



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA  
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**“UTILIZACION DEL ROTIFERO Brachionus plicatilis COMO  
ALIMENTO PARA LARVAS DE CAMARON AZUL  
Penaeus stylirostris”**



TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
OCEANOLOGO  
PRESENTA  
MARCO ANTONIO ROSS GUERRERO

Ensenada, B.C., Junio de 1988.

## RESUMEN

Se probó como alimento para larvas de camarón azul Penaeus stylirostris al rotífero Brachionus plicatilis en sustitución de los nauplios de Artemia, colocando cuatro proporciones diferentes de sustitución (25% rotífero-75% Artemia, 50% rotífero-50% Artemia, 75% rotífero-25% Artemia y 100% rotífero) utilizando como control una dieta de 100% Skeletonema costatum en las primeras etapas y 100% de nauplios de Artemia en todas las demás etapas.

La efectividad de las dietas se evaluó en función de la sobrevivencia y el crecimiento alcanzado por las larvas. En los bioensayos realizados, no se encontraron diferencias significativas, (P, 0.05%) entre las dietas combinadas y las dietas uniespecíficas.

Se concluye que el rotífero Brachionus plicatilis puede utilizarse como una alternativa más, en la alimentación de las larvas de camarón azul Penaeus stylirostris en las fases larvales.

UTILIZACION DEL ROTIFERO Brachionus plicatilis  
COMO ALIMENTO PARA LARVAS DE CAMARON AZUL  
Penaeus stylirostris

TESIS



QUE PRESENTA:

MARCO ANTONIO ROSS GUERRERO

AFROBADA POR:



-----  
PRESIDENTE DEL JURADO  
DRA. ELIZABETH ORELLANA DE MORALES

  
-----  
SINODAL PROPIETARIO  
M.C. ANTONIO SILVA L.  
-----  
SINODAL PROPIETARIO  
OC. VICTOR GENDROP F.  
-----  
SINODAL SUPLENTE  
OC. EDUARDO SANTAMARIA DEL A.  
-----  
SINODAL SUPLENTE  
M.C. GUILLERMO VILLAREAL

Dedico el presente Trabajo a:

My padre, ejemplo de trabajo y superación  
quien siempre a apoyado mis metas

My madre,

y a mis hermanos

Roberto Gonzalo

Olivia Guadalupe

y Luis Carlos

A este ultimo en especial por su comprension y  
amistad.

Deseo agradecer sinceramente a:

Al Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS) por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo, así como al personal de la Unidad Experimental Kino (UEK) y Unidad Experimental Peñasco (UEP) que directa o indirectamente contribuyeron para su realización.

Al Centro de Estudios de Desiertos y Océanos (CEDO) por el apoyo brindado y las facilidades prestadas.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero durante la realización del trabajo y al proyecto de "Alimentos Naturales para Acuicultura" dentro del cual se desarrolló esta tesis.

y de manera muy especial:

A Luz María Yépez por su comprensión, cariño y amistad, así como por el tiempo y dedicación prestada para el escrito de la tesis.

A María del Carmen Baez por sus consejos y sugerencias siempre oportunas, además de su amistad.

A la Dra. Elizabeth Orellana Cepeda que a lo largo de la carrera siempre me brindó su apoyo y amistad.

A los miembros de mi comité de tesis, Dc. Víctor Gendrop, M.C. Antonio Silva L., M.C. Guillermo Villareal CH. y Dc. Eduardo Santamaría del A. por sus valiosas observaciones y sugerencias para la mejor presentación del trabajo.

A Walter Dioni G. por permitirme trabajar en el proyecto de alimentos naturales y brindarme su asesoría durante el desarrollo de la tesis.

A todos mis maestros que con su esfuerzo y dedicación me inculcaron el deseo de aprender.

A mis amigos, siempre compañeros y prestos a comprenderme y ayudarme en los momentos difíciles.

Así como a todas aquellas personas que directa o indirectamente colaboraron en la realización de la presente tesis.

## INDICE

1	INTRODUCCION.....	1
	1.1 OBJETIVOS.....	6
2	MATERIALES Y METODOS.....	7
	2.1 ORIGEN Y MANTENIMIENTO DE LOS ORGANISMOS.....	7
	2.2 CONDICIONES DE LABORATORIO.....	8
	2.3 BIOENSAYOS.....	8
	2.4 EFECTIVIDAD DE LAS DIETAS.....	13
	2.5 ANALISIS ESTADISTICOS.....	14
3	RESULTADOS.....	15
	3.1 SOBREVIVENCIA.....	15
	3.2 CRECIMIENTO.....	19
4	DISCUSION.....	29
5	CONCLUSIONES.....	36
6	RECOMENDACIONES.....	37
7	LITERATURA CITADA.....	38

## LISTA DE TABLAS

Tabla I.- Dietas aplicadas de rotífero y nauplios de <u>Artemia</u> a larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	12
Tabla II.- Sobrevivencia de larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> obtenidas de protozoa II a postlarva I.....	16
Tabla III.- Longitud promedio alcanzada por larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> de protozoa II a postlarva I.....	22
Tabla IV.- Longitud promedio por estadio para larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	23
Tabla V.- Análisis de varianza para las sobrevivencias alcanzadas a postlarva I para larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	24
Tabla VI.- Análisis de varianza para las sobrevivencias obtenidas a mysis I por larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	26
Tabla VII.- Análisis de varianza para las sobrevivencias obtenidas a mysis II por larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	27
Tabla VIII.- Análisis de varianza para las sobrevivencias obtenidas a mysis III por larvas de <u>Penaeus stylirostris</u> .....	28

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.- Diagrama de flujo para el bioensayo de protozoa II a postlarva V.....10
- Figura 2.- Diagrama de flujo para los bioensayos por estadio.....11
- Figura 3.- Supervivencia de larvas de Penaeus stylirostris de protozoa III a mysis I.....17
- Figura 4.- Supervivencia de larvas de Penaeus stylirostris de mysis I a mysis II.....18
- Figura 5.- Supervivencia de larvas de Penaeus stylirostris de mysis II a mysis III.....20
- Figura 6.- Crecimiento de larvas de Penaeus stylirostris de protozoa II a postlarva I.....21

## 1 INTRODUCCION

La pesca del camarón de altamar en la costa occidental de México y particularmente en la zona del Golfo de California, es de primordial importancia ya que genera divisas para el país (Castro-Aguirre, 1976).

El camarón representa el 27 % de la captura total nacional, mientras que en valor representa el 50%, es además el producto más importante y sobre el cual se ha creado la mayor parte de la infraestructura pesquera del país (Murrieta et al., 1982).

Este crustáceo debido a su alto valor económico en el mercado, ha sido motivo de un gran número de investigaciones, permitiendo con esto, un mayor conocimiento de las especies así como una mayor tecnificación para su cultivo masivo y comercial (Hunner y Brown, 1985).

Actualmente son más de 20 especies de Penaeus las que han sido investigadas para su cultivo comercial. En general cada especie posee características particulares en cuanto a su capacidad de adaptación a temperatura, salinidad y resistencia al manejo, lo que hace más convenientes para su cultivo a unas que otras. La mayoría de los acuicultores concuerdan en que Penaeus stylirostris, P. vannamei, P. monodon y P. japonicus son de las especies más viables para el cultivo (Hunner y Brown, 1985).

El camarón azul es uno de los organismos adecuados para mediante cultivos comerciales, efectuar su explotación comercial, debido a la fácil producción de semilla en condiciones de laboratorio. Alcanzando la talla comercial aproximadamente en un periodo de cuatro a seis meses. Algunas técnicas de cultivo permiten obtener hasta 4 kg/m<sup>2</sup>.

El camarón azul Penaeus stylirostris es un organismo nativo de la costa oeste del Pacífico presente desde Baja California hasta Perú (Holthuis, 1982). Descrito por Stimpson en 1871, su posición taxonómica es la siguiente (Waterman y Chace 1960).

