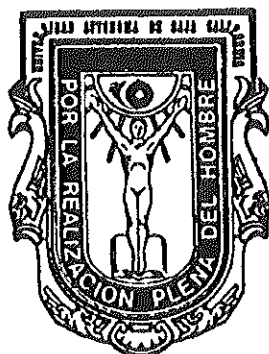


**Universidad Autónoma
de Baja California**
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

**EFFECTO DE LA VARIACION NUTRICIONAL SOBRE EL
CRECIMIENTO EN ESTADIOS LARVALES Y JUVENILES DEL
CAMARON BLANCO Penaeus vannamei.**



TESIS

**Que para obtener el grado de
Maestro en Ciencias
presenta**

ABRAHAM BENJAMIN SALAZAR GODOY

ENSENADA, B.C. SEPTIEMBRE DE 1994

RESUMEN

Se realizaron dos ensayos nutricionales utilizando larvas y juveniles de Penaeus vannamei, en el primero de ellos se comparó la sobrevivencia y crecimiento de las larvas alimentadas con una dieta tradicional de alimento vivo contra un regimen alimenticio a base de microencapsulas a partir del estadio Protozoa II, se utilizaron 8 tanques con 8000 larvas a una densidad de 100 larvas/l asignándose cuatro tanques para cada tratamiento, al cabo de 16 días de cultivo, la sobrevivencia media a Postlarva 5 fue de 27% y 12% para los organismos sujetos a alimentación viva y microencapsulados respectivamente, no se presentaron diferencias en el tiempo para alcanzar el estadio de Postlarva entre tratamientos, pero existieron diferencias significativas (95%) entre los registros de longitud final, siendo mayores las postlarvas nutridas con alimento vivo, tales diferencias fueron constatadas de manera gráfica al aplicar el modelo de von Bertalanffy a los datos de longitud larval, por lo que se concluye que el alimento vivo fue más eficiente en términos de sobrevivencia y crecimiento bajo las condiciones experimentales descritas en esta investigación.

El ensayo de juveniles compara la eficiencia en crecimiento resultante al administrar 3 niveles de carbohidratos (almidón de maíz) 18, 27 y 36% en dietas isolipídicas e isoproteicas probadas en 6 tanques con 40 organismos (32 org./m²) con un peso inicial medio de 3.15 g que fueron engordados por espacio de 45 días, al final de los cuales se detectó un crecimiento significativamente (95%) mayor en peso y longitud para los juveniles alimentados con 36% de carbohidratos, estas características se presentaron en orden descendente al disminuir el porcentaje de inclusión de almidón a 27 y 18% por lo que se sugiere la existencia de una relación directa entre el crecimiento y la cantidad de almidón en las dietas estudiadas.

"EFECTO DE LA VARIACION NUTRICIONAL SOBRE EL CRECIMIENTO
EN ESTADIOS LARVALES Y JUVENILES DEL CAMARON BLANCO
Penaeus vannamei."

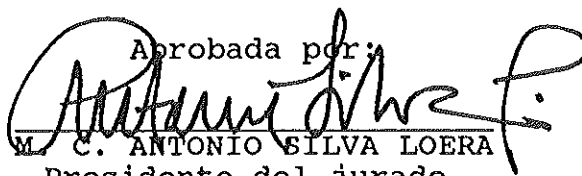
T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:

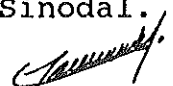
ABRAHAM BENJAMIN SALAZAR GODOY.

Aprobada por:




M. C. ANTONIO SILVA LOERA
Presidente del jurado.

Sinodal.



M.C. Guillermo Torres Moye.

Sinodal



M.C. Edgardo Best Guzmán.

DEDICATORIA:

Con gratitud y reverencia a mi Dios "El que abre camino en el mar y senda en las aguas impetuosas". Is. 43:16

A mis padres con respeto, admiración y profundo agradecimiento.

A Carmen por su compañía, apoyo, paciencia y colaboración durante la realización de este trabajo.

A mi hija Gracia Lucía por prestarme de su tiempo para concluir este proyecto.

