



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

CAMPUS - IZTACALA

400282



61060 1

ASPECTOS ECOLOGICOS DE LOS JUVENILES

DE

MACROBRACHIUM ACANTHURUS  
Y EVALUACION DE LA FECUNDIDAD  
PROMEDIO EN EL SISTEMA LAGUNAR

DE ALVARADO, VER.

B01168/95  
E7.3

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
BIOLOGO

PRESENTA:

LAURA IRENE RODRIGUEZ GAMBOA

Director: Biol. Sergio Cházaro Olvera

1995.



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 esta 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.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Biólogo Sergio Cházaro Olvera ,  
por su orientación y valiosos consejos en la realización de este trabajo.

Al M. En C. Jonathan Franco L. , M. en C. Arturo Rocha R. ,  
Biólogo Rafael Chávez L. e Ignacio Winfield A. , quienes como sinodales  
contribuyeron con sus observaciones y comentarios para mejorarlo.

A mis compañeros y amigos del laboratorio de Ecología de la  
UNAM Campus Iztacala , quienes directa e indirectamente participaron en  
la culminación de esta tesis.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
Resumen .....	1
Introducción .....	2
Antecedentes .....	6
Objetivos .....	8
Area de estudio .....	9
Material y Métodos .....	12
Resultados .....	18
Análisis .....	41
Conclusiones .....	56
Literatura citada .....	58

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizaron ocho muestreos de septiembre de 1990 a agosto de 1991, cubriendo las tres temporadas climáticas, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver. con el fin de evaluar la variación espacio-temporal de la densidad y la dinámica de crecimiento, la mortalidad y supervivencia, así como la fecundidad de *Macrobrachium acanthurus* en el campo y en el laboratorio. La densidad se evaluó a partir del número de organismos por estación y área de arrastre. A los organismos fijados se les midió la longitud total para el análisis de crecimiento. El número de huevos se obtuvo por conteo directo. Al mismo tiempo se transportaron organismos vivos al laboratorio de Ecología de la UNAM campus Iztacala y se acondicionaron en un sistema de recirculación continua, con el fin de observar el crecimiento y la supervivencia. Las densidades mínima y máxima se registraron en la temporada de lluvias (0.05 y 29.55 org/m<sup>2</sup>). Se estimaron 3 clases modales en la fase de postlarva-juvenil, una longitud total máxima promedio de 3.325 y 1.7393 mm en la temporada de Nortes y Lluvias respectivamente, con una tasa de crecimiento alta y baja supervivencia (entre 11.62 y 12.56 %). La relación longitud-fecundidad fue de tipo potencial y la fecundidad promedio de 3 645 huevos. A partir del mantenimiento de los organismos en el laboratorio, se obtuvo un tiempo promedio de intermuda de 13 días y un bajo incremento en talla (de 0.016 mm/día). En base a los resultados, se estableció que la variación espacial de la densidad en el sistema lagunar está sujeta al fenómeno de migración propio de la especie, mientras que la variación temporal está determinada por el patrón reproductivo. Las tres clases modales obtenidas están en función de la rápida tasa de crecimiento (con valores cercanos o mayores a 0.5) en esta fase del ciclo de vida. La fecundidad, considerando otras especies del género *Macrobrachium*, es baja y mantiene una alta correlación con el tamaño de la hembra. Y de acuerdo al cultivo en el laboratorio, se determinó que el crecimiento y supervivencia se vieron limitados, principalmente, por las altas densidades manejadas.

## INTRODUCCIÓN

Dentro de los crustáceos la familia Palaemonidae es una de las más grandes; esta integrada por lo menos de 50 géneros y 450 especies repartidas en cuatro subfamilias (Holtshmit, 1988).

El género más importante de la familia es sin duda *Macrobrachium*, no sólo por su número de especies, sino por su biología, distribución e importancia económica (Espinosa, 1986). Su área de distribución está delimitada por la isoterma de 18 °C y se ubica en la zona tropical y subtropical. Generalmente se localiza en cuerpos de agua que mantienen comunicación con el océano, ya que la mayoría de las especies requieren para su desarrollo larvario de agua salada o parcialmente salobre (Gutiérrez, 1992), pero completan su ciclo de vida (Fig. 1) en agua dulce después de su metamorfosis en juveniles (Gamiño, 1994).

En la actualidad se conocen 125 especies del género *Macrobrachium*, de las cuales tenemos en México 11 nativas y *M. rosebergii* (De Man, 1879) que es introducida. Las especies nativas más importantes, desde el punto de vista comercial por su explotación, sostenimiento de las pesquerías y susceptibilidad de cultivo en los estados costeros de ambos litorales mexicanos son: *M. americanum* (Bate, 1868) y *M. tenellum* (Smith, 1871) en la vertiente del Pacífico; *M. carcinus* (Linnaeus, 1758) y *M. acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la vertiente del Golfo de México (Fierro, 1990; Holtshmit, 1988).

*M. acanthurus*, conocido comúnmente como langostino, langostino manos de carrizo, acamaya, camarón de río o camarón prieto, se distribuye desde Carolina del Norte (EE.UU.) hasta Brasil. Incluye áreas de la zona tropical y subtropical con gran diversidad de condiciones ambientales (Espinosa, 1986). Por el aumento en la demanda de langostino *M. acanthurus*, ha sido la especie más explotada por las comunidades ribereñas de la vertiente del Golfo de México.

Esta especie posee cualidades biológicas que la sitúan en un lugar importante dentro de la acuicultura: se presenta en cantidades mayores que otras especies comerciales; su preferencia por las aguas lénticas se traduce en una captura relativamente fácil, por lo que su biomasa supera a la que con mayor esfuerzo se obtiene con otras especies. Esta especie es una fuente alimenticia popular y tiene capacidad para ofrecer un mejor producto a la dieta de las comunidades ribereñas, si se logra un incremento de población sobre la base de un mejor conocimiento de la biología de este langostino (Espinosa, op cit.).

Un aspecto importante en el manejo de una especie acuícola con fines de producción, es el conocimiento de su comportamiento ecológico en el sistema (Fariás y Salinas, 1987); como puntos importantes de las poblaciones naturales o en cultivo se consideran la fecundidad y el crecimiento de los individuos; la primera es reconocida como un aspecto ecológicamente importante de la población y el estudio de vida de cualquier especie porque permite mantener los niveles de la población; y el segundo, porque el objetivo primordial en las prácticas de acuicultura es la producción de organismos de tallas óptimas en el tiempo más corto y con el menor costo posibles con miras a su consumo (Corey y Reid, 1991). por lo que resulta indispensable realizar estudios sobre aspectos que pudieran tener efecto en la supervivencia, el crecimiento y la fecundidad principalmente.

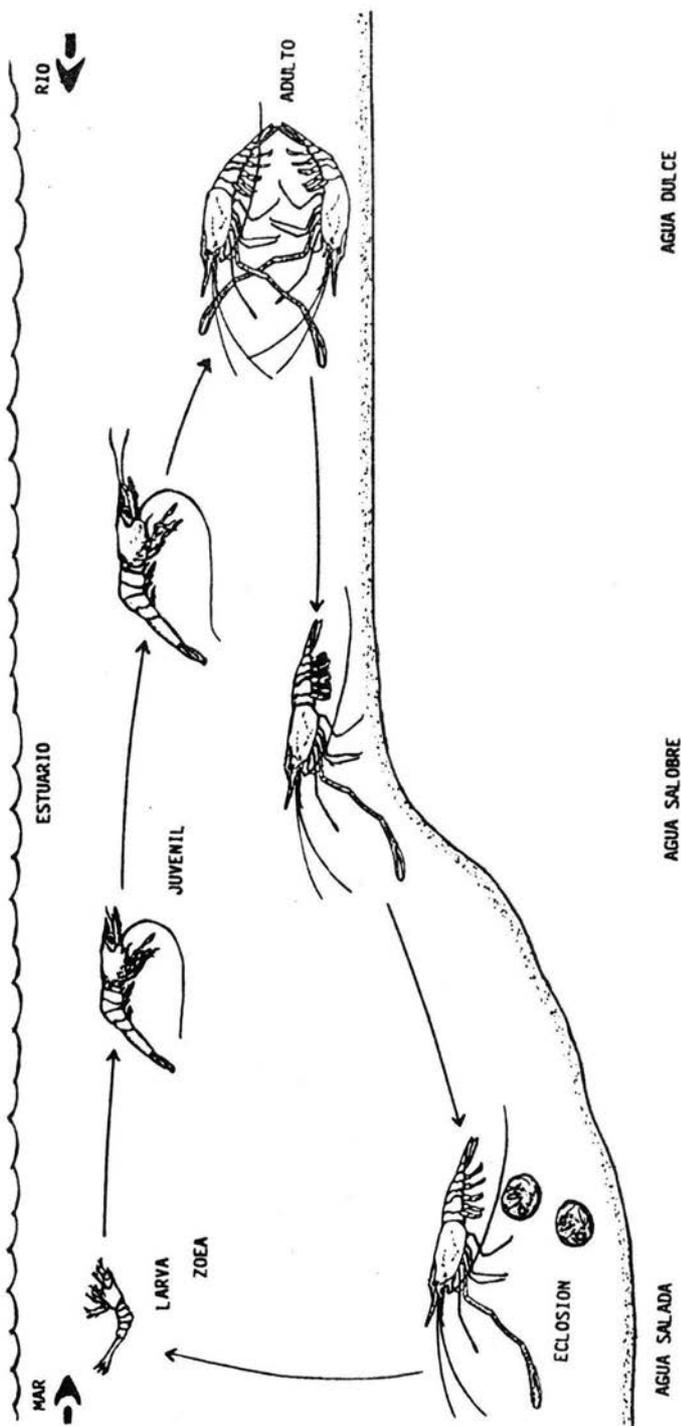
El enorme potencial biológico de la especie y la vasta disponibilidad de hábitats a lo largo y ancho de las lagunas costeras del Golfo de México, se conjuntan para admitirse a grosso modo que esta especie ofrece amplias garantías de existencia y por otra parte, puede ser susceptible de manejo en recintos controlados (Espinosa, 1986).

Clasificación de *Macrobrachium acanthurus*:

Entre las más recientes se tiene la de Bowman y Abele (1982), donde consideran a los crustáceos no como clase dentro de los artrópodos sino aun nivel más elevado; quedando de la siguiente manera:

Filo	Arthropoda
Subfilo ó Superclase	Crustácea
Clase	Malacostraca
Subclase	Eumalacostraca
Superorden	Eucarida
Orden	Decapoda
Suborden	Pleocyemata
Infraorden	Caridea
Superfamilia	Palaemonoidea
Familia	Palaemonidae
Subfamilia	Palaemoninae
Género	<i>Macrobrachium</i>
Especie	<i>Macrobrachium acanthurus</i>

Fig. 1. Ciclo de vida del langostino *Macrobrachium acanthurus*. Tomado de Espinosa, 1986.



## ANTECEDENTES

En la literatura existe gran cantidad de información sobre la taxonomía del género *Macrobrachium* y en menor número acerca de su biología, ecología y pesquería. Algunos de los trabajos que han contribuido al conocimiento de estos aspectos son los de Holtschmit (1988) quien realizó un estudio de las especies de langostino cultivables en México con énfasis en la especie introducida *M. rosebergii*. Gutiérrez (1992) realiza una investigación bibliográfica sobre la biología y cultivo de los langostinos nativos de importancia comercial.

Williamson (1972) comparó el desarrollo larvario de la especie dulceacuicola *M. niloticum* (P. Roux) y marina, *M. intermedium* (Stimpson) y describió el desarrollo larvario de la especie marina. Son las únicas especies conocidas que no requieren de agua salobre o parcialmente salobre, se desarrollan en un único ambiente dulceacuicola o marino respectivamente. Guest (1979) aportó información biológica e inició los estudios del ciclo de vida en laboratorio del langostino *M. amazonicum*; Dobkin (1971) y Gamiño (1994) trabajaron con *M. acanthurus* y Holtschmit y Pfeiler (1984) con *M. americanum* describiendo el efecto de la salinidad durante el desarrollo larvario. Choudhury (1970) obtuvo y realizó la descripción detallada del desarrollo larvario de *M. acanthurus* en condiciones de laboratorio; el mismo autor en 1971 reportó las observaciones de fecundación, incubación, eclosión y la biología general de las larvas de *M. acanthurus* durante el desarrollo larvario en condiciones de laboratorio.

Román (1979) hace aportaciones acerca de la biología y características poblacionales de *M. tenellum* en la laguna de Tres Palos, Guerrero, Pérez-Chi (1991) realiza algunas observaciones

sobre la biología del langostino *M. americanum* en cautiverio. Pérez y Segura (1981) estudiaron dos poblaciones del Río Zapote, en Tabasco y analizaron la estructura poblacional y los aspectos de la biología de las especies *M. carcinus* y *M. acanthurus*; Dattoli (1983) describe la biología, ecología y aspectos poblacionales de *M. acanthurus* en el Río Actopan, Veracruz y su aplicación al cultivo. Granados (1984) analizó los aspectos reproductivos del camarón prieto *M. acanthurus* en la cuenca del Río González, Tabasco y determinó las proporciones sexuales así como la escala de madurez sexual en las hembras encontrando una relación directa entre ésta y la longitud de la hembra. Cabrera-Jiménez (1979) y Cabrera (1977) también contribuyen con sus trabajos al conocimiento de aspectos reproductivos y de fecundidad de *M. acanthurus*.

Cabrera (1980) con su trabajo "Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo *M. acanthurus*" describe sus experiencias sobre la biología y cultivo del langostino en la estación de Acuicultura Los Amates de Tlacotalpan, Ver. Moctezuma (1988) expone la factibilidad económica del cultivo de *M. acanthurus* concluyendo que el método extensivo y la captura silvestre son una opción económica viable; López y Picaseño (1987) realizan una investigación sobre el estado de la comercialización del langostino en México.