Phylum Arthrópoda

Clase Crustácea

Subclase Malacostraca

Orden Decápoda

Suborden Natantia

Familia Penaeidae

Género Penaeus

Especie stylirostris

Tanto el camarón azul Penaeus stylirostris como la mayoría de los peneidos, son organismos con un ciclo de vida corto (1 a 2 años), que consta de fases de huevo y larvas planctónicas, fases de postlarva y juveniles principalmente estuarinas y adultos oceánicas, (Almada-Rulz, 1983; García y Le Reste, 1986).

Durante el desarrollo larvario de Penaeus stylirostris se presentan tres estadios principales:

a) **Nauplio:** El cual presenta 6 fases (I a VI) y posee un ocelo característico. En este estadio las larvas miden entre 0.34 y 0.51 mm de longitud y tienen una duración de 38-40 hrs. a una temperatura entre 28-29 °C. (Almada-Ruiz, 1983).

b) **Protozoa:** presenta 3 fases (I a III) donde la característica principal es la presencia de 2 ojos compuestos y que el cuerpo se encuentra dividido en 2 partes, la anterior está cubierta por un caparazón el cual tiene forma de un hexágono irregular con una hendidura en el margen anterior. En este estadio, la longitud varía de 0.94 a 2.46 mm (La longitud es considerada desde el rostrum hasta el télson, excluyendo las espinas caudales). La duración del estadio es de aproximadamente 120 hrs. (Almada-Ruiz, 1983).

c) **Mysis:** presenta 3 fases (I a III). La principal característica es el desarrollo de pereópodos funcionales y de pleópodos no segmentados en la región ventral, los cuales pasan a ser funcionales cuando la larva llega a postlarva. Este estadio presenta una longitud que fluctúa entre 2.9 y 4.3 mm y tiene una duración de 108 a 112 hrs. (Rodríguez de la Cruz, 1981).

Una de las etapas críticas del cultivo de los peneidos se encuentra durante el desarrollo larvario, fase

en la cual se producen cambios morfológicos y alimentarios drásticos, lo que provoca altas mortalidades (Yufera y Pascual, 1984).

En el desarrollo larvario se presentan diferentes necesidades nutricias, las cuales de no ser cubiertas, van a repercutir en su crecimiento y en una permanencia mayor del estadio.

En la fase de nauplio, el organismo no requiere alimento exógeno, ya que sus necesidades son cubiertas por sus reservas de vitelo. Durante el estadio de protozoa I, la larva es herbívora y en los dos estadios siguientes inicia su fase omnívora. En el estadio de mysis, su dieta es preferentemente carnívora (Emmerson, 1984).

En la etapa de transición alimentaria de fitoplanctófago a zooplanctófago, se presentan problemas de alta mortalidad, probablemente debido a la diferencia de tamaño del alimento, ya que la microalga Skeletonema costatum mide entre 5-20  $\mu\text{m}$  y los nauplios de Artemia miden entre 350-500  $\mu\text{m}$  lo cual puede generar una deficiencia nutricia que se traduzca en una menor sobrevivencia (Emmerson, 1984).

Con Penaeus kerathurus (Yufera et al., 1984), Penaeus indicus (Emmerson, 1984), Penaeus japonicus (Hirata, et al., 1978) y con Penaeus monodon en EUA. (Hunner y Brown, 1985) han utilizado al rotífero Brachionus plicatilis como complemento en la etapa de transición alimentaria del

desarrollo larvario. En Filipinas con Penaeus monodon se llega a eliminar en la etapa larvaria, la utilización de los nauplios de Artemia por su alto costo, sustituyéndolos por Brachionus plicatilis como único alimento durante todo el ciclo zooplanctófago (Platon, 1978).

El rotífero B. plicatilis es un organismo que mide entre 123  $\mu\text{m}$  y 293  $\mu\text{m}$ , (Snell y Carrillo, 1984); posee una alta tasa reproductiva y un alto valor nutritivo, puede cultivarse en altas densidades (Thailacker y McMaster, 1971) y no presenta la dependencia ni los costos elevados que se tienen con la utilización de los nauplios de Artemia (los nauplios de Artemia son adquiridos en el extranjero).

En la Unidad Experimental Peñasco (UEP) dependiente de el Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora (CICTUS), se cultiva camarón azul Penaeus stylirostris en condiciones de laboratorio en ambiente semicontrolado. Dentro de los proyectos que se llevan a cabo en esta Unidad, está el de "Alimentos Naturales para Acuicultura" y parte de éste, consistió en determinar si el rotífero Brachionus plicatilis puede ser utilizado como un complemento alimentario en la dieta de larvas de camarón azul, con la finalidad de incrementar la sobrevivencia y sustituir de manera parcial o total a los nauplios de Artemia, comúnmente utilizados en la fase zooplanctófaga de la etapa larvaria, debido al alto valor que tienen estos en el mercado, ya que son adquiridos en EE.UU.

## 1.1 OBJETIVO

Probar la utilidad del rotífero Brachionus plicatilis en sustitución de los nauplios de Artemia, en la dieta para larvas de camarón azul Penaeus stylirostris.

Observar la sobrevivencia y el crecimiento alcanzado por larvas, hasta postlarva I y en estadios, utilizando cuatro proporciones de rotífero y nauplios de Artemia.

## 2 MATERIALES Y METODOS

Para observar la sobrevivencia de las larvas de Penaeus stylirostris utilizando como alimento al rotífero Brachionus plicatilis, se efectuaron cinco bioensayos.

### 2.1 Origen y mantenimiento de los organismos

Las larvas para el primer bioensayo se obtuvieron de una hembra y para los bioensayos por etapas se utilizó otra diferente, ambas fueron mantenidas como reproductores en la Unidad Experimental Peñasco (UEP).

Las larvas se colocaron a una densidad de 100 larvas/l en un acuario de 45 l el cual fue inoculado con la microalga Skeletonema costatum, manteniendo una concentración de 50,000 a 80,000 células/ml, hasta llegar el estadio de protozoa II a partir de donde se utilizaron en el primer bioensayo. Para los bioensayos por etapas se utilizó la misma metodología, solo que se mantuvieron dos grupos de larvas, uno de los cuales recibió rotíferos a partir de que se observó la presencia del estadio de protozoa II. De este grupo se tomaron los organismos que en su dieta se aplicó rotíferos. El otro grupo de larvas fue para proveer los organismos que se utilizaron como control, estos se alimentaron con la dieta para larvas que se utiliza de manera habitual en la Unidad Experimental Peñasco. Esta

dieta se reduce a proporcionar durante la fase herbívora la microalga Skeletonema costatum a una concentración de 50,000 a 80,000 células/ml y nauplios de Artemia (1 a 2 nauplios /ml) en los estadios de mysis y postlarva.

## 2.2 Condiciones de laboratorio

Para los bioensayos se utilizaron recipientes cilíndricos cónicos con capacidad de 2 l. El agua de mar utilizada presentó una salinidad de 38‰ y un pH de 7.5. Además se mantuvieron los cultivos con aireación continua suave, proveniente de la parte inferior del frasco, proporcionada por un compresor de 1/16 cf.

Los recipientes se colocaron en estanques de fibra de vidrio con capacidad de 100 l llenados con agua dulce y sumergidos hasta la mitad, para evitar variaciones de temperatura, ésta se mantuvo en un intervalo de  $28.5 \pm 1$  °C. Todos los bioensayos se realizaron por triplicado y se compararon contra un control, que correspondió a las dietas que se utilizan de manera habitual en la Unidad Experimental Peñasco (UEP).

## 2.3 Bioensayos

Los bioensayos realizados fueron:

el primero de protozoa II (Pz II) a postlarva I (Pl 1), el segundo de protozoa II (Pz 2) a protozoa III (Pz 3), el tercero de protozoa III (Pz3) a mysis I (M 1), el cuarto de

mysis I (M 1) a mysis II (M 2) y el quinto de mysis II (M 2) a mysis III (M 3), (figura 1, 2).