LISTA DE TABLAS

| | | |
|-------|--|----|
| TABLA | I. Secuencia de alimentación con alimento vivo tanques 1-4. | 11 |
| TABLA | II. Secuencia de alimentación con alimento vivo y microencapsulado tanques 5-8. | 13 |
| TABLA | III. Composición de la dietas experimentales. . . . | 17 |
| TABLA | IV. Contenido de la mezcla de vitaminas (vitamix) en las dietas. | 19 |
| TABLA | V. Datos del contenido nutricional de las harinas usadas en la elaboración del alimento peletizado. | 19 |
| TABLA | VI. Número inicial, final y porcentaje de sobrevivencia de larvas de <u>Penaeus vannamei</u> obtenidas en el ensayo de dos tipos de alimentación larval. | 24 |
| TABLA | VII. Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final obtenidos en los ocho tanques de cultivo larval. | 33 |
| TABLA | VIII. Valores de "t" obtenidos de la comparación de las longitudes larvales medias de <u>P. vannamei</u> , al ensayar dos tipos de alimento con 4 réplicas cada uno. | 33 |
| TABLA | IX. Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final obtenidos en los tanques 1-4 correspondientes al tratamiento de alimento vivo. | 33 |

| | | | |
|-------|-------|---|----|
| TABLA | X. | Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final obtenidos en los tanques 1-3 correspondientes al tratamiento de alimento vivo. | 34 |
| TABLA | XI. | Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final obtenidos en los tanques 5-8 correspondientes al tratamiento de alimento microencapsulado. | 34 |
| TABLA | XII. | Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final obtenidos en los tanques 5, 6 y 8 correspondientes al tratamiento de alimento microencapsulado. | 34 |
| TABLA | XIII. | Valores de "t" para las comparaciones de longitud final media (mm) entre tratamientos de alimentación larval de <u>Penaeus vannamei</u> . . . | 36 |
| TABLA | XIV. | Valores de los parámetros estimados para el modelo de von Bertalanffy a partir de las longitudes finales (mm) de las larvas de <u>Penaeus vannamei</u> en 8 tanques de cultivo y de la agrupación de datos por tratamiento. . . . | 36 |
| TABLA | XV. | Análisis bromatológico y calorimétrico de las dietas usadas en el experimento de diferentes niveles de carbohidratos en juveniles de <u>P. vannamei</u> | 40 |
| TABLA | XVI. | Datos generales del experimento en juveniles de <u>P. vannamei</u> sometidos a tres regímenes de alimentación C18, C27 y C36 durante 45 días. . . | 41 |

- TABLA XVII. Análisis de varianza practicado a los datos de peso final (g) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36%. 42
- TABLA XVIII. Valores de "t" de la comparación de medias de peso final (g) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36%. 42
- TABLA XIX. Análisis de varianza practicado a los datos de peso final (g) agrupados por tratamiento experimental 18%, 27% y 36% de carbohidratos en dietas ensayadas en juveniles de P. vannamei. 43
- TABLA XX. Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final (cm) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36%. 44
- TABLA XXI. Valores de "t" de la comparación de medias de longitud final (cm) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36%. 44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. Arreglo de los tanques de cultivo larval de Penaeus vannamei. 10

FIGURA 2. Arreglo de los tanques utilizados en el ensayo nutricional de juveniles de Penaeus vannamei. . 21

FIGURA 3. Estadios larvales alcanzados por P. vannamei alimentado con alimento vivo en el tanque 1. . . 25

FIGURA 4. Estadios larvales alcanzados por P. vannamei alimentado con alimento vivo en el tanque 2. . . 25

FIGURA 5. Estadios larvales alcanzados por P. vannamei alimentado con alimento vivo en el tanque 3. . . 26

FIGURA 6. Estadios larvales alcanzados por P. vannamei alimentado con alimento vivo en el tanque 4. . . 26

FIGURA 7. Estadios larvales alcanzados por Penaeus vannamei alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 5. 27

FIGURA 8. Estadios larvales alcanzados por Penaeus vannamei alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 6. 27

FIGURA 9. Estadios larvales alcanzados por Penaeus vannamei alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 7. 28

FIGURA 10. Estadios larvales alcanzados por Penaeus vannamei alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 8. 28