## OBJETIVOS

Con el propósito de contribuir en el conocimiento sobre la ecología poblacional de *Macrobrachium acanthurus*, dada su potencialidad como recurso y por sus perspectivas de cultivo, el presente trabajo tiene como objetivos:

- \*Evaluar la variación de la densidad espacial y temporal de los juveniles del langostino *M. acanthurus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver.
- \*Obtener las clases modales de los juveniles, por temporada climática (Nortes, Lluvias y Secas).
- \*Estructurar el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los juveniles de *M. acanthurus* por temporada climática.
- \*Obtener la relación longitud-fecundidad de *M. acanthurus*.
- \*Determinar la mortalidad y supervivencia de los juveniles de *M. acanthurus* en condiciones naturales.
- \*Determinar la tasa de crecimiento, frecuencia de muda y mortalidad de juveniles en el laboratorio.

## AREA DE ESTUDIO

El sistema lagunar de Alvarado se encuentra en la llanura costera del Golfo de México a 63 Km al sureste del puerto de Veracruz entre los paralelos 18° 52' 15" y 18° 43' 00" de latitud norte y los meridianos 95° 57' 32" y 95° 42' 20" de longitud oeste (Fig. 2). Está conformado por tres subsistemas: Laguna de Alvarado, Laguna Buen País y Laguna Camaronera. Se extiende longitudinalmente en dirección este-oeste a lo largo de aproximadamente 27 Km., tiene una forma alargada y se extiende paralelamente a la costa, su conexión con el mar es mediante la boca natural de 400 m de longitud situada en la Laguna de Alvarado; actualmente cuenta con una boca artificial constituida por 2 tubos, de 2 m de diámetro cada uno, en la porción más estrecha de la barra ubicados en la Laguna Camaronera (García-Montes *et al.*, 1988; Contreras, 1993).

Entre los ríos que vierten sus aguas directamente al sistema pueden citarse el Papaloápan, que es uno de los más caudalosos, el Acúla, el Camarón y el Blanco. La influencia de ellos es tan intensa en la temporada de lluvias que bajan significativamente la salinidad.

Los sedimentos característicos son: limo-arcilloso con alto contenido de materia orgánica, especialmente en el extremo noroeste de la laguna Camaronera y la parte central de la barra de la laguna de Alvarado, el resto del sistema tiene sustrato arenoso pobre en materia orgánica (García-Montes *et al.*, 1988). La vegetación está representada por los mangles *Rizophora mangle*, *Avicennia nitida*, *Laguncularia racemosa*, el tule *Thypha* sp; en la época de lluvias invade a la laguna el lirio acuático *Eichornia crassipes*. La vegetación sumergida es fundamentalmente de *Ruppia maritima* (INEGI, 1988; Contreras, 1993). El clima de la región según Köppen y modificado por García (1973) es cálido subhúmedo con lluvias en verano.

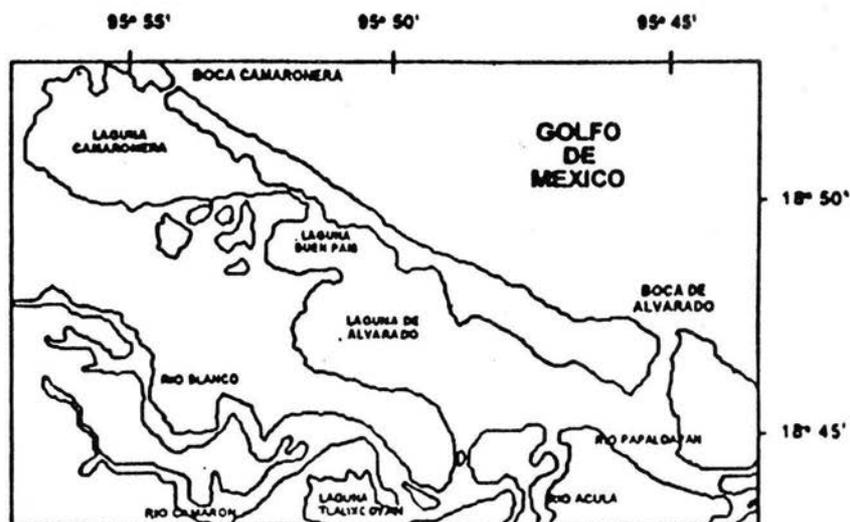


Fig. 2. Area de estudio: Sistema Lagunar de Alvarado, Ver..

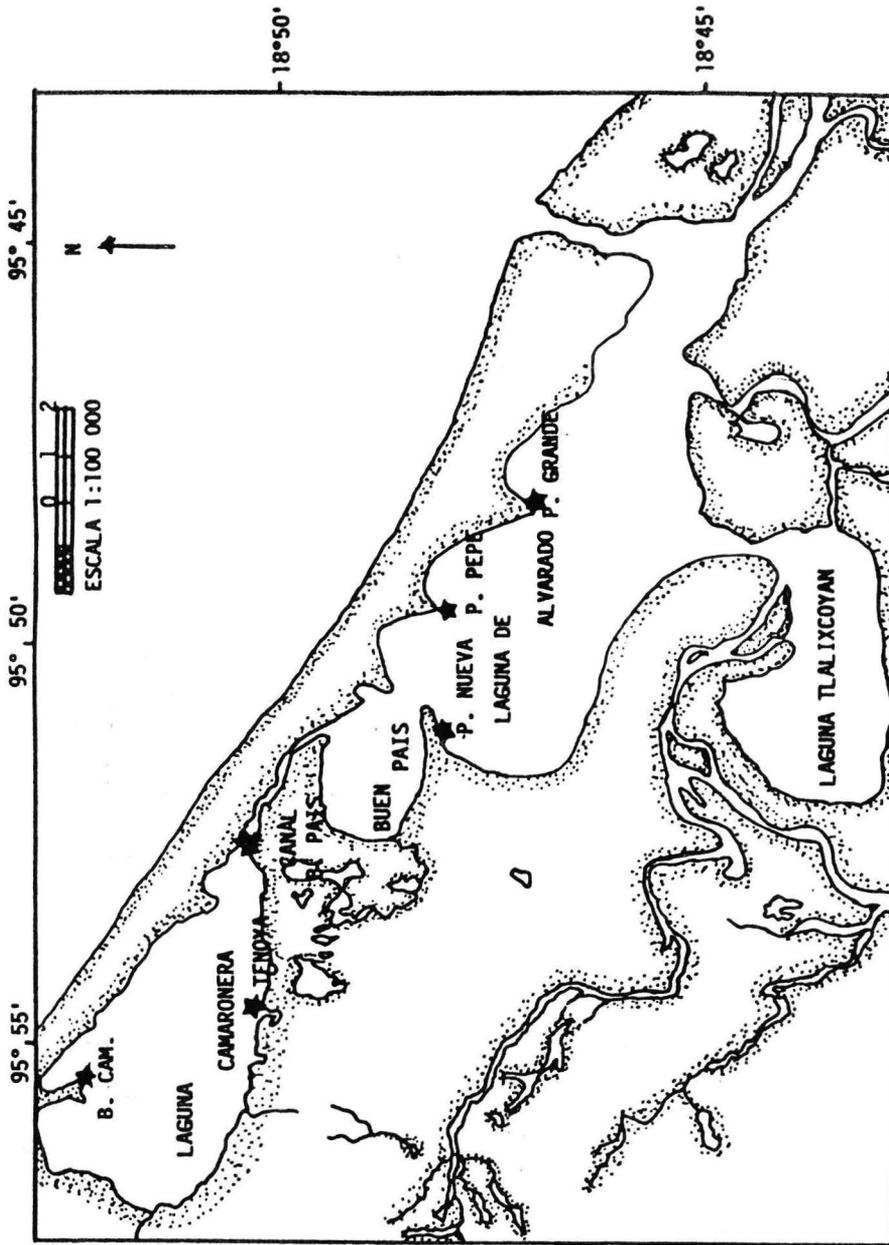


Fig. 3. Localización de las estaciones de muestreo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver..

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se establecieron seis estaciones de trabajo a lo largo del Sistema Lagunar Alvarado, Ver., (Fig. 3) realizándose ocho muestreos entre Septiembre de 1990 y Agosto de 1991 para cubrir las tres épocas climáticas (nortes, secas y lluvias) y como parte del proyecto "Larvas de crustáceos decápodos de los sistemas costeros del estado de Veracruz.". La colecta del material biológico se realizó tomando como referencia la presencia del pasto *Ruppia maritima*. Los organismos se capturaron con una red piramidal de 1.5 m de ancho, 0.75 m de alto, 2.00 m de largo del copo y 700 micras de abertura de malla. Una vez obtenidas las muestras se colocaron en frascos de plástico de 1 l. de capacidad previamente etiquetados y se fijaron con formol al 4%.

En cada estación de muestreo se registró la temperatura del agua, con un termómetro de mercurio marca Brannan graduado de -10 °C a 110 °C, la salinidad con un salinómetro de inducción YSI modelo 33 y el oxígeno disuelto por medio del método de Winkler modificado por Alsterberg (Franco *et al.*, 1989).

En el laboratorio se separaron, contaron e identificaron los organismos siguiendo los criterios de Williams (1984) y Cházaro y Rocha (1991).

La densidad se evaluó a partir del número de organismos por estación y área de arrastre (25 m.)

La longitud total (LT), que es la medida mayor del organismo en línea recta tomada desde la parte media del ojo hasta la punta del telson, se midió con un vernier hasta centésimas de centímetro a postlarvas-juveniles y a hembras ovígeras. El número de huevos se obtuvo por conteo directo bajo un microscopio estereoscópico marca Zeiss.

Para determinar la relación entre la longitud total de las hembras ovígeras y el número de huevos se aplicaron los modelos de regresión lineal y potencial de acuerdo a lo propuesto por Pérez-Chi (1991).

Para construir el modelo de crecimiento de las postlarvas-juveniles se aplicó el método de Cassie (1954) en el que se relaciona en papel probabilidad la frecuencia relativa acumulada y la longitud promedio de cada intervalo de clase. Las clases modales se obtuvieron por los cambios bruscos en la pendiente de dicho gráfico. A los valores anteriores se les aplicó el modelo de Ford-Walford (1948, en Bagenal, 1978) para obtener la longitud teórica máxima; este modelo se basa en la relación de la longitud de una clase modal con la siguiente, posteriormente se traza una regresión lineal que corta la bisectriz y se determina la longitud máxima sobre el eje de las abcisas.

El proceso analítico es el siguiente:

- 1  $L_t = L_{t-1}$  bisectriz
- 2  $L_{t-1} = L_t b + a$  recta de crecimiento
- 3 igualando con la ecuación 1
- 4  $L_t = L_t b + a$
- 5  $L_{\max} = a / (1-b)$

Por medio de la ecuación de von Bertalanffy (1938) se determinó la tasa de crecimiento. Esta ecuación ha sido ampliamente utilizada por Chávez y Chávez (1976), Guest (1979) y Bond y Buckup (1982) para langostinos. Esta se expresa como:

$$L_t = L_{\max} (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

donde:

$L_t$  = longitud a la edad  $t$

$L_{\max}$  = longitud máxima

$K$  = constante de crecimiento

$t_0$  = tiempo hipotético de inicio de crecimiento

Las constantes del modelo se obtuvieron al linealizar la ecuación anterior.

$$\ln (L_{\max} - L_t / L_{\max}) = Kt_0 - Kt$$

donde:

$$a = Kt_0$$

$$b = K$$

por lo que:

$$t_0 = a/K$$

Después de evaluar las clases modales y su respectiva frecuencia se obtuvo la estructura por edades y con ésta se evaluó la mortalidad total utilizando el método de Ricker (1968) que consiste en:

$$N_t = N_0 e^{-zt}$$

donde:

$N_t$  = número de individuos de la clase modal  $t$

$N_0$  = número inicial de individuos

$z$  = mortalidad total

$t$  = número de la clase modal

Calculando posteriormente la supervivencia como:

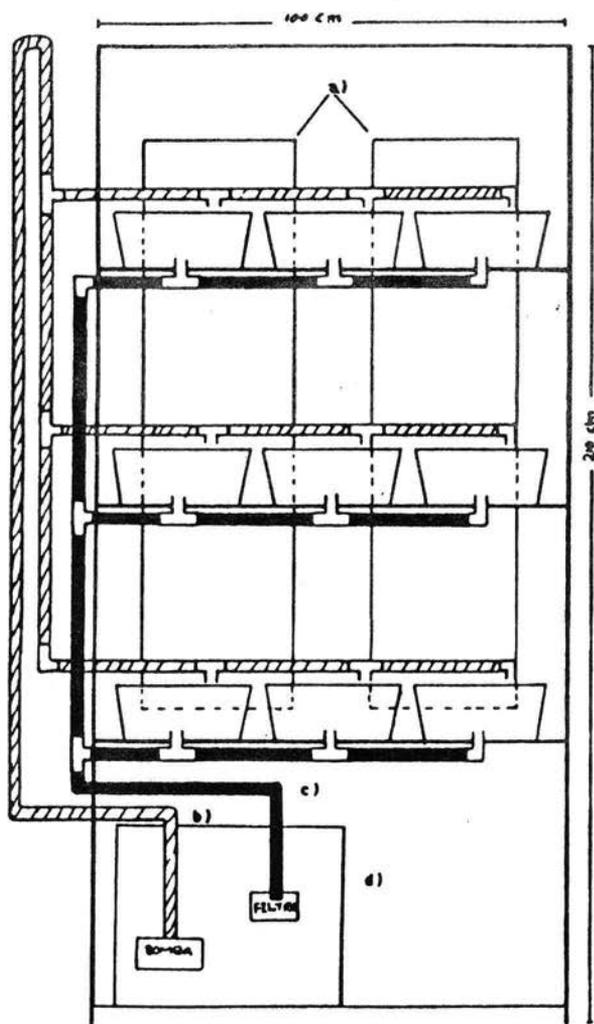
$$S \% = e^{-z} (100)$$

Al mismo tiempo se colectaron y mantuvieron vivos, en el laboratorio de Ecología de la E.N.E.P. Iztacala, especímenes en un sistema de recirculación de agua continua, con agua de la laguna (Fig. 4). A una temperatura de entre 20 a 26 °C y una salinidad de entre 10 a 20 ‰, ambos parámetros se monitorearon regularmente con un termómetro de mercurio graduado de -10 a 100 °C y un salinómetro de inducción YSI modelo 33. La decisión de usar estos rangos de temperatura y salinidad se basan en el conocimiento de los requerimientos óptimos para el desarrollo y supervivencia postlarval (Choudhury, 1971; Holtschmit y Pfeiler, 1984; Espinosa, 1986). Y con un fotoperíodo de 12 horas de luz por día.