Para el primer bioensayo, se colocaron 150 larvas en cada recipiente y un volumen de cultivo de 1300 ml. Se trabajó con una densidad inicial de 115 larvas/l. Las combinaciones de alimento proporcionado fueron de: 25% rotífero-75% Artemia, 50% rotífero-50% Artemia, 75% rotífero-25% Artemia, 100% rotífero y control (Tabla I).

Se retiraron 5 larvas diariamente de cada recipiente, para conocer el estadio en que se encontraban, así como la longitud alcanzada. Una vez alcanzado el estadio mysis, para eliminar los desechos y mudas del fondo del recipiente, se efectuaron cambios diarios de agua de 1/4 del volumen total de los frascos, por medio de succión, utilizando para ello un tubo de PVC con malla en un extremo.

Con el fin de mantener la concentración del alimento suministrado, se realizaron conteos dos veces durante el día (se mantuvieron cultivos de apoyo para añadir alimento).

Una vez que todas las larvas llegaron a postlarva I (Pl 1), el bioensayo se consideró terminado y se efectuó un conteo total del número de organismos vivos.

En los otros cuatro bioensayos, realizados por estadio, se utilizó la misma metodología que para el primero, solo que esta vez se probaron únicamente 4 tratamientos: 50% rotífero-50% Artemia, 75% rotífero-25% Artemia, 100% rotífero y control.

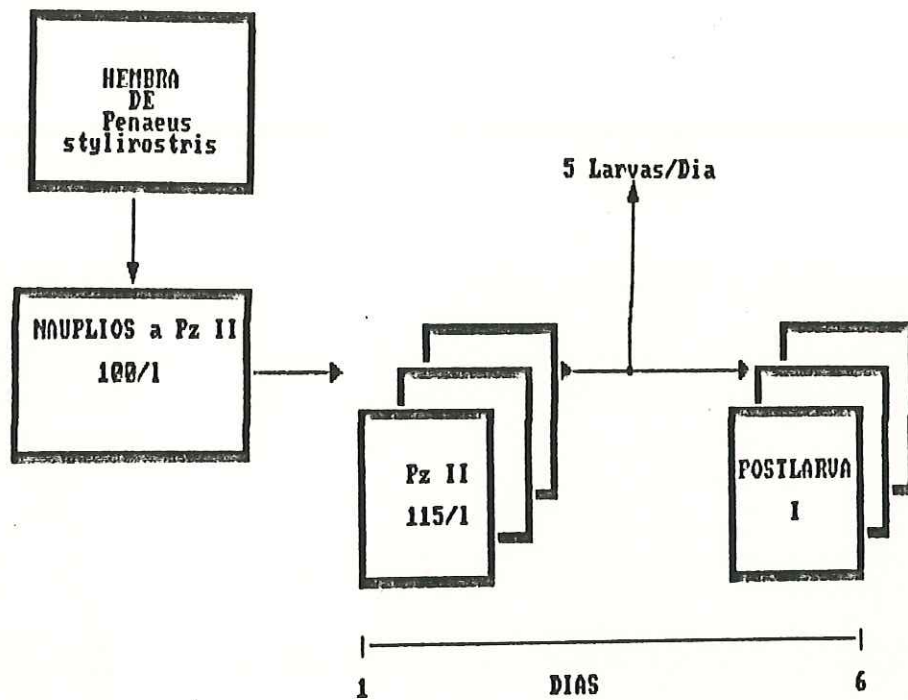


FIGURA 1.- Diagrama de flujo para el primer bioensayo de protozoa II a postlarva I.

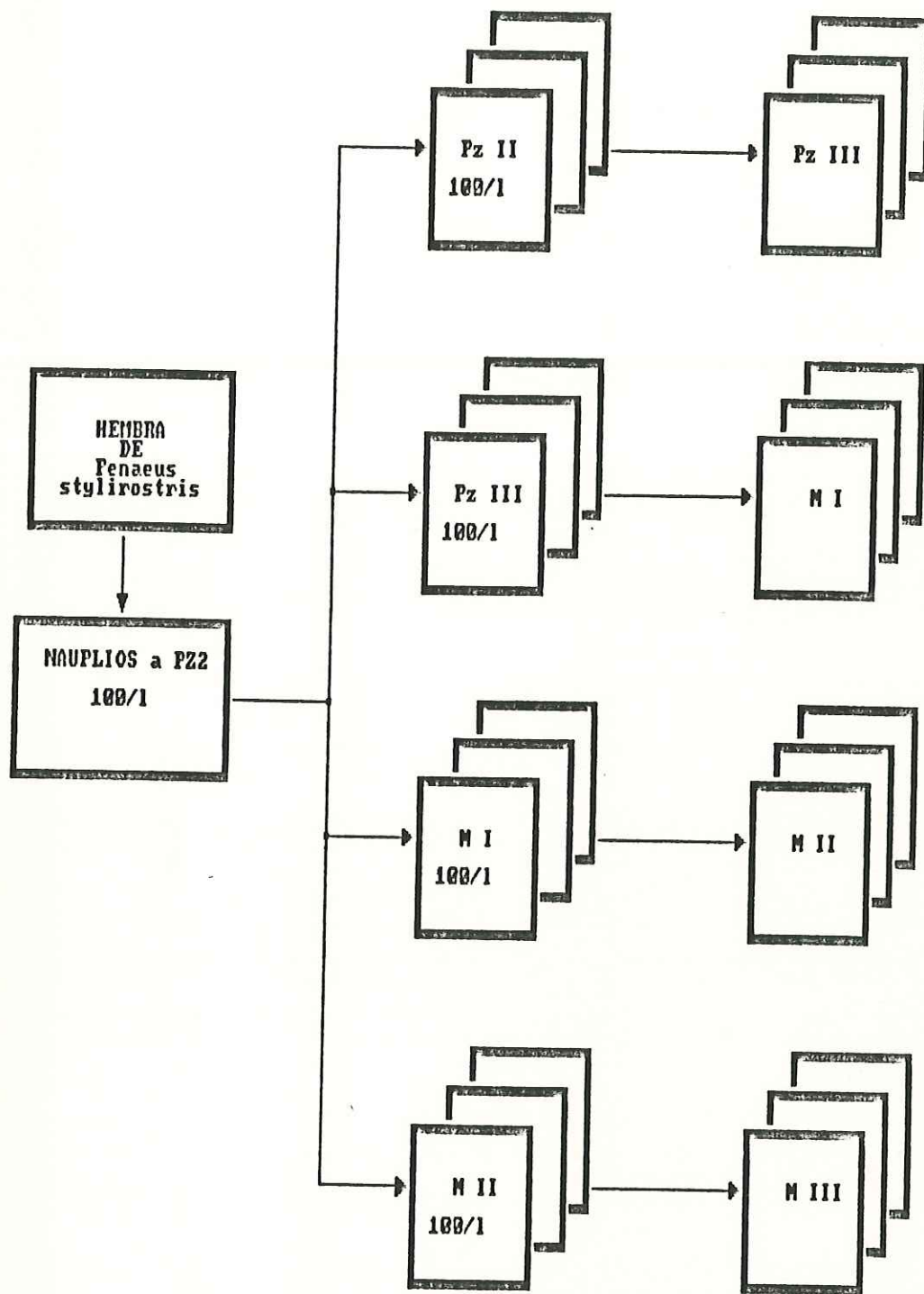


FIGURA 2.- Diagrama de flujo para los bicensayos por estadio.

TABLA I.- Dietas de Rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a) aplicadas a las larvas de Penaeus stylirostris como alimento.

	A		B		C		D		E	
ESTADIO	25%r. 75%a.		50%r. 50%a.		75%r. 25%a.		100%r. 100%a.			
	Organismos/ml									
Pz2-Pz3	5	0	5	0	5	0	5			*
Pz3-M1	2.5	0.375	5	0.25	7.5	1.25	10			0.5
M1-M2	3.75	0.75	7.5	0.5	11.25	0.25	15			1
M2-M3	3.75	1.5	7.5	1	11.25	0.5	15			2
M3-P11	3.75	1.5	7.5	1	11.25	0.5	15			2

\*: Skeletonema costatum

Se colocaron 100 larvas en un volumen de 1 l y se determinó la sobrevivencia y la longitud al final de cada estadio, iniciándose de nuevo un bioensayo para cada estadio.