- FIGURA 11. Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de P. vannamei en los tanques donde se suministró alimento vivo. . . . 30
- FIGURA 12. Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de P. vannamei en los tanques donde se suministró alimento microencapsulado. 30
- FIGURA 13. Curvas de crecimiento larval de P. vannamei calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los tanques de cultivo suministrados con alimento vivo. 37
- FIGURA 14. Curvas de crecimiento larval de P. vannamei calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los tanques de cultivo suministrados con alimento microencapsulado. . . 38
- FIGURA 15. Curvas de crecimiento larval de P. vannamei calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, para los diferentes arreglos de agrupación de datos (tanques 1-4 suministrados con alimento vivo y tanques 5 al 8 suministrados con microencapsulados. 39
- FIGURA 16. Supervivencia de P. vannamei en el ensayo nutricional practicado en juveniles bajo tres regímenes de alimentación diferentes. 41

| | |
|---|----|
| FIGURA 17. Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de <u>P. vannamei</u> | 64 |
| FIGURA 18. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 1. | 65 |
| FIGURA 19. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 2. | 65 |
| FIGURA 20. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 3. | 66 |
| FIGURA 21. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 4. | 66 |
| FIGURA 22. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 5. | 67 |
| FIGURA 23. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 6. | 67 |
| FIGURA 24. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 7. | 68 |
| FIGURA 25. Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 8. | 68 |

INTRODUCCION

El cultivo de peneidos ha sido una actividad de gran desarrollo y expansión desde sus inicios en Japón por el investigador Hudinaga (1942). En la actualidad el cultivo de camarones se ha extendido a diferentes partes del mundo, generalmente introduciendo la biotecnología japonesa que posteriormente se ha adecuado a especies endémicas de las diferentes zonas de cultivo.

Algunos de los principales problemas a los que se ha enfrentado el desarrollo de los cultivos hasta escala comercial son: las enfermedades, la calidad y el costo del alimento; y en el caso de algunos peneidos, casi la mitad de las causas de enfermedades parecen ser consecuencia directa o indirecta de deficiencias nutricionales en las dietas (Kanazawa, 1981).

Los camarones, al igual que la mayoría de los organismos requieren proteínas, lípidos, carbohidratos, minerales y vitaminas, y la ausencia de cualquiera de éstos como nutriente, repercute en crecimientos lentos o altas mortalidades durante su cultivo (Kanazawa, 1981).

Algunas de las limitantes en el cultivo de peneidos en México son: la baja producción de larvas a nivel laboratorio

que actualmente es insuficiente para las áreas proyectadas de cultivo, y los altos costos del alimento preparado para el desarrollo de los camarones hasta una talla comercial.

Uno de los factores más importantes en la producción de larvas de camarón es un eficiente manejo de la calidad del alimento en etapas larvales. El cultivo de larvas se inicia con la colecta de hembras grávidas o mediante procesos de inducción a la maduración de organismos reproductores seleccionados. Las hembras maduras con espermatóforo se separan y desovan generalmente durante la noche, los huevos tardan de 12 a 15 horas en eclosionar (Juárez, 1983) en agua filtrada y con aireación. La primera etapa larval "Nauplio" no se alimenta, pero al pasar a la etapa "Protozoa" deberá ser alimentada con algas planctónicas y/o levadura comercial en su última etapa larval "Mysis" las larvas generalmente son alimentadas con nauplios de Artemia (Heinen, 1976).

La utilización de alimento vivo en los estadios larvales del desarrollo de los camarones requiere de cultivos simultáneos o escalonados entre alimento y larvas de peneidos, lo cual complica el control de las operaciones y requiere del empleo de personal altamente capacitado o especializado. Como respuesta a esto se han intentado algunas modificaciones para simplificar o reducir el trabajo de cultivos simultáneos. Algunas alternativas son: el uso de

alimento algal congelado propuesto por Griffith et al. (1973) o la utilización de nauplios de Artemia congelados previamente, procedimiento ensayado por Mock et al., (1980), quienes encontraron una buena aceptación de alimento congelado hasta la etapa larval de Mysis II, posterior a esta, recomiendan el uso de Artemia viva.

Otra tendencia de simplificación o tecnificación del manejo de alimento en etapas larvarias la constituye el alimento a base de dietas artificiales especializadas a los requerimientos larvales, opción que no había sido muy exitosa hasta el desarrollo de los alimentos microencapsulados, que protegen el alimento, retardando su disolución y evitando contaminación bacterial (Jones et al., 1987).