Durante la estancia de los organismos en el laboratorio se recabaron datos sobre la frecuencia de muda registrándose la talla de los mismos aproximadamente tres días después de la muda, utilizando para ello un tubo de ensaye graduado en milímetros.

Así mismo, se recabaron datos sobre mortalidad en el sistema. La alimentación de los organismos consistió de alimento vivo (*Artemia sp.*), proteína animal (pescado fresco) e iniciarina (formulación para crianza de pollos).

Fig. 4. SISTEMA DE RECIRCULACION DE AGUA CONTINUA.



- a) Lámparas de luz blanca.
- b) Sistema de abastecimiento de agua.
- c) Sistema de drenaje.
- d) Tanque de suministro.

## RESULTADOS

### PARÁMETROS AMBIENTALES

El valor máximo de temperatura en la época de nortes se registró en la estación Tenoya con 29.5 °C, y el mínimo en las estaciones Boca Camaronera, Canal Buen País y Punta Pepe con 26.5 °C. La máxima salinidad se presentó en la estación Tenoya con 20.75 ‰ y la mínima, con 3.5 ‰, en la estación Punta Grande. En cuanto al oxígeno disuelto, en la estación Tenoya se registró el máximo valor con 17.4 ppm y el mínimo en la estación Boca Camaronera con 6 ppm (Fig 5).

Durante la temporada de secas la temperatura máxima se registró en la estación Tenoya con 36 °C y la mínima, 30.5 °C, en la estación Punta Grande. El máximo valor de salinidad, 17.3 ‰, se registró en la estación Boca Camaronera y la mínima en la estación Punta Pepe con 13.2 ‰. En ésta temporada el máximo valor de oxígeno disuelto, 10.5 ppm, se registró en la estación Tenoya y el mínimo, 5.1 ppm, en la estación Canal Buen País (fig. 6).

Para la temporada de lluvias la temperatura máxima fue de 34 °C y se registró en la estación Boca Camaronera y la mínima en la estación Tenoya con 29.5 °C. La máxima salinidad, 11.4 ‰, se presentó en la estación Tenoya y la mínima, 5.1 ‰, en la estación Boca Camaronera. Para el oxígeno disuelto, en la estación Boca Camaronera se registró el máximo valor, 10.6 ppm, y el mínimo, 5.5 ppm, en la estación Punta Grande (Fig 7).

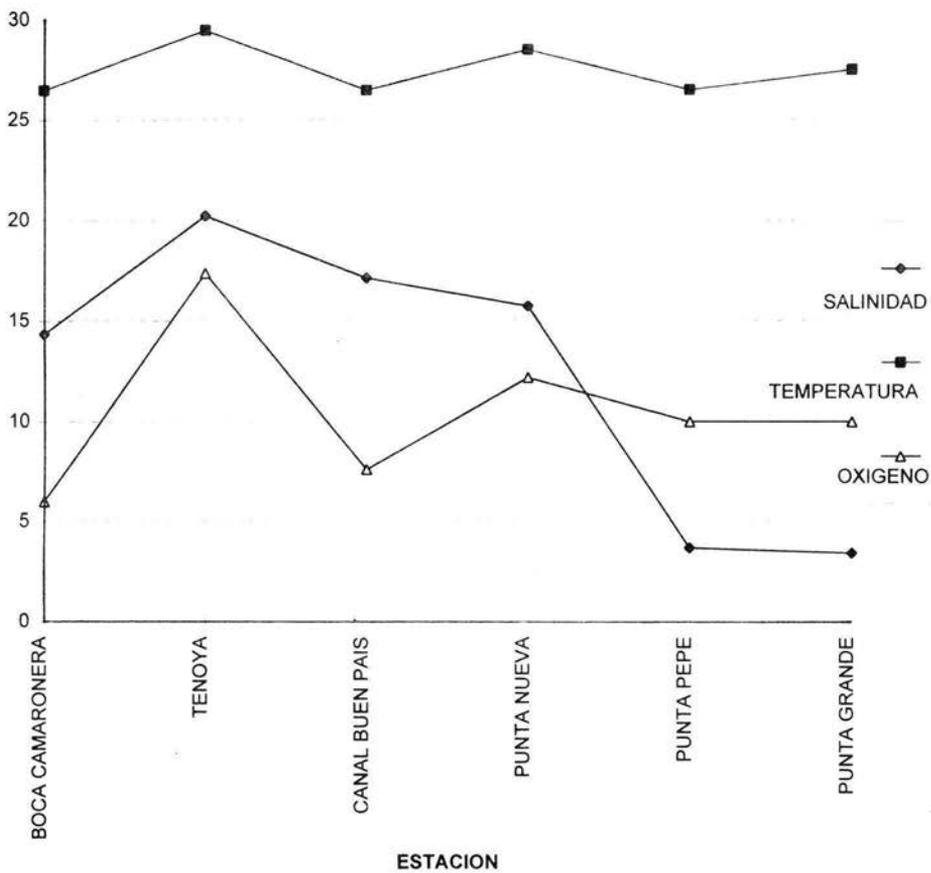


Fig. 5. Parámetros ambientales en las estaciones de muestreo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de nortes.

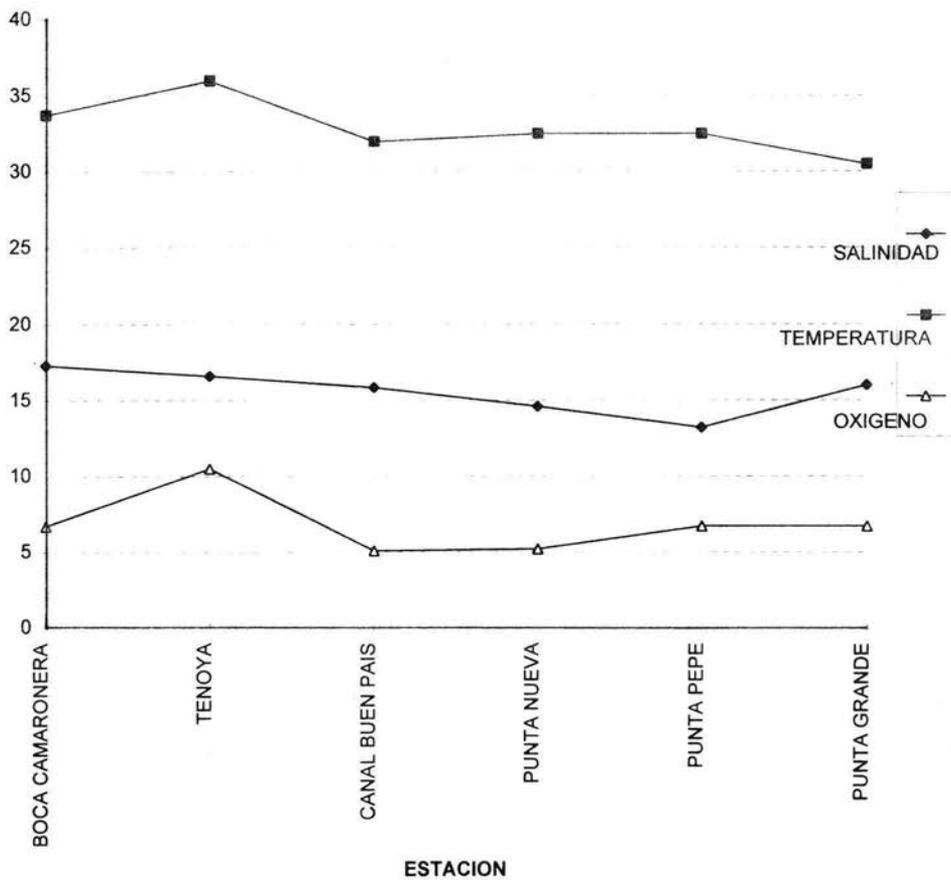


Fig. 6. Parámetros ambientales en las estaciones de muestreo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de secas.

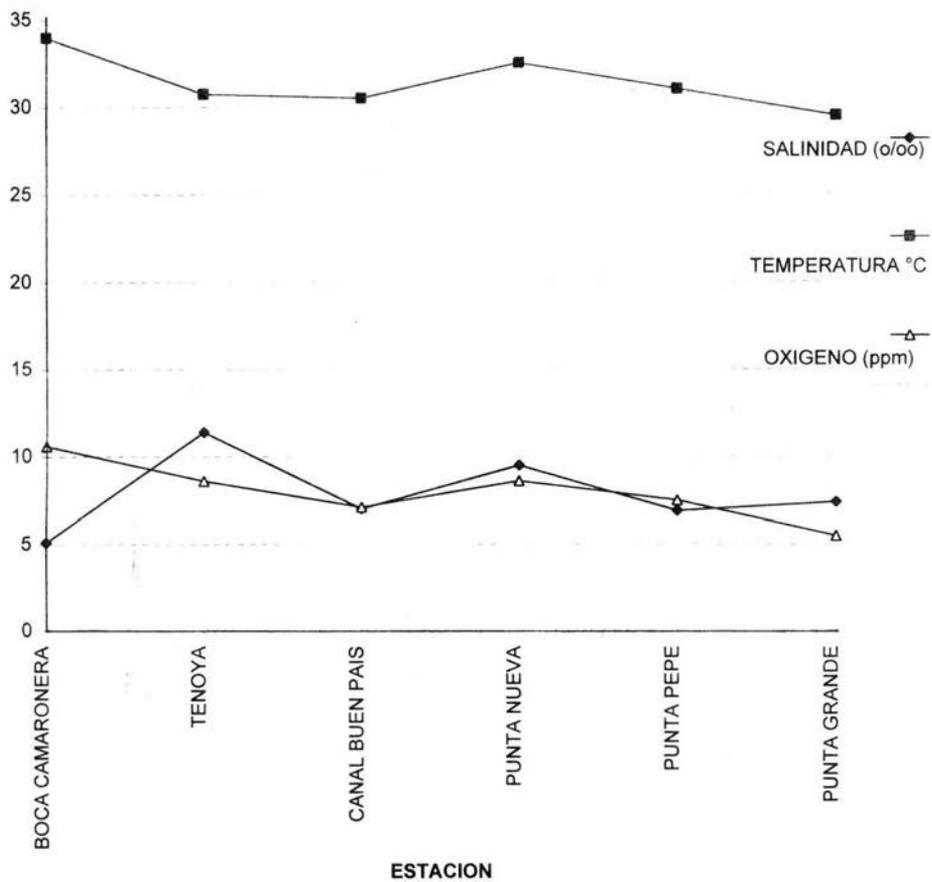


Fig. 7. Parámetros ambientales en las estaciones de muestreo en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de lluvias.

## DENSIDAD.

De un total de 1600 organismos el 99.06% estuvo conformado por organismos juveniles y el 0.93% por organismos adultos (hembras ovígeras exclusivamente).

En el Sistema lagunar durante la temporada de Nortes se registró la densidad máxima promedio en la estación Tenoya, ubicada en la Laguna Camaronera, con 1.7422 org/m<sup>2</sup> y la densidad mínima promedio, 0.12 org/m<sup>2</sup>, en la estación Punta Grande, con un nivel de significancia de 0.05 (Fig. 8).

Así mismo, para la temporada de Secas la densidad máxima promedio se registró en la estación Punta Nueva ubicada en la Laguna de Alvarado con 1.2 org/m<sup>2</sup> y en la estación Canal Buen País, localizada en Laguna Camaronera, se registró la densidad mínima promedio, 0.11 org/m<sup>2</sup>. (Fig. 9).

En cuanto a la temporada de Lluvias la distribución en el sistema fue bastante heterogénea, registrándose la densidad máxima promedio, 29.55 org/m<sup>2</sup>, en la estación Boca Camaronera. Y el valor mínimo de densidad se registró en la estación Punta Pepe con 0.05 org/m<sup>2</sup> (Fig. 10). En la figura 11 se muestra la relación espacio-temporal de la densidad de los juveniles en el Sistema.