Para la medición de la longitud se tomaron 5 larvas de cada recipiente, una vez que se terminaba el bioensayo.

#### 2.4 Efectividad de las dietas

La efectividad de los tratamientos se evaluó en función de la sobrevivencia obtenida y del crecimiento alcanzado hasta postlarva I (P11), para el primer bioensayo y hasta el estadio correspondiente en los bioensayos subsecuentes. La sobrevivencia se consideró como el número de organismos vivos que llegaron al estadio correspondiente, para cada bioensayo. En el primero, no se consideraron aquellos organismos que fueron retirados para la medición de longitud. La longitud de las larvas se midió a partir del rostrum hasta el télson, sin considerar las espinas caudales.

Se realizaron registros diarios de temperatura, salinidad y pH. El control de la temperatura se llevó a cabo con un termómetro Kahlsico con precisión de  $0.5^{\circ}\text{C}$ , la salinidad se registró con un refractómetro American Optical, el pH se determinó con un potenciómetro Chemcadet modelo 5850-00. Se tomaron alícuotas homogéneas de 40 ml de las

cuales se retiraban 8 ml para contéo del alimento. El contéo de rotíferos y nauplios de Artemia, se llevó a cabo en caja de Petri, utilizando un microscopio esteroscópico Zeiss.

Para la medición de la longitud de las larvas, se utilizó un micrómetro ocular American Optical.

## 2.5 Análisis estadísticos

A los resultados de sobrevivencia obtenidos en el primer bioensayo se les efectuó una transformación angular ( $\arcsen \sqrt{x}$ ), la cual es recomendada por Zar (1984), para normalizar los datos cuando se trabaja con porcentajes. Además se aplicó una prueba de Bartlet para conocer si existía la homogeneidad de varianza. Posteriormente se realizó un análisis de varianza de una vía. Para comparar las sobrevivencias obtenidas en el bioensayo llevado a cabo de protozoa II a protozoa III, se realizó un estadístico  $t$  de Student para varianzas iguales. Para los demás bioensayos se efectuó la prueba de Bartlet y un análisis de varianza de una vía.

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 SOBREVIVENCIA:

La sobrevivencia para las larvas del primer bioensayo llevado a cabo a partir del estadio de protozoa II hasta postlarva, fluctuaron entre  $32.40 \pm 8.43$  con la dieta 50% rotífero-50% Artemia y  $65.10 \pm 2.78$  con la dieta de 75% rotífero-25% Artemia. En la dieta con 100% rotíferos, se obtuvo una sobrevivencia muy similar a la obtenida con el control (100% Artemia), mientras que dos de las dietas combinadas, 25% rotífero-75% Artemia y 75% rotífero-25% Artemia superaron a éste (control), se muestran en tabla II.

La sobrevivencia obtenida para el segundo bioensayo de protozoa II a protozoa III, fue mayor con la dieta que contenía un 100% rotíferos, siendo de  $96.6 \pm 3.05$  mientras que para el control, fue de  $85 \pm 1.52$ ; en este caso, la dieta control solo contuvo a la microalga Skeletonema costatum a una concentración de 50,000 a 80,000 cel/ml.

La sobrevivencia para las larvas que llegaron al estadio de mysis I (figura 3) fluctuó entre  $71.66 \pm 17.03$  con la dieta de 100% rotíferos y  $89 \pm 5.65$  con la dieta de 50% rotífero-50% Artemia. En el control la sobrevivencia fue de  $81 \pm 3.60$ .

La sobrevivencia para las larvas que se obtuvieron a mysis II (figura 4), fluctuó entre  $67.66 \pm 26.5$  para la

Tabla II.- Sobrevivencias de larvas de Penaeus stylirostris obtenidas desde Protozoa II hasta Postlarva I con cuatro dietas de rotífero (r) y Artemia (a) (número de organismos por cultivo=120).

DIETA	% de SOBREVIVENCIAS a PL I		
	$\bar{x} \pm s-1$	FC	FT
25% r/ 75% a	54.54 $\pm$ 1.07		
50% r/ 50% a	32.40 $\pm$ 10.32		
75% r/ 25% a	65.10 $\pm$ 2.78	1.910	4.62
100% r	36.80 $\pm$ 23.23		
100% a (control)*	39.56 $\pm$ 24.23		

\*:En la fase de protozoa II a protozoa III se utilizó 100% Skeletonema costatum

FC: F calculada

FT: F teórica al nivel de 95%

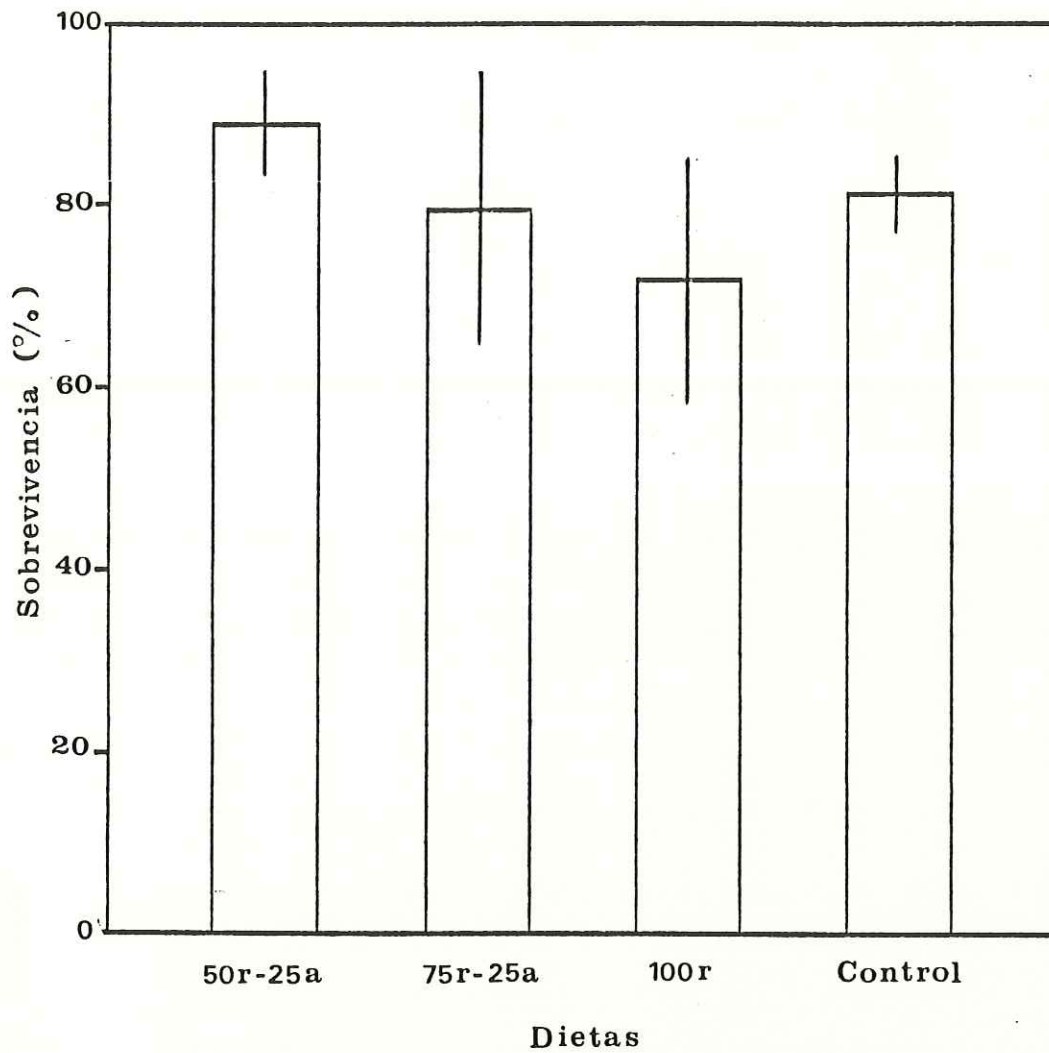


FIGURA 3.- Sobrevivencia promedio ( $\bar{X} \pm S-1$ ) de larvas de Fenaeus stylirostris a partir de protozoa III a mysis I alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