Los trabajos iniciales de microencapsulado utilizaban un recubrimiento de nylon-proteína lo cual resultó funcional solo a nivel laboratorio ya que el recubrimiento no resistía la deshidratación de las dietas para su almacenamiento. Actualmente ha sido posible obtener recubrimientos proteicos resistentes a la deshidratación y varios productores de alimento han lanzado sus productos al mercado como microcapsulas para etapas larvales de 5-150 μm de diámetro, como sustituto de los alimentos vivos de algas y Artemia (Jones et al., 1987).

de carbohidratos, así como el orden jerárquico de los demás ensayados difieren en concordancia a los planteamientos experimentales y especies estudiadas por cada uno de ellos. Sin embargo, todos coinciden en el hecho de que los polisacáridos proporcionan un mayor beneficio nutricional en términos de sobrevivencia y crecimiento.

La Universidad Autónoma de Baja California, dentro de su programa de investigación "Delta Camarón", ha realizado estudios de Peneidos en varias etapas de desarrollo, y al ser uno de los puntos más importantes del cultivo de crustáceos la nutrición, por sus repercusiones en la sobrevivencia de los organismos y por ende en el éxito de la adecuación de las biotecnologías existentes a la situación de cultivo de peneidos en Baja California, el presente trabajo intenta apoyar en la búsqueda de la biotecnología más eficiente en la nutrición de larvas y juveniles de Penaeus vannamei bajo los siguientes objetivos fundamentales:

OBJETIVOS:

1.- Evaluar en términos de sobrevivencia y crecimiento, la eficiencia del alimento vivo tradicional respecto a un alimento microencapsulado al ser suministrados durante el desarrollo larval de Penaeus vannamei.

MATERIALES Y METODOS

EXPERIMENTO EN ESTADIOS LARVALES:

El 23 de mayo de 1991, se obtuvieron nauplios de Penaeus vannamei de la Cooperativa Acuacultores del Pacífico, los cuales fueron trasladados vía aérea desde la ciudad de La Paz, B.C.S. hasta la ciudad de Tijuana B. C. y posteriormente por medios terrestres al laboratorio de acuicultura del Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada, B. C. , para su transporte las larvas fueron colocadas en una bolsa plástica conteniendo 8 l de agua de mar sobresaturada de O₂, con una salinidad de 36 ‰ y 22.5 °C de temperatura dentro de un recipiente de material termoconservador.

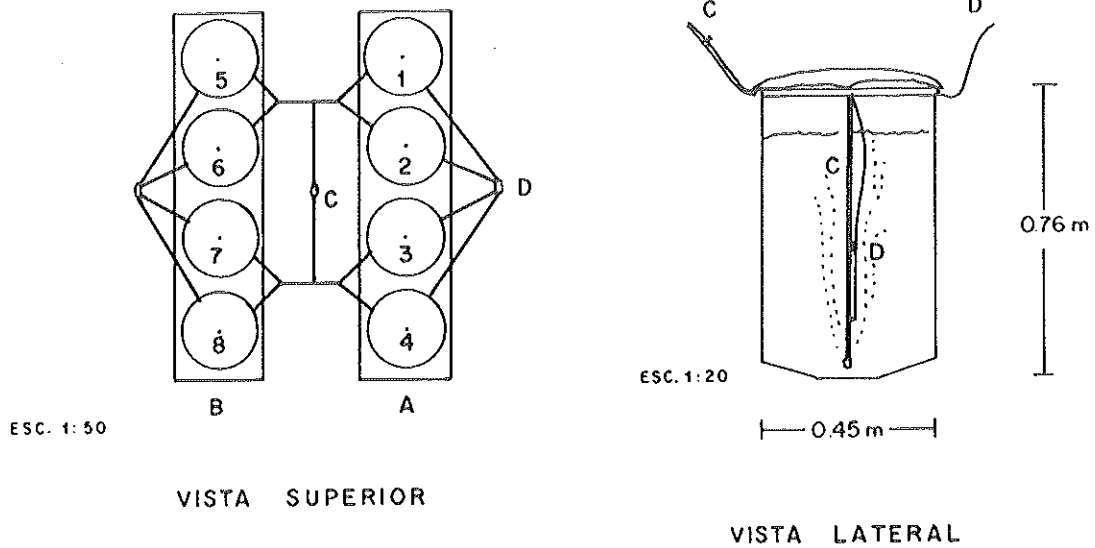
Al recibirse los organismos en las instalaciones del laboratorio se procedió a su acondicionamiento termal elevando la temperatura de las larvas a razón de 1 °C/h, proporcionando medios de aireación continua, se evaluó el número de larvas totales por métodos volumétricos, el estado fisiológico (grado de actividad, respuesta a la luz y características morfológicas) y el estadio en que se encontraban, una vez hecho esto se separaron lotes de 8000 larvas para trasladarlas a los tanques de cultivo

experimental a una densidad de 100 larvas por litro, teniendo éstos las siguientes características iniciales: 28 °C de temperatura, 35‰ de salinidad, 6.2 mg O₂/l y pH de 8.2.