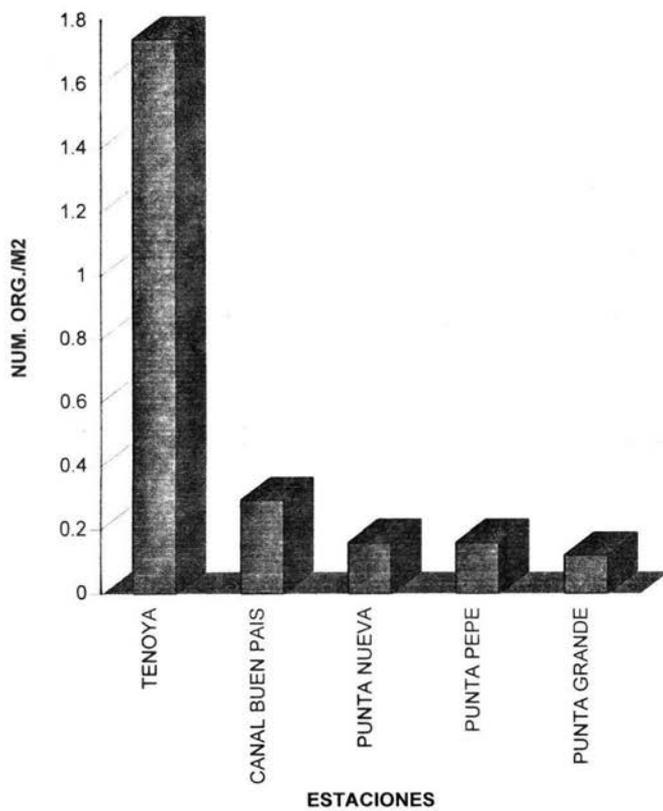


Fig. 8. Densidad por estaciones de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de nortes.

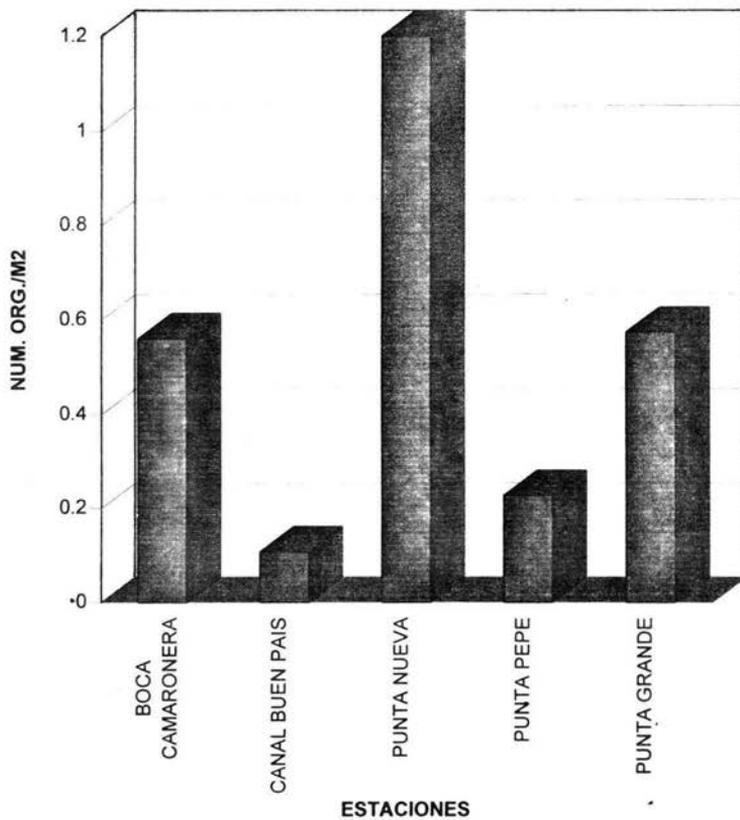


Fig.9. Densidad por estaciones de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de secas.

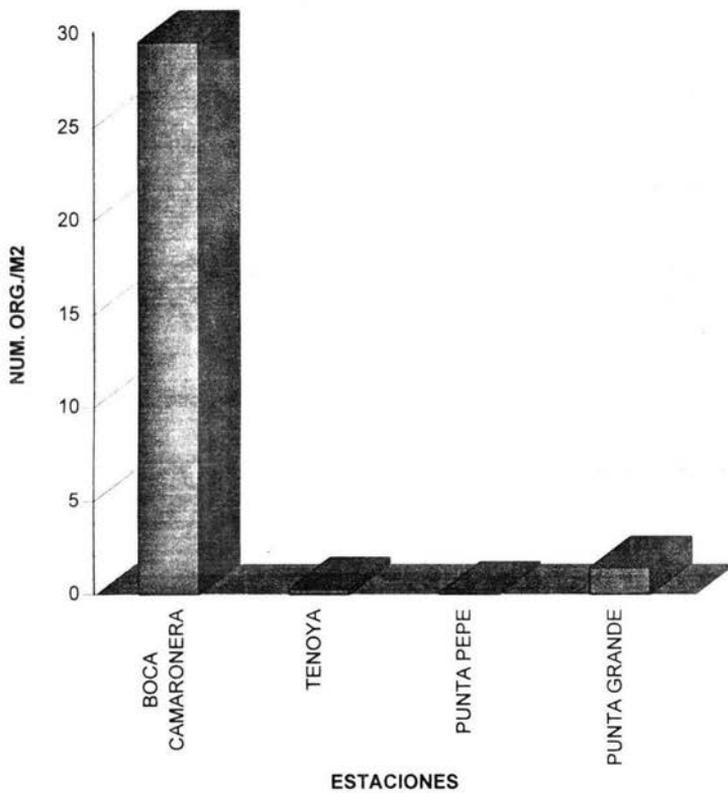


Fig. 10. Densidad por estaciones de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de lluvias.

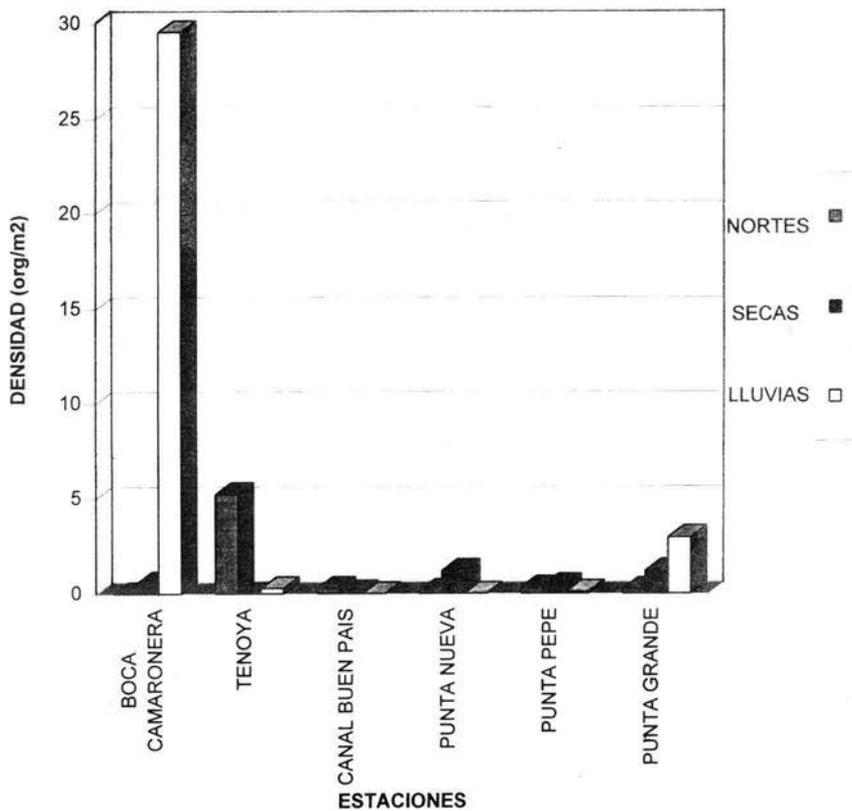


Fig. 11. Distribución espacio-temporal de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver.

## CRECIMIENTO

**NORTES:** De acuerdo con el método de Cassie (1954) se registraron 3 clases modales para esta temporada. La longitud máxima obtenida por el método de Ford Walford fue de 3.325 ( $r=1$ ). Al linealizar el modelo propuesto por von Bertalanffy y aplicar una regresión al mismo se obtuvieron las siguientes constantes (Fig. 12):

$$k = -0.6831$$

$$t_0 = -0.4683$$

$$r = -0.9999$$

La ecuación del modelo de crecimiento en longitud se presenta de la siguiente forma (Fig. 13):

$$L_t = 3.325 (1 - e^{-0.6831(t-0.4683)})$$

Finalmente se obtuvo la ecuación que representa la mortalidad (Fig. 14):

$$N_t = 1050.1622 e^{-2.0742 (t)}$$

$$r = -0.9566$$

donde:  $z = -2.0742$

Al estimar directamente la supervivencia se obtuvo que:

$$S = e^{-2.0742}$$

$$S\% = 0.1256(100)$$

$$S\% = 12.56\%$$

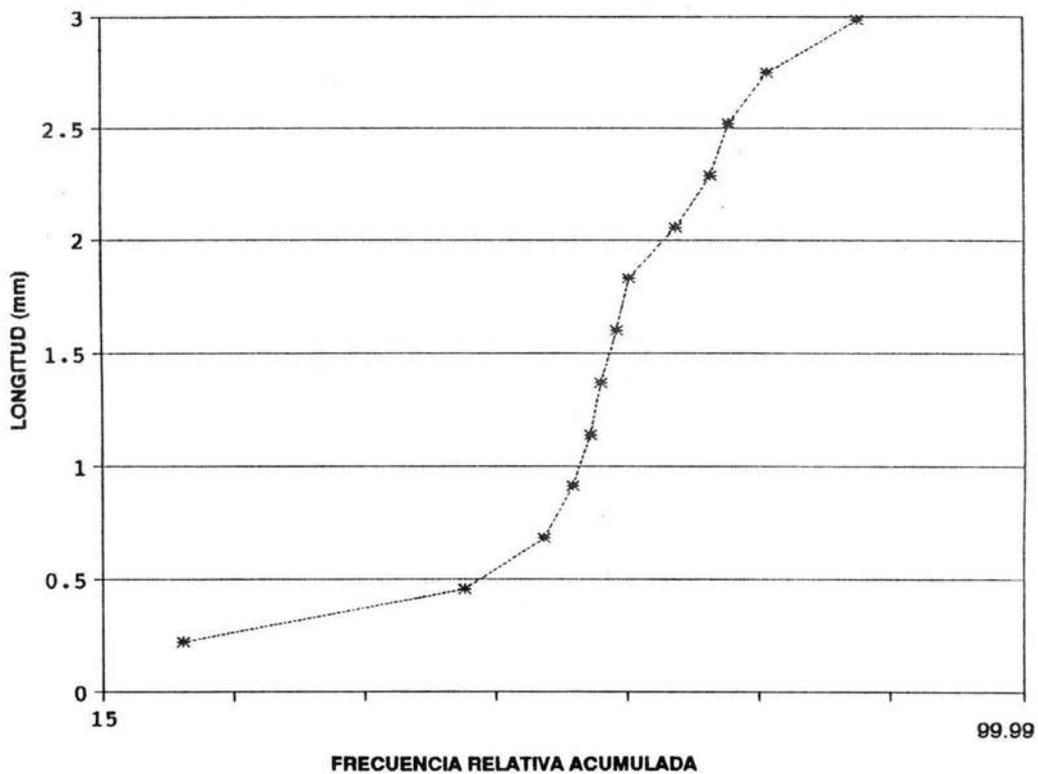


Fig. 12. Clases modales de longitud en juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, durante la temporada de nortes, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver.

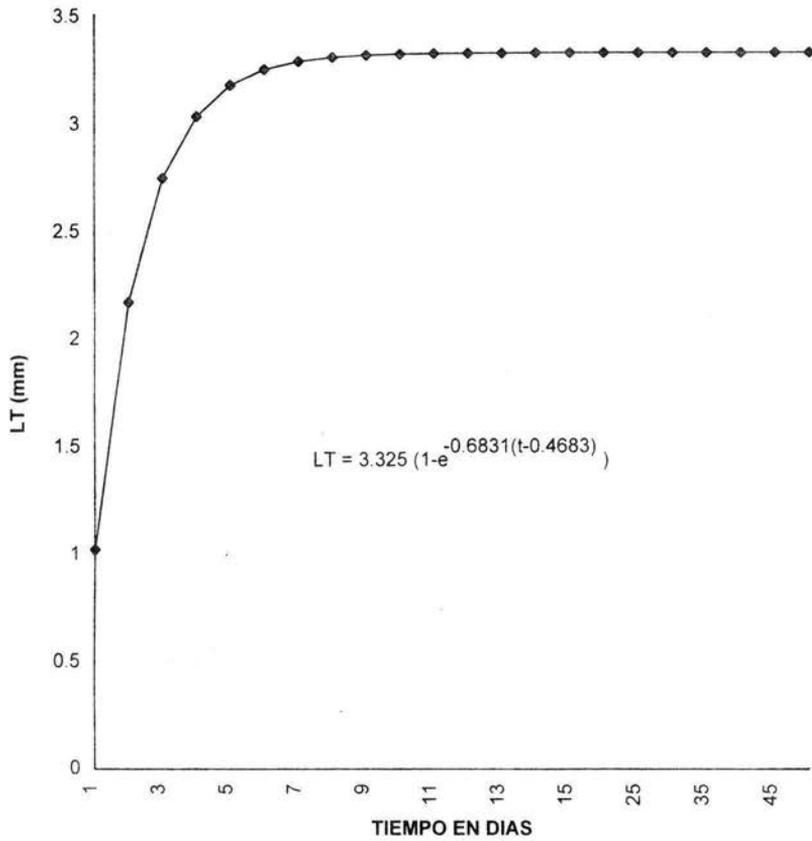


Fig. 13. Crecimiento en longitud de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de nortes.