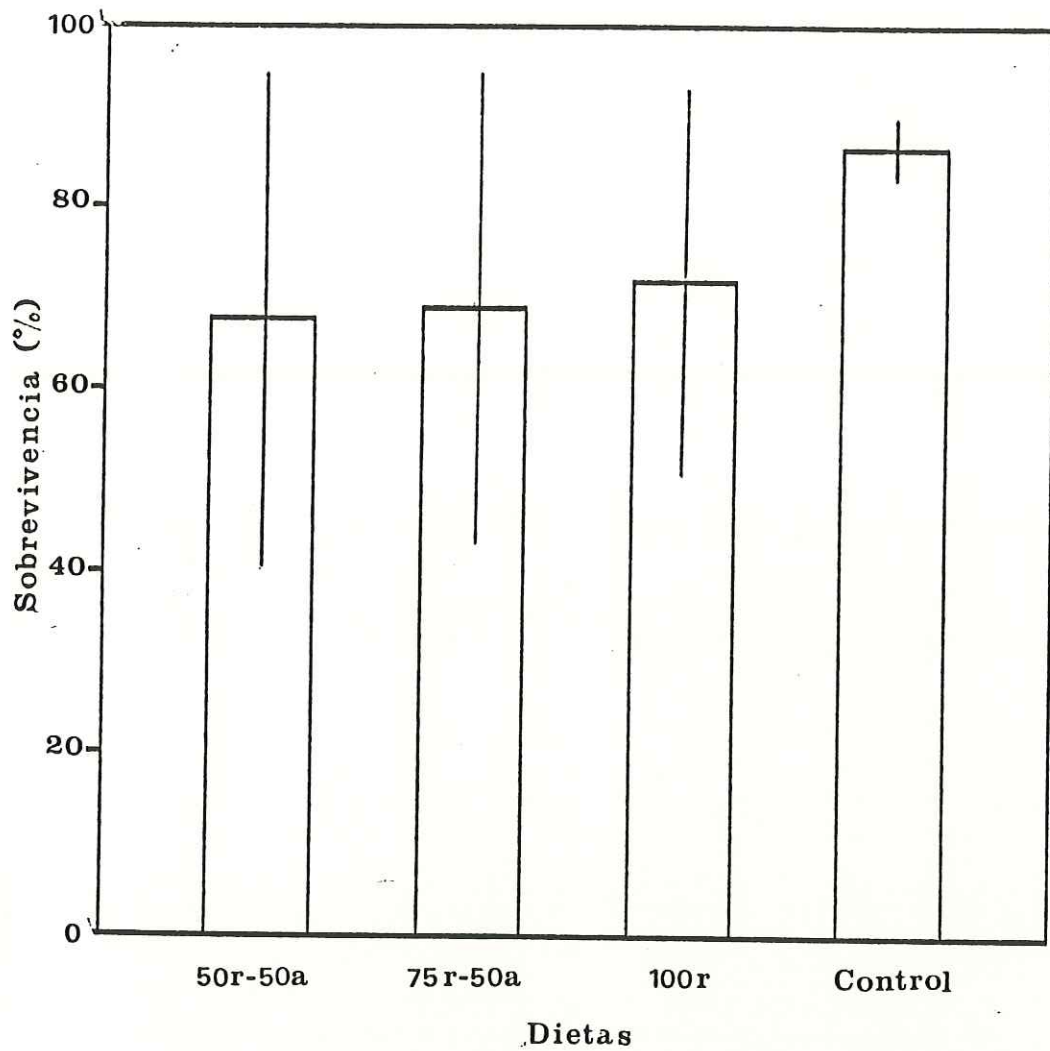


FIGURA 4.- Sobrevivencia promedio ( $\bar{X} \pm S-1$ ) para larvas de Penaeus stylirostris a partir de mysis I a mysis II alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

dieta con 50% rotífero-50% Artemia y  $86.6 \pm 2.30$  siendo más alto para la dieta control.

Para las larvas que llegaron a mysis III (figura 5), al igual que en el caso anterior, el valor más alto de sobrevivencia se obtuvo con la dieta control (100% Artemia), siendo de  $76.6 \pm 9.71$ , fluctuando hasta  $63.33 \pm 33.08$  para la dieta con 50% rotífero-50% Artemia.

### 3.2 CRECIMIENTO:

Las longitudes alcanzadas al final del primer bioensayo (figura 6 y tabla III) van desde  $4.65 \pm .38$  mm para las larvas alimentadas con la dieta de 100% rotíferos hasta  $5.24 \pm .08$  mm con la dieta de 50% rotífero-50% Artemia. En la dieta control con 100% Skeletonema costatum en las primeras etapas y 100% Artemia en el resto del desarrollo, las larvas presentaron longitudes por debajo de las obtenidas con las demás dietas, hasta el quinto día, a partir de donde superó, a las longitudes obtenidas con la dieta que contenía solamente rotíferos, pero no a las longitudes alcanzadas con las dietas combinadas.

Las longitudes máximas alcanzadas en los bioensayos por estadio, fueron muy similares entre sí, (tabla IV) con una desviación estandar menor a 1.

Los análisis estadísticos aplicados para determinar diferencias entre las dietas se muestran en las tablas V,