Se colocaron las larvas en 8 tanques de cultivo larvario (Fig. 1) de fondo cónico de 115 l de capacidad con 80 l de agua de mar previamente sedimentada, filtrada a través de un filtro rápido de arena ("Triton") y un filtro de carbón activado ("Aquanetics Systems Inc."), pasada a un tanque de saturación de O₂ antes de elevar su temperatura a (28 °C) por medio de una caldera diesel. Posterior a esto, se pasó a través de filtros de cartucho de 10, 5 y 1 µm y finalmente fué radiada con luz ultravioleta. Se aplicó este mismo tratamiento para el agua utilizada durante todo el experimento larvario.

Los tanques de cultivo se encontraban provistos de un calentador de ballesta de 300 watts, y una piedra de aireación en su centro, generando una circulación que favoreció la homogenización de la temperatura y el alimento dentro de los tanques.

Una vez iniciado el experimento se procedió a alimentar las larvas a partir del día 2 de cultivo siguiendo las recomendaciones de alimentación y recambio de agua propuestas por el Centre Océanologique du Pacifique Aquacop (Mc Vey, 1983) y reproducidas en la tabla I.



- 1 - 8 NUMERO DE TANQUES
- A TANQUES ALIMENTADOS CON ALIMENTO VIVO
- B TANQUES ALIMENTADOS CON MICROENCAPSULADOS
- C INSTALACION DE AIRE
- D CALENTADORES SUMERGIBLES

FIG. 1 = ARREGLO DE LOS TANQUES DE CULTIVO LARVAL
DE Penaeus vannamei.

TABLA I.- SECUENCIA DE ALIMENTACION CON ALIMENTO VIVO TANQUES 1-4
(tomado y modificado de Mc Vey, 1983).

| Día | Estadio | ALIMENTO | | | Cambios de agua por día |
|-----|---------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| | | Isochysis (cel/ml) | Chaetoceros (cel/ml) | Artemia (nauplios/ml) | |
| D0 | H,N | | | | No |
| D1 | N | | | | No |
| D2 | N-Z1 | 50000 | | | No |
| D3 | Z1 | 80000 | 20000 | | No |
| D4 | Z1-Z2 | 80000 | 20000 | | No |
| D5 | Z2 | 50000 | 50000 | | No |
| D6 | Z3 | 50000 | 50000 | | No |
| D7 | Z3-M1 | | 80000 | | Total |
| D8 | M1 | | 50000 | 0.2 | 1/2 |
| D9 | M2 | | 50000 | 0.2 | 2/3 |
| D10 | M3 | | 30000 | 0.5 | 2/3 |
| D11 | M3-PL1 | | 30000 | 1 | 2/3 |
| D12 | PL1 | | | 1 | 2/3 |
| D13 | PL2 | | | 2 | 2/3 |
| D14 | PL3 | | | 5 | 2/3 |
| D15 | PL4 | | | 6 | 2/3 |
| D16 | PL5 | Cosecha de postlarvas | | | Total |

- H Representa huevecillos de camarón
 N Representa los estadios de nauplio
 Z1-Z3 Representa los estadios de protozoa
 M1-M3 Representa los estadios de mysis
 PL1-PL5 Representa la edad en días de las postlarvas

Los cultivos de microalgas fueron realizados en las instalaciones del laboratorio de microalgas del IIO, manteniéndose cultivos a nivel erlenmeyer (250 ml) Fernbach (2 l), garrafón (20 l) y tanques circulares (500 l) a una temperatura de 18 °C a 20 °C utilizándose medio de cultivo f/2 de Guillard (1975) e intensidad de luz blanca aproximada de 4000 lux.

Se cosecharon las microalgas a nivel garrafón y tanque durante los días 3-4 de cultivo para Isochrysis tahitiana y los días de cultivo 4-5 para Chaetoceros gracilis para asegurar el mejor estado fisiológico del alimento vivo al ser este cosechado en la fase exponencial de su desarrollo poblacional.