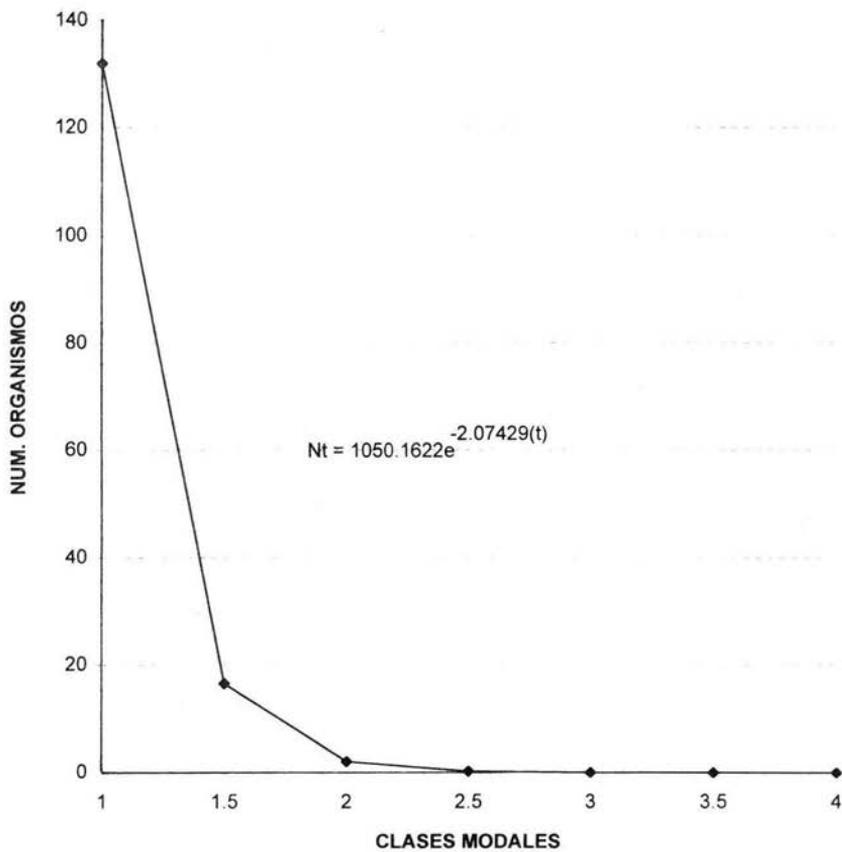


Fig. 14. Mortalidad en juveniles de *Macrobrachium acanthurus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de nortes.

**SECAS:** Para esta temporada no se presentan resultados de crecimiento debido a que la muestra era demasiado pequeña, por lo que la distribución de las frecuencias se enmascaraba, de tal forma que no fue posible estructurar las clases modales.

**LLUVIAS:** De acuerdo con el método de Cassie (1954) se registraron 3 clases modales para esta temporada. La longitud máxima obtenida por el método de Ford Walford fue de 1.7393 ( $r=0.9983$ ). Posteriormente al linealizar el modelo propuesto por von Bertalanffy y aplicar una regresión al mismo se obtuvieron las siguientes constantes (Fig. 15):

$$k = -0.2727$$

$$t_0 = -0.2905$$

$$r = -0.9997$$

La ecuación del modelo de crecimiento en longitud quedó estructurada de la siguiente forma (Fig. 16):

$$L_t = 1.7393(1 - e^{-0.2727(t-0.2905)})$$

Finalmente se obtuvo la ecuación que representa la mortalidad (Fig. 17):

$$N_t = 10591.4251 e^{-2.1518 (t)}$$

$$r = -0.9677$$

donde :  $z = -2.1518$

Y al estimar directamente la supervivencia se obtuvo que:

$$S = e^{-2.1518}$$

$$S\% = 0.1162(100)$$

$$S\% = 11.62\%$$

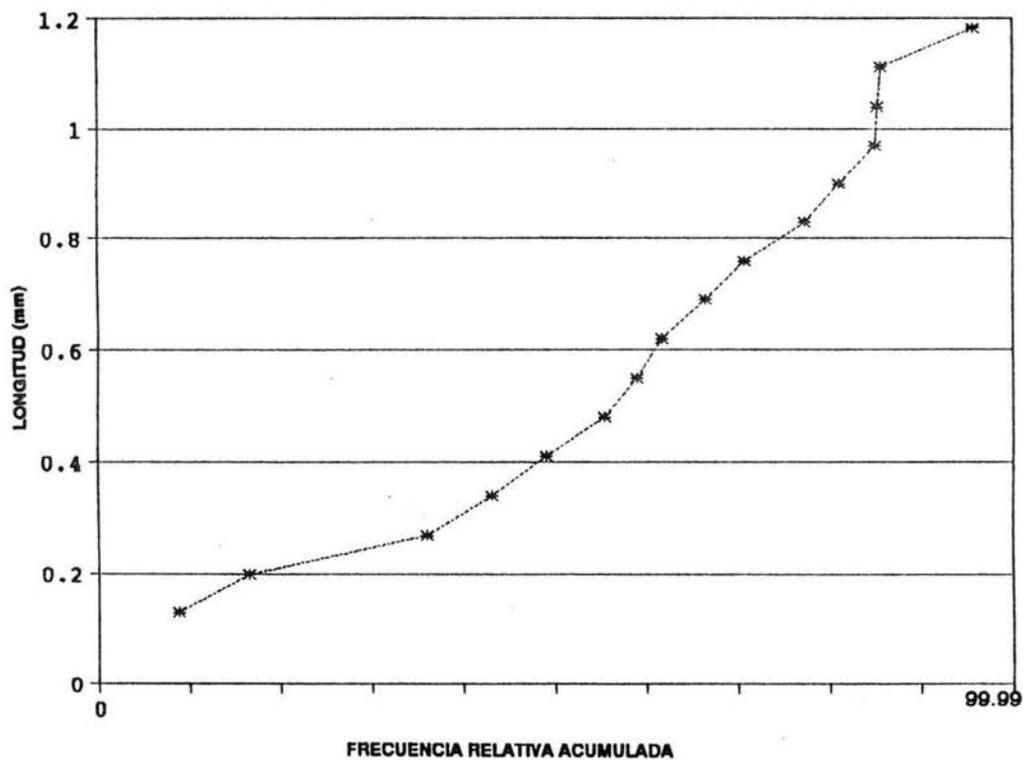


Fig. 15. Clases modales de longitud en juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, durante la temporada de lluvias, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver.

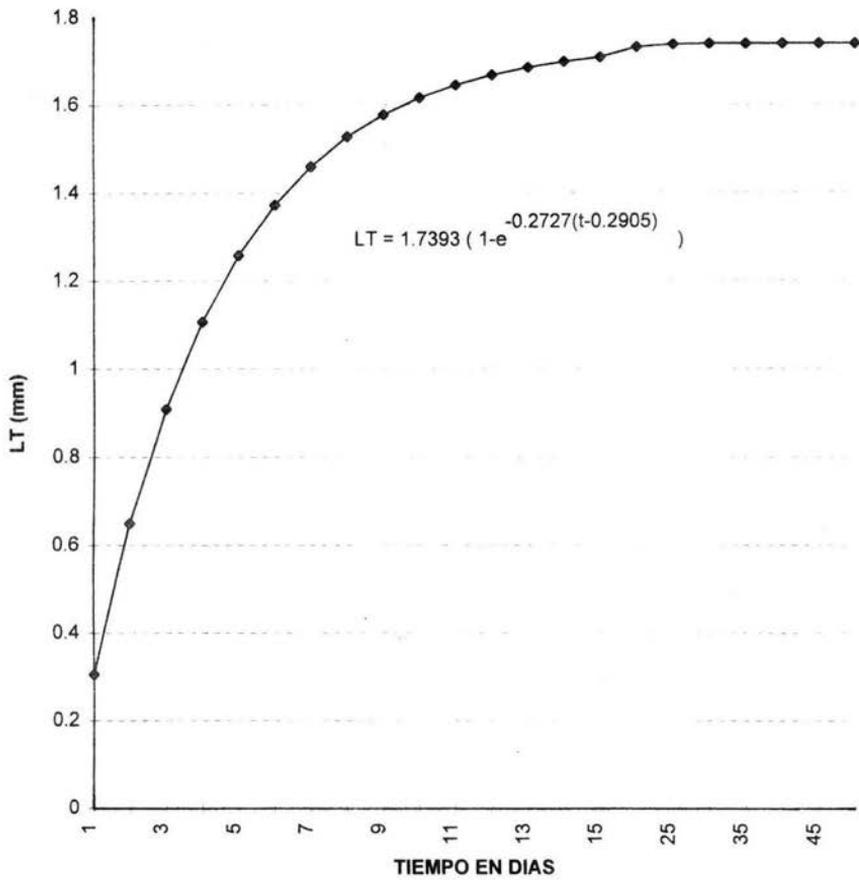


Fig. 16. Crecimiento en longitud de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de lluvias.

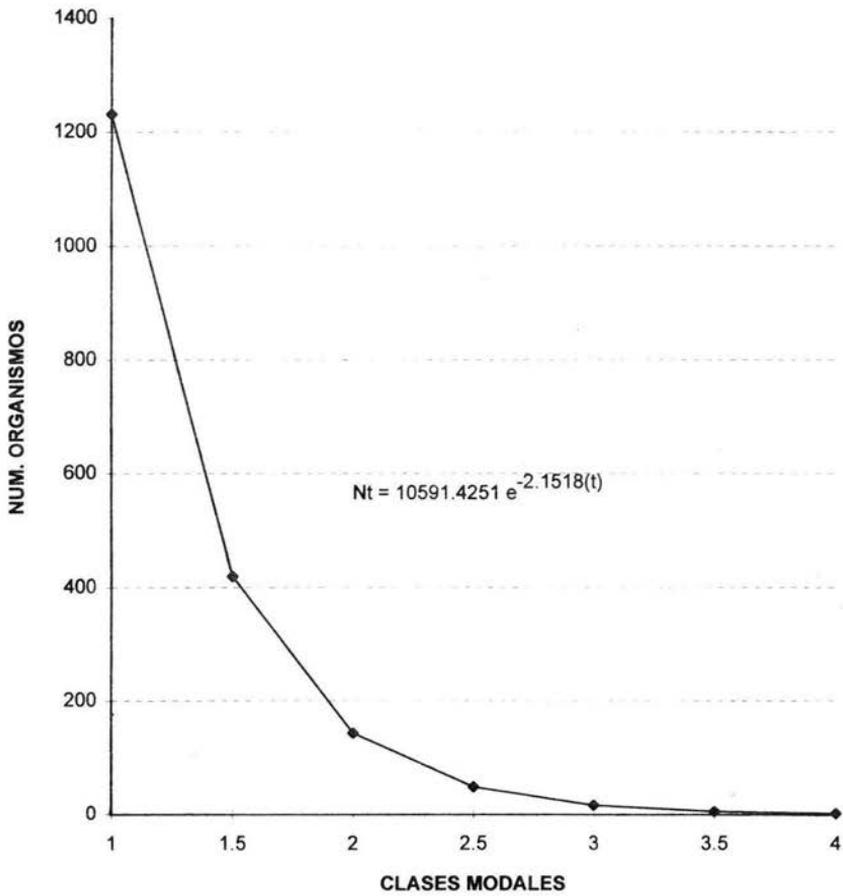


Fig. 17. Mortalidad en juveniles de *Macrobrachium acanthurus* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver., en temporada de lluvias.

## FECUNDIDAD.

La estimación de la fecundidad se realizó en base a 15 hembras que presentaron una longitud total entre 45 y 106 mm, con fluctuaciones en el número de huevos de 1002 a 8958, calculándose una fecundidad promedio de 3645.9 huevos.

El mayor coeficiente de correlación permitió elegir el tipo de regresión más conveniente, en este caso se obtuvo el mejor ajuste con una ecuación de tipo potencial respecto a la relación longitud-fecundidad (Fig. 18); la ecuación que rige este comportamiento es:

$$F = 0.0616 L t^{2.5206}$$

$$r = 0.8522$$

Por otro lado, a través de una prueba de hipótesis se estableció que no existen diferencias significativas en las tallas de hembras ovigeras de *M. acanthurus*, colectadas tanto en la temporada de nortes como en la de lluvias. Además, se encontró que la longitud total media para hembras ovigeras es de  $71 \pm 11.09$  mm.

## CRECIMIENTO EN LABORATORIO.

En base a la frecuencia de muda observada a lo largo de 90 días, se estableció un número de mudas de 2 a 7 con un tiempo promedio de intermuda de 13 días, para todos los organismos ( $n = 380$ ) (Fig. 19). Así mismo, se registró un incremento promedio en talla de 0.5075 mm/mes lo que implica un crecimiento diario de 0.016 mm.

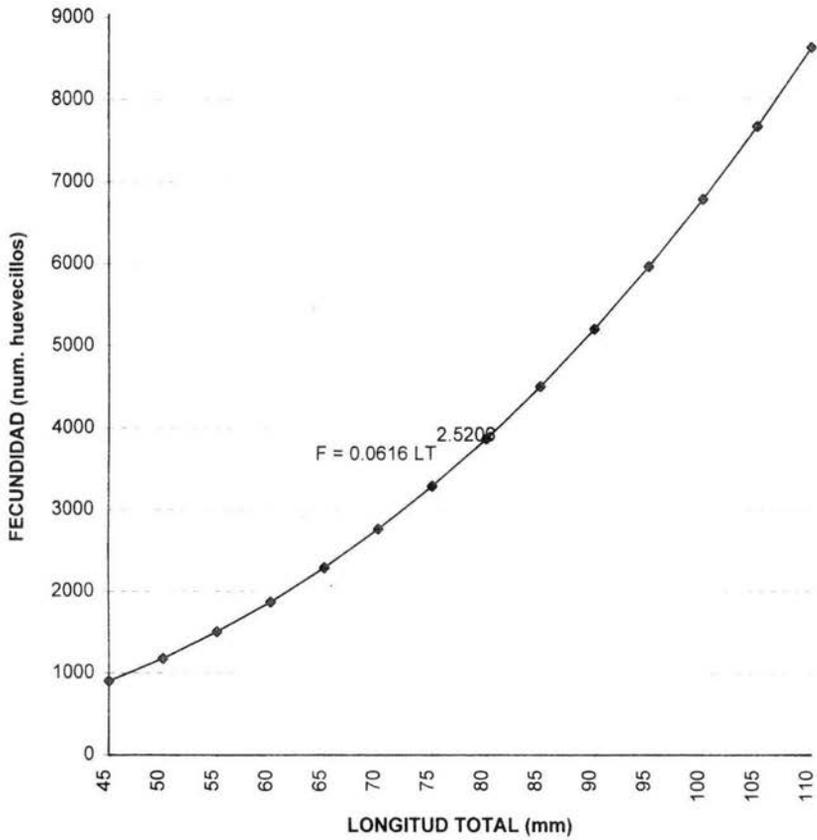


Fig. 18. Relación entre el número de huevos y la longitud total de las hembras de *Macrobrachium acanthurus*.