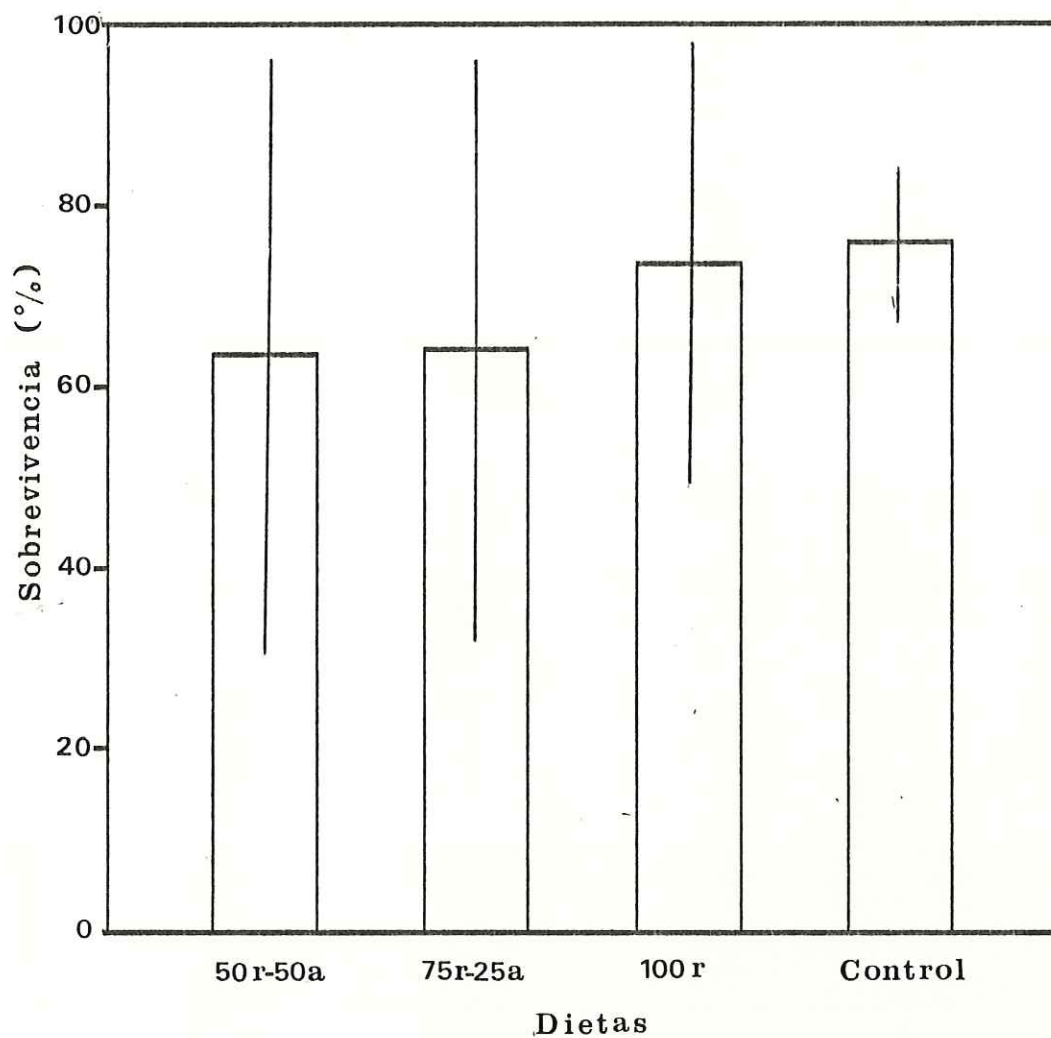


FIGURA 5.- Sobrevivencia promedio ( $\bar{X} \pm S-1$ ) para larvas de Penaeus stylirostris a partir de mysis II a mysis III alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

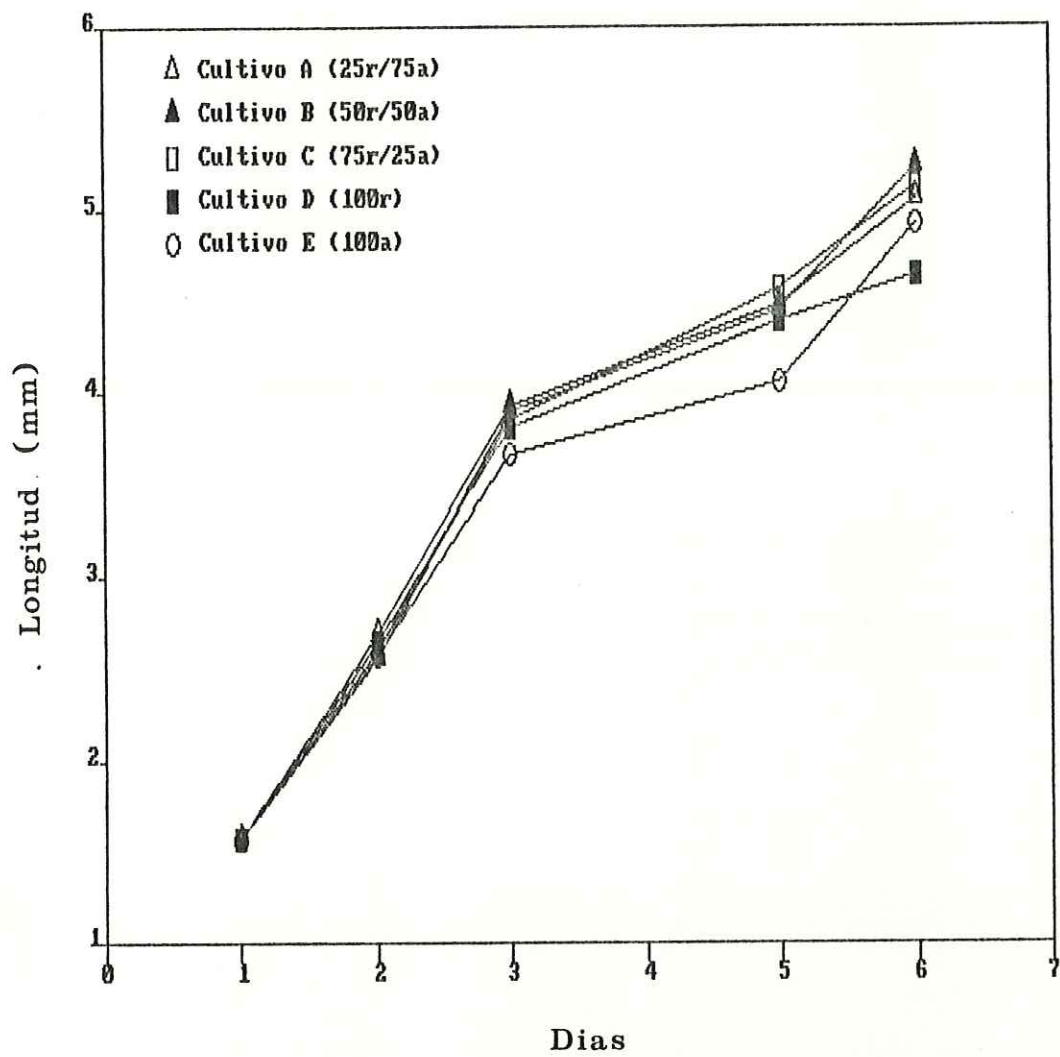


FIGURA 6.- Crecimiento de larvas de Penaeus stylirostris a partir de protozoa II a postlarva I, alimentadas con cinco dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Tabla III.- Longitud promedio alcanzada por larvas de Penaeus stylirostris a partir de protozoa II hasta postlarva I alimentadas con cinco dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Día	25% r/75% a	50% r/50% a	75% r/25% a	100% r	Control
	Longitud $\bar{X} \pm S-1$ (mm)				
1	1.56 $\pm$ .036	1.56 $\pm$ .036	1.56 $\pm$ .036	1.56 $\pm$ .036	1.56 $\pm$ .036
2	2.69 $\pm$ .146	2.56 $\pm$ .062	2.60 $\pm$ .080	2.64 $\pm$ .075	2.58 $\pm$ .072
3	3.93 $\pm$ .075	3.90 $\pm$ .062	3.85 $\pm$ .140	3.81 $\pm$ .050	3.66 $\pm$ .280
*					
5	4.48 $\pm$ .130	4.45 $\pm$ .292	4.58 $\pm$ .113	4.43 $\pm$ .169	4.06 $\pm$ .493
6	5.06 $\pm$ .330	5.24 $\pm$ .086	5.13 $\pm$ .225	4.65 $\pm$ .386	4.92 $\pm$ .516

\* el cuarto día no se tomaron muestras.

Tabla IV.- Longitud promedio por estadio alcanzada por larvas de Penaeus stylirostris alimentadas con 4 dietas de rotífero (r) y Artemia (a).

ESTADIO	DIETAS			
	50% r/ 50% a	75% r/ 25% a	100% r	Control
	longitud $\bar{x} \pm s-1$ (mm)			
Protozoa III	*	*	2.39 $\pm$ .09	(1) 2.33 $\pm$ .02
Mysis I	3.34 $\pm$ .02	3.25 $\pm$ .14	3.23 $\pm$ .14	3.27 $\pm$ .21
Mysis II	3.71 $\pm$ .06	3.66 $\pm$ .06	3.63 $\pm$ .06	3.56 $\pm$ .07
Mysis III	4.26 $\pm$ .07	4.02 $\pm$ .15	4.24 $\pm$ .26	4.05 $\pm$ .07

1: 100% de Skeletonema costatum

\*: no se llevaron a cabo.

TABLA V.- Análisis de varianza de una vía para las sobrevivencias alcanzadas a postlarva I por larvas de Fenaués stylirostris con cinco dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F
Tratamiento	4	761.867	190.467	1.910
Error	9	897.488	99.721	
Total	13	1659.355		

F crítica (P, 0.05%) : 4.47

VI, VII, VIII. Solo en el caso de protozoa II a protozoa III se encontraron diferencias. La  $t$  crítica (P,0.05%) fue de 2.78 y el valor obtenido fue de 2.82.