Para obtener los nauplios de Artemia necesarios se utilizaron quistes de la marca San Francisco Bay Brand* los cuales fueron descapsulados según la metodología propuesta por Sorgeloos et al. (1983) obteniéndose un porcentaje de eclosión de aproximadamente 68% .

A partir del día 5 de cultivo se inició la alimentación con microencapsulados para las larvas en los tanques 5, 6, 7 y 8 graduándose el tamaño de partícula de acuerdo a la etapa larval y siguiendo el regimen de alimentación y recambios de agua descritos en la tabla II.

*El uso del nombre comercial no implica nexo con la compañía.

TABLA II.- SECUENCIA DE ALIMENTACION CON ALIMENTO VIVO Y MICROENCAPSULADO
TANQUES 5-8

| Día | Estadio | ALIMENTO VIVO | | MICROENCAPSULADO | | Cambios de agua por día |
|-----|---------|-----------------------|----------------------|---------------------|------|-------------------------|
| | | Isochysis (cel/ml) | Chaetoceros (cel/ml) | Encapsulon (gr/día) | | |
| D0 | H,N | | | | | No |
| D1 | N | | | | | No |
| D2 | N-Z1 | 50000 | | | | No |
| D3 | Z1 | 80000 | 20000 | | | No |
| D4 | Z1-Z2 | 80000 | 20000 | | | No |
| D5 | Z2 | 50000 | 50000 | Grado I | 0.80 | No |
| D6 | Z3 | | | 50-150 µm | 1.00 | No |
| D7 | Z3-M1 | | | | 1.00 | Total |
| D8 | M1 | | | Grado II | 1.20 | 1/2 |
| D9 | M2 | | | 150-250 µm | 1.20 | 2/3 |
| D10 | M3 | | | | 1.50 | 2/3 |
| D11 | M3-PL1 | | | | 1.50 | 2/3 |
| D12 | PL1 | | | Grado III | 1.80 | 2/3 |
| D13 | PL2 | | | 250-450 µm | 2.00 | 2/3 |
| D14 | PL3 | | | | 2.00 | 2/3 |
| D15 | PL4 | | | | 2.20 | 2/3 |
| D16 | PL5 | Cosecha de Postlarvas | | | | Total |

H Representa huevecillos de camarón
 N Representa los estadios de nauplio
 Z1-Z3 Representa los estadios de protozoa
 M1-M3 Representa los estadios de mysis
 PL1-PL5 Representa la edad en días de las postlarvas

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

donde: k = Coeficiente de crecimiento.
 L_{∞} = Crecimiento máximo (asintótico)
 t = Tiempo
(Tomado de Schreck y Moyle, 1990)

EXPERIMENTO EN JUVENILES:

Se obtuvo un lote de postlarvas de Penaeus vannamei procedente de la Cooperativa de Acuacultores del Pacífico las cuales fueron colocadas en un estanque de concreto el día 8 de agosto de 1991 y se cosecharon 80 días después, para su uso experimental con un peso promedio de 3.1456 ± 0.758 g. Durante esta fase de engorda los organismos fueron alimentados con la dieta de mantenimiento (Dieta M) descrita en la tabla III.

En el transcurso del periodo de engorda de los animales se elaboraron las dietas experimentales a partir de los componentes descritos en la tabla III, éstas fueron nombradas como dietas C18, C27 y C36 correspondiendo sus números al porcentaje de inclusión de carbohidratos en cada una de ellas, utilizándose como fuente principal de éstos el almidón de maíz. Estos alimentos preparados guardan una proporción aproximada entre lípidos:carbohidratos de 1:2, 1:3 y 1:4 y entre proteína:carbohidratos de 1:0.5, 1:0.75 y 1:1 respectivamente.

Para el enriquecimiento de las dietas se usó el vitamix propuesto por Colvin y Brand (1977) que ha sido reproducido en la tabla IV. Como mezcla de minerales se agregó Fosfato dibásico de calcio y Fosfato de calcio en proporción 1:1. La harina de pescado fué obtenida a partir de atún, y la harina de soya fué tratada con agua caliente para eliminar el inhibidor de la tripsina y desnaturalizar las proteínas haciéndolas más digeribles. La tabla V detalla algunas características de las harinas principales utilizadas en la elaboración de los dietas.