Fig.19. FRECUENCIA DE MUDA EN JUVENILES DE *Macrobrachium acanthurus* EN CONDICIONES DE LABORATORIO

Fecha colec.	Lote	Longitud total x		Tiempo de intermuda						Numero mudas	tx intermuda dias	
		Ini.	Fin.	t0	t1	t2	t3	t4	t5			t6
nov-93	I	1.7	1.768	9	12	12	8	9	15	10	7	11
nov-93	II	1.42	1.471	11	11	12	18	13			5	13
mar-94	III	1.76	1.8525	7	11						2	9
mar-94	IV	1.15	1.2335	6	10	25	27	5	17		6	15
mar-94	V	2.3	2.35	6	13	18					3	12
abr-94	VI	1.2	1.2875	7	20						2	13
mar-94	VII	4.5	4.5	6	12						2	9
abr-94	VIII	1.5	1.5125	9	19						2	24
mar-94	IX	2.45	2.5125	11	18	17	11	20			5	15

## MORTALIDAD

Los resultados se presentan en dos periodos de tiempo de tres meses cada uno. Considerando la mortalidad global en el sistema de recirculación, el primer periodo inició con una mortalidad cruda de 32.32 % y posteriormente se continuaron registrando mortalidades semanales menores a 0.5 % hasta finales del segundo mes cuando se registró otro pico de mortalidad de 25.0 %. Nuevamente se continuaron registrando mortalidades menores a 0.5 % y finalmente la población decayó totalmente en los últimos días del tercer mes cuando se volvió a presentar otro pico de mortalidad cruda de 87 % (Fig. 20).

En cuanto al segundo período, en general, se registró una mortalidad cruda semanal no mayor a 10 % desde el inicio de éste hasta los primeros días del tercer mes momento a partir del cual ya no se registraron mortalidades y el número de organismos vivos hasta ese tiempo representaba el 36%, aproximadamente, de la población inicial (Fig. 21).

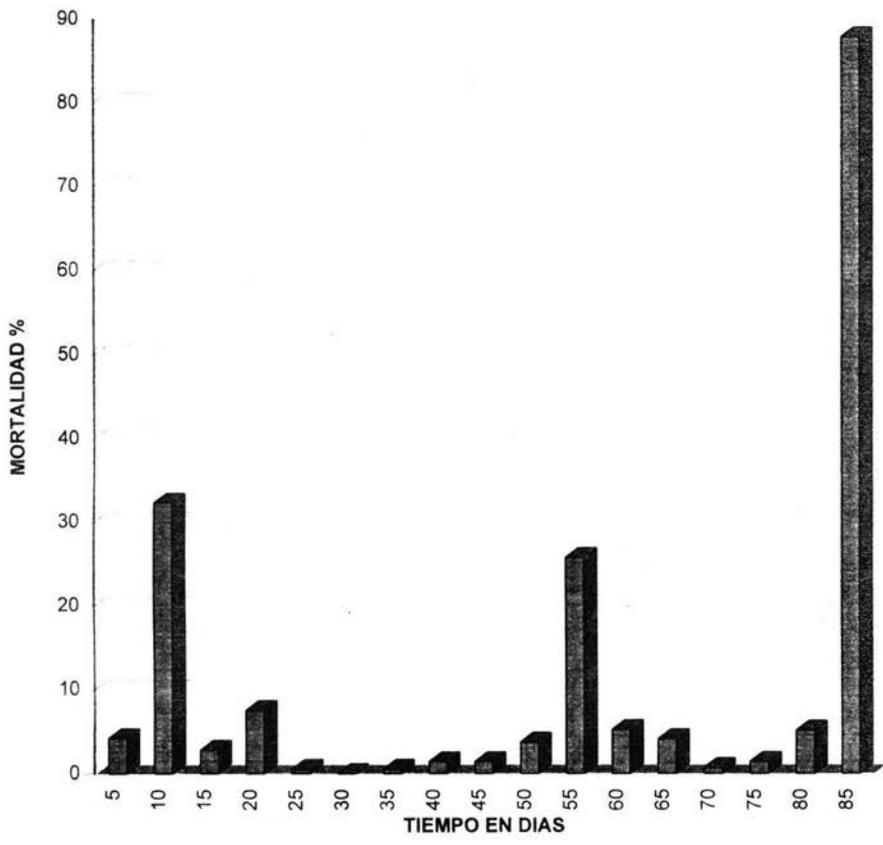


Fig. 20. Mortalidad en cultivo de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus* durante el primer periodo.

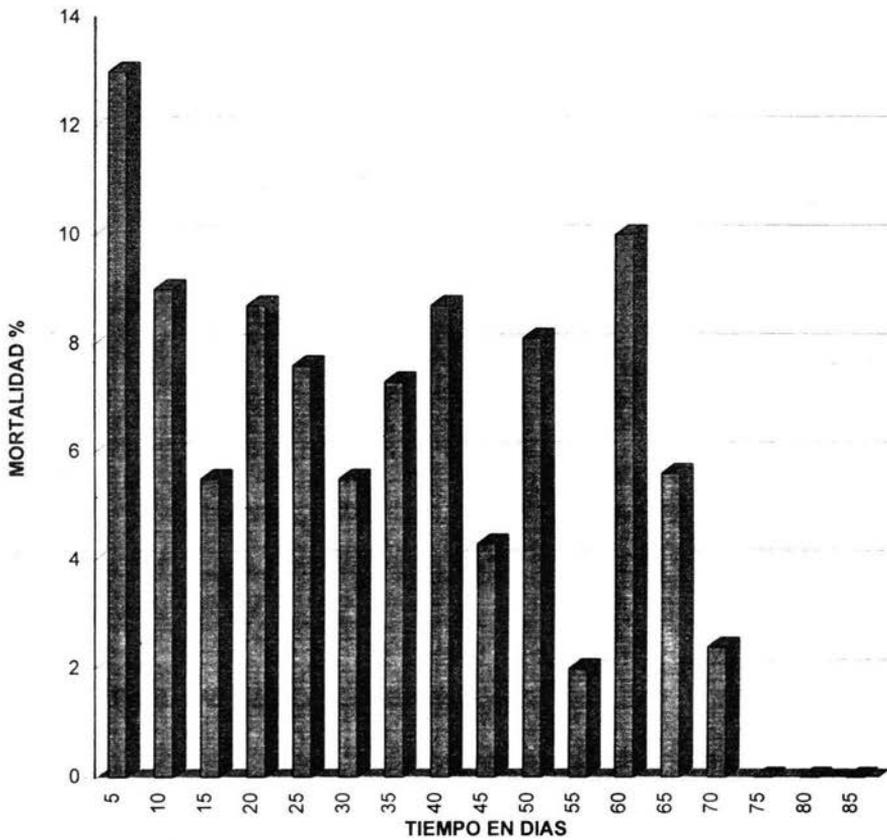


Fig. 21. Mortalidad en el cultivo de los juveniles de *Macrobrachium acanthurus* durante el segundo periodo.

## ANALISIS

### PARÁMETROS AMBIENTALES

Durante la temporada de nortes se registraron las temperaturas más bajas del año, observándose cierta estabilidad térmica en las estaciones de muestreo, debido a factores tales como la profundidad, y la amplia extensión de estas zonas de estuarios y lagunas costeras que permiten que la temperatura del agua sea similar a la atmosférica, como lo indica Molina (1994). Mientras que la salinidad en el sistema presentó un gradiente en donde los valores más altos, entre 15 y 20 ‰, se registraron de las estaciones Tenoya a Punta Nueva debido a una mayor influencia marina a través del canal de comunicación artificial de Boca camaronera estableciendo un patrón de salinidad con altas concentraciones en Laguna Camaronera (Camacho y Echeagaray, 1984 y Chávez y López, 1992 en Molina, 1994), mientras que en las estaciones Punta Pepe y Punta Grande hubo un descenso brusco registrándose valores menores a 5 ‰ debido a la mayor influencia fluvial en estas zonas. Por lo que a concentración de oxígeno se refiere la variación espacial está influenciada por las variaciones en la profundidad, la descarga fluvial, las mareas, los efectos biológicos y a la influencia de los vientos dominantes en esta temporada lo cual permite una buena oxigenación en el sistema, resultados similares han sido reportados por Villalobos *et al.* (1975) y Molina (1994).

Para la temporada de secas el comportamiento de la temperatura presentó un gradiente no muy marcado que disminuyó de la estación Tenoya hacia Punta Grande. Durante esta temporada particularmente en las zonas de menor profundidad los datos registrados se manifestaron como

resultado de las altas tasas de evaporación (Villalobos *et al.*, 1975), de tal forma que la salinidad, aunado a la poca profundidad y la casi nula influencia fluvial, presentó valores estables a lo largo del sistema (evidentemente en las zonas de muestreo), Contreras (1993) reporta que en esta época el sistema puede clasificarse básicamente como mesohalino. Así mismo, a consecuencia de las altas temperaturas y consecuente alta tasa de evaporación, a que no existen grandes influencias fluviales ni eólicas, a la disminución en la profundidad y a la considerable disminución en la productividad en la zona de pastos en esta época, debido a las altas concentraciones de salinidad, la concentración de oxígeno disuelto se ve disminuida, sin embargo no se registraron valores críticos, menores a 4 ppm.

La temperatura en la temporada de lluvias fue más o menos estable, observándose valores similares a los registrados en la época de secas, obedeciendo esto a la interacción laguna-mar. En esta temporada también existen altas tasas de evaporación sin embargo, se ve compensada principalmente con el aumento en la descarga fluvial, de tal forma que la salinidad en el sistema desciende marcadamente presentando características oligohalinas. A su vez, la concentración de oxígeno se incrementó en el interior del sistema, a consecuencia de la fuerte influencia de los ríos y por el viento, que promueve la oxigenación, principalmente en las zonas de pastos de *Ruppia maritima* más protegidas donde la productividad es mayor (Villalobos *et al.*, 1975).

## DENSIDAD.

El carácter euríico de *M. acanthurus* determina su presencia y densidad en el sistema lagunar de Alvarado, aunque esto no establece los patrones de distribución espacial, ya que durante la temporada de Nortes en las estaciones donde se registraron la densidad máxima y la mínima los valores de salinidad fluctuaron entre los 15 y 20 ‰ y la temperatura entre 28.5 y 29.5 °C. Lo anterior se basa en las observaciones de Gamiño (1994) quien obtuvo desarrollo larvario en salinidades experimentales de entre 8 y 30 ‰, con lo que demostró que poseen un amplio intervalo de tolerancia a la salinidad razón por la que considera a la especie como eurihalina durante la fase larvaria; a su vez Holtschmit (1988) agrega que efectivamente las larvas son muy eurihalinas y enfatiza que para su óptimo desarrollo requieren de una salinidad de entre 15 y 20 ‰. Por otra parte Lee y Fielder (1984) señalan este mismo comportamiento sobre la tolerancia fisiológica al amplio rango de salinidad de las postlarvas ya que es cuando empiezan a remontar los ríos para vivir como los adultos.

Esta misma situación se observó tanto para la temporada de Secas como para la de Lluvias registrándose para la primera, en las estaciones donde se presentaron la máxima y la mínima densidad, salinidades de entre 14 y 16 ‰ con temperaturas de 32 °C; en cuanto a la temporada de Lluvias, la salinidad y temperatura registradas fueron de 5 a 7 ‰ y 31 a 34 °C.

Por otro lado, la temperatura máxima promedio registrada en las estaciones de trabajo durante la temporada de Nortes fue de 29.5 °C y la mínima promedio de 26.5 °C. Mientras que para la temporada de Secas fueron de 36 y 30.5 °C y para Lluvias de 34 y 29.5 °C. Mismas que están "dentro" del rango óptimo (26 a 31 °C) para el desarrollo y supervivencia larval y postlarval

(Gamiño, 1994; Holtschmit y Pfeiler, 1984 y Holtschmit, 1988); además, a los langostinos se les puede encontrar en aguas con temperaturas que oscilan entre los 15 a 35 °C.

En relación al oxígeno se ha reportado que a ésta especie se le puede encontrar en aguas con una cantidad de oxígeno disuelto desde 2.5 ppm (Espinosa, 1986), valor que esta superado por los registrados espacial y temporalmente en el sistema durante el periodo de trabajo.

De tal forma, si como se ha comprobado en este estudio y como diversos autores señalan esta especie soporta fluctuaciones de salinidad, temperatura y oxígeno disuelto, entonces se infiere que la distribución espacial de la densidad está determinada o depende de otros factores como el fenómeno de migración, ya que como se sabe a partir de la metamorfosis los organismos se distribuyen en el sistema iniciando así su migración. Por otro lado, posiblemente la influencia fluvial y el efecto del ciclo mareal que establezcan en el sistema, zonas con condiciones favorables para su alimentación (Espinosa, 1986); esto se pudo observar durante la temporada de lluvias en la estación Boca Camaronera, en la cual se registró la mayor densidad tanto espacial como temporal, con 29.5 org /m<sup>2</sup> en donde debido a la fisiografía se presenta un estacionamiento de la masa de agua y los sedimentos poseen un alto contenido de materia orgánica (García-Montes et al., 1988) y se establece así mismo como una zona de intercambio de nutrientes considerable.