TABLA VI.- Análisis de varianza de una vía para las sobrevivencias alcanzadas a partir de protozoa III a mysis I con larvas de Penaeus stylirostris alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F
Tratamiento	3	371.394	123.798	0.665
Error	7	1303.333	186.190	
Total	10	1674.727		

F crítica (P, 0.05%) : 5.89

TABLA VII.- Análisis de varianza de una vía para las sobrevivencias alcanzadas a partir de mysis I a mysis II con larvas de Penaeus stylirostris alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F
Tratamiento	3	692.250	230.750	0.453
Error	8	4078.000	509.750	
Total	11	4770.250		

F crítica (P, 0.05%) : 5.42

TABLA VIII.- Análisis de varianza de una vía para las sobrevivencias alcanzadas a partir de mysis II a mysis III con larvas de Penaeus stylirostris alimentadas con cuatro dietas de rotíferos (r) y nauplios de Artemia (a).

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F
Tratamiento	3	351.000	117.000	0.153
Error	8	6114.667	764.333	
Total	11	6465.667		

F crítica (P, 0.05%) : 5.42

#### 4 DISCUSION

Las sobrevivencias alcanzadas hasta postlarva en el primer bioensayo se consideran aceptables, si las comparamos con trabajos similares, como el de Beard et al. (1977) quienes trabajaron con Penaeus merquensis a una densidad entre 71 y 400 larvas/l y obtuvieron sobrevivencias entre 42% y 83% a postlarva, utilizando como alimento Tetraselmis suecica y nauplios de Artemia. Jones et al. (1987), trabajaron con Penaeus stylirostris a una densidad de 60 larvas/l y alcanzaron sobrevivencias de 65% a postlarva V, aplicando solamente dietas a base de microcápsulas. Señalan que en la planta de producción comercial de larvas, en Ecuador, lugar donde se realizaron los bioensayos, la sobrevivencia normal a postlarva V es de 30%, utilizando como dieta a Chaetoceros sp., levadura Sacharomyces cereviceae y nauplios de Artemia. Comparando con las sobrevivencias que se alcanzan en los estanques de producción comercial de larvas, en la Unidad Experimental Peñasco (UEP), que van de 60% a 70%, los valores obtenidos caen dentro de estos intervalos.

Comparando entre si, las sobrevivencias alcanzadas con las diferentes dietas, se puede ver que con dos de las

mezclas de rotíferos y nauplios de Artemia éstas fueron mayores. Aunque estadísticamente no se encontró diferencia significativa ( $P, 0.05\%$ ). En el crecimiento alcanzado (del primer bioensayo) también se observó que donde se utilizaron las mezclas de rotífero-Artemia las longitudes alcanzadas son mayores hasta las fases finales, lo que nos indica que el ofrecer una variedad de tamaño gradual, así como el aumentar la probabilidad de encuentro del alimento, favorecen la salud de las larvas.

Comparando los valores obtenidos de longitud con los reportados por Rodríguez de la Cruz (1981), se observó que éstos caen dentro de los intervalos descritos para cada fase, siendo para el estadio de protozoa II de 1.02 a 1.88 mm, para mysis I 2.60 a 3.20 mm y mysis III de 4.18 a 4.50 mm.

En las sobrevivencias alcanzadas a partir de protozoa II a protozoa III, se encontró diferencias significativas ( $P, 0.05\%$ ). En este bioensayo el control solo recibió a la microalga Skeletonema costatum, lo que es posible haya causado la diferencia, tanto en sobrevivencia como en el estado de salud de las larvas. Es probable que aquellas que recibieron rotíferos en las etapas tempranas lleguen mejor alimentadas a las etapas subsecuentes. Gopalakrishnan (1976), reporta resultados similares, ya que obtuvo mejores sobrevivencias a postlarva (entre 40% y 60%) al aplicar los nauplios de Artemia desde protozoa en

Penaeus marginatus (normalmente los nauplios de Artemia se aplican en la dieta de camarón a partir del estadio mysis).

En las sobrevivencias alcanzadas en los bioensayos por estadio (figura 3, 4, 5), no se encontró diferencia significativa ( $P, 0.05\%$ ). Se observó en todos los bioensayos realizados a partir del estadio de mysis II a mysis III, que las sobrevivencias obtenidas con las dietas monoespecíficas fueron muy similares entre sí, lo que indica que las larvas en ausencia de presas mayores consumen organismos del tamaño que encuentren, en este caso los rotíferos, sin perjudicar de manera significativa en la sobrevivencia final, aunque es posible que tengan que consumir una mayor cantidad de organismos.

Se considera que las condiciones de prealimentación de los organismos, tienen influencia en la respuesta a las dietas, misma que se manifiesta en una permanencia mayor o menor del estadio. Para todos los bioensayos del presente trabajo, la influencia de la prealimentación, es probable haya sido similar, ya que la muda de las larvas se presentó con todas las dietas de manera sincrónica. Aunque se recomienda para trabajos posteriores llevar a cabo un acondicionamiento previo de los organismos a la dieta, o proveer una dieta estandar independiente a los alimentos a probar.

Las longitudes finales alcanzadas al cambio de estadio, en los bioensayos por etapas se encontraron también en los

intervalos antes mencionados (Rodriguez de la Cruz, 1981), pero con respecto del primer bioensayo (de protozoa II a postlarva I) fueron menores. La siembra de 100 larvas/l en estadios avanzados (Pz II, Pz III, M I, M II) pudo influir en el tamaño menor de las larvas. Normalmente en los estanques de producción comercial de la Unidad Experimental Peñasco (UEP) se siembran 100 larvas/l, pero éstas se encuentran en el estadio nauplio. Considerando la mortalidad que se presenta en el desarrollo a postlarva, la densidad inicial se reduce. A diferencia de lo realizado en los bioensayos por estadio donde se estuvo aumentando la densidad a medida que se sembraron los estadios más avanzados. Este efecto de densidad ha sido también señalado por Emerson y Andrews (1981) quienes trabajando con Fenaeus indicus encontraron que tanto el crecimiento como la sobrevivencia decrecieron a medida que aumentaron la densidad, pero no encontraron diferencias significativas. Willis et al. (1976), trabajaron con larvas de Macrobrachium rosenbergii y obtuvieron también mejores crecimientos a bajas densidades.

Como la sustitución de nauplios de Artemia no fue uno a uno (1:1) en número, se añadieron más rotíferos, generando con esto una probabilidad de encuentro de alimento mayor para las larvas, lo que posiblemente sea favorable en el aspecto nutricional (aunque sería conveniente conocer el límite

máximo de concentración de alimento que aceptan las larvas sin afectarse por sobredensidad).

Se considera que la fuente principal de mortalidad durante el primer bioensayo fue la manipulación a que fueron sometidos los organismos. Al momento de llevar a cabo los cambios de agua, las larvas eran succionadas contra el tamiz que se utilizó para ello, pudiendo de esta manera lastimar algunos apéndices, dejarlas en mal estado y restarles la posibilidad de seguirse desarrollando, para posteriormente morir. La mortalidad natural no pudo ser medida.

La efectividad de los tratamientos, evaluada tanto en sobrevivencia como en longitud, se considera suficientemente representativa para el caso de peneidos, ya que si la dieta no cubre las necesidades nutricias mínimas requeridas, el organismo en un principio no lleva a cabo la muda ó esta le toma mas tiempo y posteriormente si continúa la deficiencia, el organismo muere.

El haber obtenido el desarrollo de los organismos que sobrevivieron, en tiempos similares a los requeridos por las larvas, en los estanques de producción comercial de la Unidad Experimental Peñasco, además de no presentar diferencias significativas ( $P, 0.05\%$ ) con respecto de las dietas control utilizadas en cada caso, pone en evidencia que el rotífero Brachionus plicatilis sí puede ser una alternativa alimentaria a los nauplios de Artemia y que

combinándolos se obtienen mejores resultados.