El procedimiento de la elaboración de los alimentos se describe a continuación: primeramente se tamizaron los componentes a través de una malla de 500 μm , se incorporaron los elementos sólidos en un recipiente agregando posteriormente la harina de soya en suspensión así como los otros líquidos (Solubles de pescado, aceite de pescado, vitamina E y etoxiquina). La mezcla del material se hizo pasar a través de un extrusor con aberturas de 3 mm y el material compactado fué transferido a charolas para ser secado en un horno por 24 h a una temperatura aproximada de 40 °C, una vez hecho esto el material se desquebrajó hasta obtener los tamaños apropiados para los animales en la etapa de engorda y posteriormente para los experimentos en el laboratorio.

TABLA IV .-CONTENIDO DE LA MEZCLA DE VITAMINAS (VITAMIX) EN LAS DIETAS calculado con los datos de Colvin y Brand (1977).

| Ingredientes | Cantidad gr. * |
|-------------------------|-------------------|
| Vitamina A | 0.66225 |
| Vitamina D3 | 0.00826 |
| Vitamina E | 2.2 |
| Vitamina K | 0.44 |
| Tiamina | 0.44 |
| Riboflavina | 1.3 |
| Niacina | 8.8 |
| Piridoxina | 0.44 |
| Ac. Pantotenoico | 4.4 |
| Ac. Fólico | 0.0005 |
| Vitamina B12 | 0.00835 |
| Biotina | 0.0055 |
| Ac. Ascórbico | 200 |
| Carboximetilcelulosa ** | 281.3 |

* Cantidad necesaria para preparar 50 Kg. de la dieta.

** Excipiente obtenido de la marca Sigma Chemical Corp.

Todos los demás ingredientes fueron obtenidos de la marca Spectrum Chemical Corp.

TABLA V .- DATOS DEL CONTENIDO NUTRICIONAL DE LAS HARINAS USADAS EN LA ELABORACION DEL ALIMENTO PELETIZADO.

| INGREDIENTE | PORCENTAJE EN BASE SECA | | | | |
|-----------------|-------------------------|---------|---------------|--------|-------|
| | PROTEINAS | LIPIDOS | CARBOHIDRATOS | CENIZA | FIBRA |
| HARINA DE SOYA | 34.52 | 11.32 | 44.60 | 5.36 | 4.21 |
| HARINA DE ATUN | 68.10 | 12.03 | 0.69 | 19.18 | |
| HARINA DE TRIGO | 14.00 | 2.00 | 79.50 | 3.00 | 1.50 |

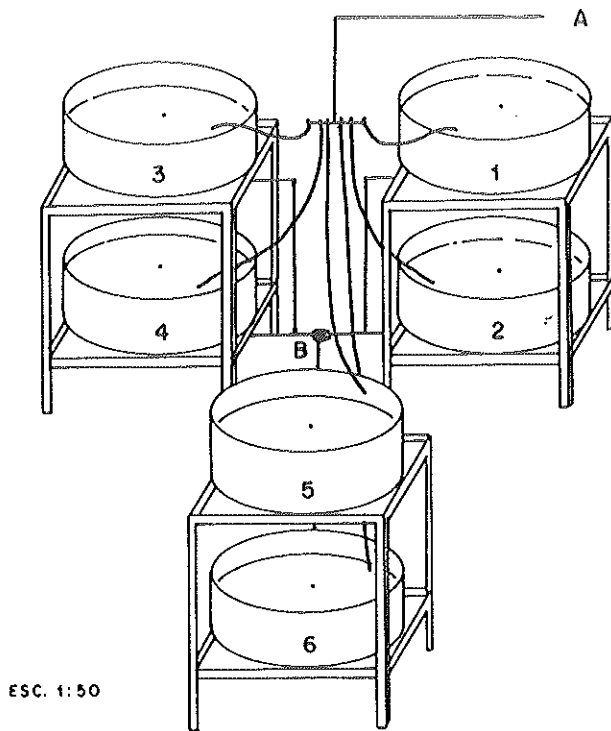
Se llevaron a cabo los análisis bromatológicos y calorimétricos por triplicado para cada una de las dietas utilizándose los procedimientos enlistados a continuación:

La humedad se obtuvo por el método de A.O.A.C. (1984), sometiendo las muestras a 105 °C por espacio de 4 h. Las cenizas se determinaron por calcinación en mufla a 550 °C durante 12 h (Larsen, 1978).

