D.F., 27 p.

Rabinovich, J.E., 1982. *Introducción a la Ecología de Poblaciones Animales*. C.I.A. Editorial Continental, S.A. de C.V., México. 313 pp.



Ringo, R. y G. Zamora, 1968. A penaeid postlarval character of taxonomic value. *Bull. Mar. Sci.*, 18 (2): 471-476 p.

Romairé, R.P., C.E. Boyd, and W. J. Colis., 1978. Predicting nighttime dissolved oxygen decline in ponds used for tilapia culture. *Trans. Am. Fish. Soc.* 107 (6): 804-808.

Spotts, D., 1984. The development of Shingueno-style shrimp culture in Southern Japan. *Aquaculture Magazine*. 10 (4): 26-28 p.

Tuckey, J., 1977. *Exploratory Data Analysis*. John Wiley and Sons. New York.

Vázquez D.E., 1989. Campo de actividad metabólica de postlarvas de *Penaeus aztecus* Ives, en un sistema experimental de cultivo en Tamiahua Veracruz. Tesis profesional Facultad de Ciencias UNAM, (en prensa).

Villalobos, A., J. Cabrera, F. Manrique, S. Gómez, V. Arenas y G. de la Lanza., 1976. Estudios Hidrobiológicos en la Laguna Tamiahua. *Rev. de la soc. Mexicana de Historia Natural* Tomo XXXVII.: 139-180 p.

Wheaton, F.W., 1982. *Aquaculture. Diseño y Construcción de Sistemas*. Agt. Editor, S.A. México. 704 pp.

- Williams, A., (1984). *Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic Coast of the Eastern United States Maine to Florida*. Smithsonian Institution Press, Washington, D. C. 23-27 p.
- Wyban, J.A., Lee, C. Sato V. T., Sweeney, J. N. and Richards, W. K., Jr., 1987. Effect of stocking density on shrimp growth rates in manure- fertilized ponds. *Aquaculture* 61: 23-32 p.
- Wyban, J.A., J. N. Sweeney., W. K. Richards, R. Kanna and R. Oyama., 1987. Shrimp production trials in an intensive shrimp pond. *Aquaculture Digest*.
- Zar, J.H, 1974., *Bioestadistical Analysis*. Prentice- Hall Inc. U. S. A. 163-181 p.
- Zielinski, P.B., W.E. Castro and P. A. Sandifer., 1976. Model flow studies of a rectangular shrimp larval tank. In: *Proc. 7<sup>th</sup> Ann. Meet. World World Mariculture Soc.* 25-26 de Enero. 1976. Sn. Diego California.: 583-605 p.