Alternativa que resulta de menor costo si se efectúa una sustitución parcial ó total, ya que los rotíferos son organismos resistentes al manejo y pueden cultivarse hasta altas densidades, como lo señala Thailacker y McMaster (1971), Yuféra y Pascual (1980). Gilberto y Mazzola (1981), Fontaine y Revera (1980) hacen notar que para el cultivo masivo de rotíferos no se requiere infraestructura muy sofisticada. Además posee un alto valor nutricional que puede ser enriquecido (Gatesoupe y Robin, 1982). Otra ventaja que presenta Brachionus plicatilis es el de tener un tamaño que va de 123 um a 293 um el cual resulta ser intermedio entre la microalga Skeletonema costatum (5 um a 20 um ) y los nauplios de Artemia (350 um y 500 um) tamaño que es aceptado por la larva; permitiendo con ello cubrir mejor sus necesidades nutricias, ya que los rotíferos funcionan no solo como alimento, sino también como transportadores de la dieta vegetal a las fases superiores. Sería interesante realizar análisis bromatológicos de las larvas alimentadas con las diferentes dietas, ya que las diferencias físicas (tamaño) a corto plazo, tal vez no sean muy notables, pero químicamente sí existan y éstas tengan impacto en los estadios superiores.

Debido a la alta tasa de ingestión que poseen los rotíferos, es probable que funcionen como un control al crecimiento excesivo de las microalgas en los estanques de

producción, problema que ha sido señalado como crítico por Emmerson (1980), ya que cuando se observan estos crecimientos, se presentan mortalidades masivas de las larvas.

Los nauplios de Artemia no han podido ser eliminados por completo del ciclo alimentario del camarón azul, ya que se utilizan en las etapas de postlarva; pero el sustituir una parte de ellos en algunos de los estadios de la etapa larval, puede representar un ahorro sustancial en la producción comercial, repercutiendo en el costo final que adquiera la larva al salir al mercado.

## 5 CONCLUSION

Después de haber probado los rotíferos en dietas monoespecíficas como combinadas con nauplios de Artemia se concluye que:

1.- Brachionus plicatilis utilizado como alimento para larvas de camarón azul Penaeus stylirostris es tan eficiente como los nauplios de Artemia, en sobrevivencia por estadio y hasta postlarva, así como en el crecimiento.

2.- La sobrevivencia al estadio de protozoa III puede aumentarse si se incluye al rotífero Brachionus plicatilis a partir de protozoa II.

3.- Las dietas combinadas de rotíferos y nauplios de Artemia cubren mejor las necesidades nutricias que las dietas monoespecíficas de rotíferos ó nauplios de Artemia.

## 6 RECOMENDACIONES

Efectuar un análisis de costos para conocer si es económicamente factible la utilización de los rotíferos Brachionus plicatilis.

Utilizar los rotíferos Brachionus plicatilis como alimento en volúmenes mayores (estanques de incubación 3,000 l).

Realizar estudios sobre bioencapsulación, ya que son organismos que pudiesen funcionar como transportadores de complementos nutricios.

## 7 LITERATURA CITADA

- Almada-Ruiz, E.A. 1983. Morfología de las larvas nauplio y protozoa de camarón azul Penaeus stylirostris (Stimpson), obtenidas en el laboratorio. Tesis de Licenciatura, Univ. Aut. de Guad., Jal. Escuela de Biología.
- Beard, T.W., J.F. Wickins and D.R. Jinstrein. 1977. The Breeding and Growth of Penaeus merquiensis De Man in laboratory recirculation systems. *Aquaculture*, 10: 275-289.
- Castro-Aguirre, J.L. 1976. Memorias del Simposio sobre biología y dinámica poblacional de camarón. Guaymas, Son. 8-13, Agosto, 1976.
- Emmerson, W.D. 1980. Ingestion, growth and development of Penaeus indicus larvae as a function of Thalassiosira weissflogii cell concentration. *Mar. Biol.* 58: 65-73.
- Emmerson, W.D. and B. Andrews. 1981. The effect of stocking density on the growth and survival of Penaeus

- indicus milne Edwards larvae. *Aquaculture*, 23: 45-57.
- Emmerson, W.D. 1984. Predation and energetics of Penaeus indicus (Decapoda, penaeidae) larvae feeding on Brachionus plicatilis and Artemia nauplii. *Aquaculture*, 38: 201-209.
- Fontaine, C.T. and D.R. Revera. 1980. The mass culture of the rotifer Brachionus plicatilis for use as foodstuff in aquaculture. *Proc. World Mar. Soc.* 11: 211-218.
- García, S. y L. Le Reste. 1986. Ciclos vitales, dinámica, explotación y ordenación de las poblaciones de camarones peneidos costeros. FAO. Doc. Tec. Pesca, 203. 108 pp.
- Gatecoupe, F.J. and J.H. Robin. 1982. The dietary value for sea-bass larvae Dicentrarchus labrax of the rotifer Brachionus plicatilis fed with or without a laboratory cultured algae. *Aquaculture*, 27: 121-127.
- Gilberto, S.A. and M. Mazzola. 1981. Mass culture of Brachionus plicatilis with and integrated of

Tetraselmis suecica and Saccharomyces cerevisiae. J. Word Mar. Soc. 12(2): 61-62.

Gopalakrishnan, K. 1976. Larval rearing of red shrimp Penaeus marginatus (Crustacea). Aquaculture, 9: 145-154.

Hirata, H., M. Marconi., and A. Shinomiya. 1978. Rearing of praw Penaeus japonicus with reference to ecological succession. Mem. Fac. Kagoshima Univ. vol. 27(1): 295-303.

Holthuis, L.B. 1982. FAO species catalogue. Vol. 6 Shrimps and Prawns of the world. FAO. Fisheries Synop. no. 125, vol. 1.

Hunner, J.V. and E. Brown. 1985. Crustacean and Mollusk aquaculture in the United States. Avi. Publ. Co. Westport, Connecticut, 475 pp.

Jones, D.A., K. Kurmaly and A. Arshard. 1987. Penaeid Shrimp Hatchery Trial using Microcapsulated diets. Aquaculture. 64: 133-146.

Murrieta, X., L.R. Martinez y C. Villavicencio. 1982. Cultivo de camarón azul Penaeus stylirostris

en lagunas costeras. *Ciencia Int.* 22(1-2):  
38-43.

- Platon, R.R. 1978. Design, operation and economics of a small scale hatchery for the larval rearing of sugpo, *Penaeus monodon*. Aquaculture Extension Manual. no. 1. 29 p.
- Rodriguez de la Cruz, M.C. 1981. Descripción de los estadios larvales de *Penaeus stylirostris* (Stimpson) y sus diferencias con *Penaeus californiensis* (Holmes). *An. Esc. Nac. Cienc. Biol. Mex.* 25: 9-38.
- Snell, T. and K. Carrillo. 1984. Body size variation among strains of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Aquaculture*. 37: 359-367.
- Thailacker, G.H. and M.F. McMaster. 1971. Mass culture of the rotifer *Brachionus plicatilis* and its evaluation as a food for larval anchovies. *Mar. Biol.* 10: 183-188.
- Waterman, T.H. and F.A. Chace. 1960. General crustacean biology. In Waterman (Ed.) *The Physiology of Crustacea*. Vol. 1. Academic Press. N.Y. 23-26.

- Willis, S. A., R.W. Hagood and G.T. Eliason. 1976. Effect of four stocking densities and three diets on: growth and survival of postlarval Macrobrachium rosebergii and Macrobrachium acanthurus. In. J.W. Avault (Ed.) Proc. 7th. Annu. Workshop World Mar. Soc. Louisiana State Univ. Baton Rouge. 655-665.
- Yuféra, M.E. y E. Pascual. 1980. Estudio del rendimiento del cultivo del rotífero Brachionus plicatilis (Muller) alimentados con levadura de panificación. Inv. Pesq. 44(2): 321-368.
- Yuféra, M.E. y E. Pascual. 1984. La producción de organismos zooplanctónicos para la alimentación larvaria en acuicultura marina. Inv. Pesq. Barcelona. no. 119, 27 pp.
- Yuféra, M., A. Rodríguez and L.M. Lubian. 1984. Zooplankton ingestion and feeding behavior of Penaeus kerathurus larvae reared in the laboratory. Aquaculture. 42: 217-224.
- Zar, J.H. 1984. Bioestadistical Analysis. Prentice-Hall. 2nd. Ed. Eng. Cliff. N.J. 718 p.