Por otra parte, si bien *Macrobrachium acanthurus* se reproduce durante todo el año (Cabrera, 1980), se observa que el comportamiento de la densidad está ligado al patrón reproductivo, de acuerdo con Martínez (1975) quién señala que la máxima actividad reproductiva se presenta de Agosto a Octubre, y efectivamente es en estos meses correspondientes a la temporada de lluvias cuando se registró la mayor abundancia (77%) de organismos con tallas

menores a los 30 mm seguida por la temporada de nortes con un 15%. Lo cual así mismo coincide con lo que reportan García y Alarcón (1988), quienes observaron dos periodos de mayor incidencia de juveniles, uno menor durante el invierno y otro mayor entre finales de primavera y principios de verano.

## CRECIMIENTO

**NORTES:** Las tres clases modales registradas tanto en esta temporada como en la temporada de Lluvias coinciden con lo que reportan Pérez y Segura (1981) para *M. acanthurus* y manifiestan que se debe a predominancia de las tallas pequeñas en la muestra; en este caso los resultados surgieron a partir de organismos con tallas menores a los 30 mm de longitud total. El hecho de que esta fase del ciclo de vida esté estructurada por 3 clases modales, puede explicarse desde el punto de vista costo-beneficio; por ejemplo, los ciclos de vida de algunos organismos tienen compromisos en los cuales los individuos distribuyen más de lo normal a una estructura o actividad que a otra (s); dicho de otra manera, un proceso se ve beneficiado a expensas de otros procesos (Begon et al., 1986).

En este caso, los organismos dirigen o invierten su energía en el crecimiento por lo que la supervivencia decrece. Así pues, al incrementarse los beneficios se incrementan inevitablemente los costos.

La longitud total máxima obtenida (3.325) es un resultado puntual, por lo que se deduce que la diferencia de tallas en esta fase del ciclo de vida evidencia un reclutamiento constante, siguiendo un ciclo bimestral como lo señala Granados (1984 en Gutiérrez, 1992). De tal forma, se infiere que han transcurrido dos meses aproximadamente de que los organismos iniciaron su migración para alcanzar los lugares donde predomina el agua dulce. Espinosa (1986) y Román (1979) citan al respecto que tan pronto como los langostinos se transforman en postlarvas tienen movimientos migratorios y dos a tres meses después llegan a los sistemas dulceacuícolas. Por otro lado la tasa de crecimiento ( $k$ ) es alta en esta temporada siendo mayor a 0.5. Gulland (1971)

afirma al respecto que entre más grande sea esta  $k$ , el crecimiento será más rápido. Hanson y Goodwin (1977) y Cabrera (1980) mencionan que la velocidad de crecimiento en esta especie es muy alta, lo que contribuye a la popularidad de los esfuerzos en cultivarlos en recintos controlados. Es importante señalar que el ritmo de crecimiento es relativamente acelerado en las primeras etapas de vida, el cual está dado por las continuas mudas lo cual promueve el crecimiento en longitud, pero así mismo en las etapas adultas el ritmo de crecimiento disminuye debido a que realizan mayor gasto energético en procesos diferentes a su desarrollo, como la reproducción y la manutención de cuerpos cada vez mayores (Begon *et al.*, 1986).

Al igual que sucede para otros organismos en las primeras etapas de vida la mortalidad fue alta, ( $z = -2.07$ ), pero como ya se ha mencionado este proceso está en función de una relación costo-beneficio (rápido crecimiento-alta mortalidad). Además Minello *et al.* (1989) agregan, que la mortalidad natural en camarones juveniles se debe principalmente a la predación, factor que es la mayor causa directa de la mortalidad en las primeras etapas, pero que ésta se ve reducida en la medida en que los organismos incrementan su talla. Esto concuerda con las consideraciones de Gulland (1971) quien menciona que la tasa de crecimiento ( $k$ ) de la ecuación de crecimiento y la mortalidad natural ( $M$ ) están muy relacionadas, ya que una especie cuya " $k$ " sea alta tendrá generalmente una " $M$ " elevada y por tanto un coeficiente de mortalidad total también elevado.

**LLUVIAS:** En esta temporada, la longitud total máxima fue menor que la registrada en la temporada de nortes, esto se explica porque es durante la temporada de lluvias cuando se presenta el mayor y más importante pico reproductivo de la especie (Cabrera, 1980) de tal forma que se registró una mayor abundancia de organismos con tallas pequeñas.

La tasa de crecimiento se consideró en este caso como moderadamente alta de acuerdo con Beverton y Holt (1957) quienes además señalan que valores de esta magnitud indican crecimiento retardado. Cabe mencionar que el crecimiento depende de la densidad de población, además Holtschmit (1988) señala que la evaluación de la tasa de crecimiento se puede ver afectada tanto por el fenómeno de migración como por la adecuación que realizan los organismos al sistema en este período.

Anteriormente se mencionó que la alta tasa de mortalidad y baja supervivencia en los primeros estadios se deben principalmente a la relación costo-beneficio y a la predación, sin embargo existe otro factor: la explotación comercial; se sabe que en México también se aprovechan las concentraciones que forman los juveniles de éste género, y de otros con los que tiene similitud, previamente a la iniciación de las migraciones de la zona estuarina hacia la parte alta de los ríos (López y Picaseño, 1987). De hecho la captura silvestre de juveniles de *M. acanthurus* en la costa del Golfo de México es un recurso muy importante (Cabrera, 1977) ya que la producción de juveniles en el medio natural puede proveer de suficiente material beneficiando a los pescadores, inclusive durante los meses de secas donde la captura llega a componerse de organismos con tallas de 4 a 8 cm (Moctezuma, 1988), recurso que realmente merece un mejor aprovechamiento; la acuicultura es una forma específica.

## FECUNDIDAD

La fecundidad entendida como el número de huevos producidos en una época reproductiva, refleja la capacidad potencial de reproducción de una hembra de langostino (Granados, 1984)

La evaluación de la fecundidad se realizó con las hembras que se obtuvieron con este tipo particular de arete de muestreo. Así pues, a partir del número de huevos promedio se estableció que la fecundidad de *M. acanthurus* es baja, en base a lo que establece Cabrera-Jiménez (1979) quien a partir del análisis del número de huevos reportado por diversos autores para varias especies, agrupa las especies de langostinos en tres niveles de acuerdo su fecundidad incluyendo en el grupo de alta fecundidad a *M. carcinus* y *M. americanum* con promedio de 210 000 y 150 000 huevos, respectivamente, otro nivel de fecundidad media representado por *M. rosebergii* con un promedio de 25 500 huevos y otro nivel de fecundidad baja en donde considera a *M. acanthurus* y *M. tenellum*, respectivamente, con 4 650 y 3 500 huevos en promedio. Sin embargo, añade que en los trabajos donde se recopiló esta información no se especifica si el número de huevos fue el desovado, el que se fijó a los pleópodos, al que se encontró al término de la incubación o en algún momento intermedio entre el desove y eclosión, pero pone en claro que el número de huevos está en función de la especie y del tamaño de la hembra.

De las hembras ovígeras capturadas, las que presentaron una longitud total de 70 a 83 mm portaban un número de huevos entre 1 700 a 6 000, valores que son comparables con los que diversos autores han reportado.

Por ejemplo, Cabrera (1980) reporta que hembras ovígeras de ésta especie de 70 mm de longitud total llevaban en el abdomen unos 6 000 huevecillos; Granados (1984) menciona que hembras de 70 a 75 mm de longitud total tienen un promedio de 5 500 huevos. Román (1979) menciona que hembras de *M. tenellum*, que es una especie muy similar a *M. acanthurus* en sus aspectos biológicos generales con una longitud total de 70 a 80 mm producen entre 700 a 6 000 huevos. De cualquier forma *M. acanthurus* compensa su situación de baja fecundidad con una mayor abundancia de hembras, en comparación con otras especies de mayor tamaño, como lo indican Pérez y Segura (1981).

Respecto a la relación fecundidad-longitud total, ésta presenta una alta correlación observándose que la producción de huevos por hembra varía de acuerdo con la longitud total de la misma, de manera potencial; resultados que se asemejan a lo que reportan Pérez y Segura (1981) para esta especie. Dattoli (1983) por su parte, afirma que en esta especie la fecundidad aumenta en relación directa con el tamaño de la hembra, sin embargo, es posible que la relación lineal obtenida por Dattoli se debiera al intervalo de tallas considerado, de 38 a 46 mm de longitud total, lo cual excluye el comportamiento de la fecundidad en las hembras de mayor tamaño, en las que es poco probable que se mantenga una relación directamente proporcional ya que factores como la edad y capacidad reproductiva influyen significativamente (Pérez-Chi, 1991).

Como ya se ha mencionado esta especie se reproduce durante todo el año y aunque la reproducción es continua no se presenta con la misma intensidad. No obstante el hecho de que fueron pocos los organismos adultos capturados se estableció que es en la temporada de Lluvias cuando se presenta el mayor período reproductivo, lo cual se basa en la presencia de una mayor

cantidad de organismos en la etapa de postlarva-juvenil y no en sí en el número de hembras ovigeras capturadas en esta temporada. Además, se estableció que a lo largo del año la longitud total media que presentan las hembras ovigeras es de 71 mm. Aunque, cabe mencionar que *M. acanthurus* se caracteriza por ser prolífico lo cual se cumple aún en las hembras juveniles, situación que los lleva a un estado de enanismo contrario a las cualidades de comercialización (Espinosa, 1986). La talla mínima registrada de hembras ovigeras fué de 45 mm de longitud total.

Es importante señalar que el hecho de que el número de adultos capturado represente menos del 1% de la captura total y que esté conformado únicamente por hembras ovigeras se debe posiblemente a:

- \* La explotación. Se sabe que la pesquería como tal se lleva a cabo sobre los adultos ( los machos sufren captura selectiva debido a su mayor tamaño) cuando estos se encuentran en cauces fluviales (López y Picaseño, 1987).
- \* El arte de pesca utilizado fue eficaz para la captura de organismos con tallas menores a 30 mm, por lo que la presencia de organismos adultos fue circunstancial.

## CRECIMIENTO EN LABORATORIO.

A partir del mantenimiento de los organismos en el laboratorio, en relación a la frecuencia de muda, la información recopilada se basó en organismos con tallas que oscilaron entre los 11 y 45 mm. Es evidente que las observaciones más significativas corresponden a los individuos que se mantuvieron durante más tiempo; a pesar de la variabilidad el tiempo promedio de intermuda fue de 13 días. Pérez y Segura (1981) mencionan un tiempo promedio de intermuda para ésta especie de 17.3 días en organismos con tallas de 35 a 117 mm, este dato no se asemeja a lo que aquí se reporta, sin embargo, es importante considerar que la frecuencia de muda depende de la edad del ejemplar y de la cantidad y calidad del alimento ingerido. Ling (1969 en Pérez-Chi, 1991) menciona que los organismos jóvenes mudan más frecuentemente que los adultos; al respecto Espinosa (1986) menciona que en los juveniles de *M. acanthurus* la muda ocurre cada 4 a 6 días.

Respecto al crecimiento no se obtuvieron incrementos importantes en talla, comparativamente con lo que diversos autores reportan. Pérez-Chi (1991) menciona un incremento promedio para esta especie de 27 mm/mes lo que implica un crecimiento diario de 0.9 mm/día en organismos adultos con tallas de 89 a 181 mm. Por otro lado Holtschmit (1980 en Pérez-Chi, 1991) menciona un incremento de 0.10 mm/día y Hanson y Goodwin (1977 en Pérez y Segura, 1981) reportan un crecimiento de 0.39 mm/día aunque tampoco mencionan las tallas, los mismos Pérez y Segura mencionan no haber obtenido incrementos importantes en talla para esta especie, pero no reportan más datos.

Es obvio que el incremento en talla obtenido en este trabajo no se acerca a los reportados, pero cabe señalar que hay factores que afectan el crecimiento, tales como la temperatura, alimentación, densidad, el fenómeno de muda-cannibalismo y la aclimatación.

En este caso la densidad manejada fue de 5 a 11 organismos por litro aproximadamente (50 a 100 organismos por contenedor), al respecto Holtschmit (1988) menciona que en operaciones de cultivo una técnica que incrementa substancialmente la productividad consiste en mantener densidades de 60 a 100 larvas por litro durante 10 días y posteriormente separarlas en 2 o 3 tanques para que queden de entre 30 a 50 larvas por litro obteniendo así una producción de aproximadamente 20 postlarvas/litro y en relación a esto New y Singholka (1982) mencionan que en general se necesitan 1.8 litros de agua por postlarva producida. Cabrera (1975, en Fierro, 1990) menciona que a altas densidades (10 org/m<sup>2</sup>) el langostino *M. acanthurus* presenta raquitismo como una respuesta a la sobrepoblación, por lo que Holtschmit (1988) propone que deben utilizarse 5 org/m<sup>2</sup> para evitar inhibición en el crecimiento a causa de altas densidades poblacionales, no obstante algunos acuicultores siembran hasta 20 org/m<sup>2</sup> para aumentar la producción aún cuando la talla promedio sea menor.

A lo anterior se agrega que en general los crustáceos son muy agresivos y territorialistas razón por la cual el cultivo de muchas de estas especies es un problema, ya que es difícil mantener muchos organismos en espacios reducidos. Holtschmit (1988) menciona que el aspecto más relevante de la territorialidad es que aunado a las interacciones sociales va un efecto de inhibición del crecimiento que se acentúa cuando es mayor la densidad poblacional.

Así mismo, la disponibilidad del alimento se consideró un factor que influyó en el crecimiento de los organismos por la siguiente razón: aproximadamente durante la mitad del

período de observación el alimento no ingerido se retiraba para evitar que el agua se contaminara rápidamente y Fierro (1990) menciona que los langostinos emplean mucho tiempo y energía en la búsqueda y forrajeo del alimento; por lo que se cree que la disponibilidad del alimento limitada por el tiempo repercutió en el crecimiento.

Por otra parte, Cabrera (1988, en Fierro 1990) sostiene que el fenómeno de muda y ataque intraespecífico también están relacionados con el crecimiento y que es un comportamiento normal en poblaciones confinadas de *Macrobrachium*, aunque en este caso se observó baja tendencia al canibalismo a pesar de las altas densidades manejadas.

Respecto a la temperatura y salinidad, factores que tienen importante relación con el crecimiento, no hay evidencia que muestre que repercutieran en el bajo incremento de talla registrado, dado que los organismos fueron mantenidos dentro de los rangos óptimos para su supervivencia y desarrollo (Holtzman y Pfeiler, 1984; Choudhury, 1971; Lee y Fielder, 1984)

## MORTALIDAD

Puede decirse que de los factores implicados, sobre todo en los casos en que se presentaron picos altos de mortalidad, los más determinantes fueron la adaptabilidad al confinamiento aunado a la alta densidad de organismos condición que, como ya se ha mencionado, provoca el aumento de las agresiones intraespecíficas dada la naturaleza territorialista de esta especie situación que conlleva a su vez a la baja ingestión de alimento. Otro factor que determinó los altos valores de mortalidad cruda registrados específicamente a finales del segundo y tercer mes del primer período de tiempo fue una falla en el sistema de recirculación misma que provocó disminución del oxígeno disuelto y la posible acumulación de nitritos y amoníaco con subsecuentes efectos letales en la sobrevivencia (Holtzman, 1988).

## CONCLUSIONES

\* Dado el carácter eurioico de la especie, se estableció que la variación espacial de la densidad de juveniles de *M. acanthurus* está sujeta principalmente al fenómeno de migración propio de la especie, en el Sistema Lagunar de Alvarado Ver.

\* Se determinó que la variación temporal de la densidad está determinada por el patrón reproductivo de la especie, y en base a la presencia de un mayor número de organismos en la etapa postlarva-juvenil se corroboró que la época reproductiva más importante de la especie, se presenta en la temporada de Lluvias.

\* La fase postlarva-juvenil de *M. acanthurus* presentó 3 clases modales debido a que cambian de una clase modal a otra rápidamente aumentando así el porcentaje de supervivencia en edades posteriores.

\* La alta tasa de crecimiento y baja supervivencia, en el estadio de postlarva-juvenil, están determinadas por una relación de costo-beneficio.

\* En *M. acanthurus* el número de huevos está en función del tamaño de la hembra obedeciendo a una relación de tipo potencial, con una alta correlación.

\* Considerando los criterios de diversos autores para varias especies y lo que en la literatura se reporta para esta especie, se establece que la fecundidad promedio de *M. acanthurus* es baja; sin embargo, la disponibilidad de juveniles en el Sistema Lagunar pone de manifiesto que la capacidad potencial de reproducción de la especie es suficiente para mantener los niveles de la población.

\* El crecimiento ( 0.016 mm/día) y la mortalidad registrados en laboratorio dependieron principalmente de la aclimatación aunada a la alta densidad de organismos y al tiempo en la disponibilidad del alimento.

## LITERATURA CITADA

- Bagenal, T., 1978. **Methods for assessment of fish production in fresh water.**  
I.B.P. Handbook No. 3 Blackwell Scientific Publications, London: 469-492.
- Bertalanffy, L. von., 1938. A cuantitative theory of organic growth (inquiries on Growth  
Lawws.II). **Human Biology**, 10 (2):181-213.
- Beverton, R. y S. Holt., 1957. On the dynamics of exploited fish populations. **Fish Invest.**  
**London Ser. 2**, 19:533.
- Bond, G. y L. Backup., 1982. O ciclo reproductor de *Macrobrachium borelii* (Nobili, 1986)  
*Macrobrachium potiuna* (Muller, 1880) (CRUSTACEA, DECAPODA,  
PALAEMONIDAE) e suas relacoes com a temperatura. **Rev. Brasil. Biol.**, 42 (3):  
473-483.
- Bowman, T. E. y L. G. Abele, 1982. Classification of the recent crustacea. Systematics fossil  
record and biogeography. **The biology of crustacea Vol. I.** Academic Press.
- Begon, M. J.; J. L. Harper y C. R. Towsend, 1986. **Population ecology: a unified study  
animals and plants.** Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Cabrera, M. C. G., 1977. **Biología y cultivo de *Macrobrachium acanthurus* Wiegmann  
(1836) en el bajo Papaloapan.** Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias  
Biológicas. IPN. México.
- Cabrera-Jiménez J. A., 1979. Fecundidad y cultivo de *Macrobrachium tenellum* (Smith) en el  
laboratorio, **An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autón. Ser. Zoología** (1):127-152.

- Cabrera, C. M., 1980. Método para el cultivo comercialmente rentable del camarón prieto o langostino manos de carrizo *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) In: **Mem. 2o Simp. Latinoam. de Acuicultura. Tomo I.** Depto. de Pesca. Veracruz, Ver., México. Resúmenes.
- Contreras, E. F., 1993. Ecosistemas costeros mexicanos. **CONABIO.** Univ. Autón. Metropolitana, Unidad Iztapalapa. México. p: 165.
- Cassie, R. M., 1954. Some uses of probability papers in the analysis of size frequency distribution. **Aust. Jour. Mar. Fresh Water Res.** 5 (3): 513-522.
- Corey, S. y D. M. Reid., 1991. Comparative fecundity of decapod crustaceans I. The fecundity of thirty-three species of nine families of caridean shrimp. **Crustaceana**, 60 (3): 270-294.
- Cházaro, O. S. y A. R. Rocha., 1991. Un criterio para la identificación de postlarvas y juveniles de *Macrobrachium acanthurus*, *Palaemonetes pugio* y *P. vulgaris* (CRUSTACEA: CARIDEA: PALAEMONIDAE), **XI Congreso Nacional de Zoología** (Memorias), Merida Yucatán, México. Resúmenes.
- Chávez, A. Z. y E. A. Chávez., 1976. Introducción al conocimiento de la biología del langostino *Macrobrachium carcinus* L.) en el estado de Veracruz. In: **Mem. Simp. Biol. y Dinam. Pobl. de camarones**. Guaymas, Son. México. pp:12- 34.
- Choudhury, P. C., 1971. Laboratory Rearing of Larvae of the Palaemonid Shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836). **Crustaceana**, 21 (2): 113-126.

- Choudhury, P. C., 1970. Complete larval development of the palaemonid shrimp *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) reared in the laboratory. **Crustaceana**, 18 (2): 113- 132.
- Dattoli, H., 1983. **Biología, ecología y aspectos poblacionales de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en el Río Actopan, Ver. y su aplicación al cultivo.** Tesis Licenciatura. Universidad Veracruzana. U.D.I.C.B.A. Facultad de Ciencias Biológicas, Xalapa, Ver. 43 p.
- Daniel, W. W., 1980. **Bioestadística.** Limusa Ed. México. 485 p.
- Dobkin, S., 1971. A contribution to knowledge of the larval development of *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**, 21 (3):294-297.
- Espinosa, J. L., 1986. **El langostino un alimento en peligro.** Centro de Ecodesarrollo Ser. Medio Amb. en Coatzacoalcos. pp: 19-29.
- Farías, S. J. A. y O. D. Salinas., 1987. Colector artificial para la obtención de juveniles de langostino *Macrobrachium acanthurus* en la zona estuarina de un medio lótico, **IX Congreso Nal. de Zoología** (Memorias). Villahermosa Tabasco, México pp: 214-217.
- Franco, L. J.; De la Cruz, A. G.; Cruz, G. A.; Rocha, R. A.; Navarrete, S. N.; Flores, M. G.; Kato, M. E.; Sánchez, C. S.; Abarca, A. L. G.; Bedia, S. C. M., 1989. **Manual de Ecología.** 2a ed. Ed. Trillas. México. pp: 242-243.
- Fierro, C. F., 1990. **Desempeño de tres dietas balanceadas, suministradas a juveniles de langostino *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en condiciones de laboratorio** E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 55 p.

- García, E., 1973. **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a condiciones de la República mexicana)**. Ofset Larios. S.A.México,D.F. 71 p.
- García-Montes, J. F.; L. A. Soto y A. García.,1988. Cangrejos Portúridos del Sureste del Golfo de México: Aspectos Pesqueros y Ecológicos. **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.** 15 (1):135-150.
- García, P. J. A. y Z. C. Alarcón., 1988. Estrategias para el aprovechamiento de dos especies de langostinos en el estado de Veracruz, México. **IX Congreso Nal. de Zoología.**Villahermosa Tabasco, México. pp: 222-227.
- Gamiño, C. M. G., 1994. **Efecto de la salinidad en la sobrevivencia y desarrollo larvario de *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Decapoda, Palaemonidae) en condiciones de laboratorio.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. U.N.A.M. México. 45 p.
- Granados, B. A. A. 1984. Aspectos reproductivos del "camarón prieto" *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) en la cuenca del río González, Tabasco, México (Crustacea:Decapoda:Palaemonidae). **An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Auton. México.** 11(1): 1-22.
- Guest, W. C., 1979. Laboratory history of the palaemonid shrimp *Macrobrachium amazonicum* (Heller) (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**, 37(2): 141-152.
- Gulland, J. A., 1971. **Manual de métodos para la evaluación de poblaciones de peces.** Acribia Ed. Zaragoza, España. FAO. 164 p.

- Gutierrez, L. M. J., 1992. **Biología y cultivo de los langostinos nativos (*Macrobrachium* sp) de importancia comercial en México.** Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. I.P.N. México. 63 p.
- Hanson, J. A. y H. L. Goodwin, 1977. **Shrimp and prawn farming in the western hemisphere.** Dowde, Hutchinson & Ross, Inc. Pennsylvania. 439 p.
- Holtschmit, M. K. H., 1988. **Manual técnico para el cultivo y engorda del langostino malayo.** FONDEPESCA. 128 p.
- Holtschmit, K. H. y Pfeiler, E., 1984. Effect of salinity on survival and development of larvae and postlarvae of *Macrobrachium americanum* Bate (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana**, 46 (1): 23-28.
- INEGI. 1988. Síntesis geográfica. **Nomenclator y anexo cartográfico del estado de Veracruz, México.** pp: 29-32.
- Lee, C. L. y Fielder, D. R., 1984. Swimming response to water current stimulus in the freshwater prawn, *Macrobrachium australiense* (Holthuis, 1950). **Crustaceana**, 46(3): 249-256.
- López, E. I. y Picaseño, F. J., 1987. Comercialización del langostino. **Sem. Nal. del Cultivo y Comercialización del Langostino.** Abril, 1987. I.M.I.T. pp: 283-309.
- Martínez, S. L., 1975. Biología del camarón de agua dulce *Macrobrachium acanthurus* (Wiegmann, 1836) (Crustacea, Palaemonidae) de la Ciénaga de "El Totumo" y su cultivo experimental en estanques. **Divul. Pesq.**, 9(1): 1-46.

- Minello, J. T.; Zimmerman, J. R. y Martínez, X. E., 1989. Mortality of young brown shrimp *Penaeus aztecus* in estuarine nurseries. **Transactions of the American Fisheries Society**, 118: 693-708.
- Moctezuma, C. C. G., 1988. Factibilidad económica del cultivo del langostino de agua dulce *Macrobrachium acanthurus*. **Seminario Nacional del Cultivo y Comercialización de Langostino**. 19 al 22 de Abril, 1988. Gro., México. FONDEPESCA. 88 p.
- Molina, B. H. M., 1994. **Distribución espacio-temporal de la fase postlarvaria del género *Penaeus* spp asociadas a *Ruppia maritima* en el Sistema Lagunar de Alvarado, Ver.** Tesis lic. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 55 p.
- New, M. B. y S. Singholka, 1982. Freshwater prawn farming. A manual for the culture of *Macrobrachium rosenbergii*. **FAO, Fish Tech. Pap.** (225):116.
- Pérez, C. H. y Segura, G. M., 1981. **Contribución al conocimiento de la estructura poblacional y algunos aspectos de la biología de las especies de langostino: *Macrobrachium acanthurus* (Wiegman,1836) y *Macrobrachium carcinus* (Linne, 1758) en el estado de Tabasco.** Tesis Lic. E.N.E.P. Iztacala. U.N.A.M. México. 66 p.
- Pérez-Chi, A., 1991. Observaciones sobre la biología del langostino *Macrobrachium americanum* en cautiverio. **An. Esc. Nal. Cienc. Biol.** 34:123-143.
- Ricker, W. E., 1968. Methods for assessment of fish production in freshwaters. **I.B.P. Handbook Num. 3. Blackwell Sci. Pub. Oxford.** 313 p.

- Román, C. R., 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae). **An. Centro Cienc. del Mar y Limnol.** Univ. Nal. Autón. México. 6(2):137-160.
- Villalobos, F. A.; Gómez, S.; Arenas, V.; Cabrera, J.; De la Lanza, G.; Manrique, F., 1975. Estudios hidrobiológicos en la Laguna de Alvarado (Febrero- Agosto, 1966). **An. Inst. Biol.** Univ. Nal. Autón. México. 46, Ser. Zoología (1):1-34.
- Williams, B. A., 1984. **Shrimps, Lobsters and Crabs of the Atlantic coast of the Eastern United States Maine to Florida**, Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 484 p.
- Williamson, D. L., 1972. Larval development in a marine and freshwater species of *Macrobrachium* (Decapoda, Palaemonidae). **Crustaceana.** 23(3): 282-298.