Los lípidos se extrajeron con éter de petróleo mediante un extractor Soxhlet, por un período de 8 horas según Larsen (1978). Las proteínas fueron evaluadas por el método micro-Kjeldahl (A.O.A.C., 1984). Los carbohidratos fueron calculados por diferencia (Egan et al., 1987).

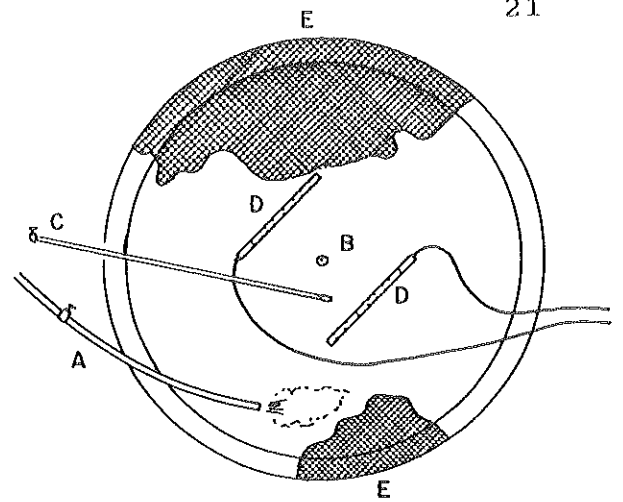
Para la determinación del contenido calórico de las dietas se utilizó una bomba calorimétrica, modelo Parr 1425, siguiendo la metodología descrita por Parr (1958).

Para el experimento de juveniles de Penaeus vannamei se prepararon 6 tanques circulares de 1.26 m de diámetro y 40 cm de profundidad, con desagüe en la parte central que permitió mantener una columna de agua de 28 cm, correspondiendo a un volumen aproximado de 350 l (fig. 2) el cual se cambió a razón de 2.06 veces al día mediante un flujo continuo de 0.5 l/min. de agua de mar calentada a 28 °C. El tratamiento de



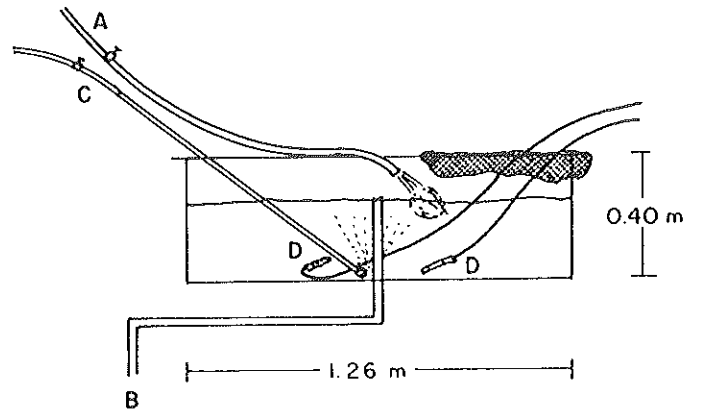
ESC. 1:50

- 1-6 NUMERO DE TANQUES
 A ENTRADA DE AGUA
 B DESAGUE
 C INSTALACION DE AIRE
 D CALENTADORES SUMERGIBLES
 E RED PROTECTORA



ESC. 1:25

VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL

FIG. 2 - ARREGLO DE LOS TANQUES UTILIZADOS EN EL ENSAYO NUTRICIONAL DE JUVENILES DE Peneus vannamei.

al estanque de engorda para ser utilizados en experimentos posteriores.

Durante los 45 días en que se llevó a cabo el experimento los juveniles de Penaeus vannamei fueron alimentados 3 veces al día, repartiendo en 3 porciones el alimento correspondiente al 5% de la biomasa de cada uno de los estanques, se registró: salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y pH durante el experimento. El exceso de alimento y heces fecales se retiraron diariamente así como las mudas y organismos muertos encontrados en los estanques.

Se contabilizaron los organismos cada 15 días, utilizándose estos datos y el peso de los organismos muertos para ajustar la alimentación con esta misma frecuencia, al término de 45 días se cosecharon los camarones obteniéndose el peso y longitud final de cada uno de los organismos para su posterior tratamiento estadístico.

La prueba de Kolmogorov-Smirov fué utilizada para evaluar el comportamiento de la distribución de frecuencias de los datos finales, se les aplicó un análisis de varianza para ver si existían diferencias entre los datos registrados para cada uno de los tanques y posteriormente se aplicaron pruebas "t" de student para analizar el origen de las diferencias observadas.

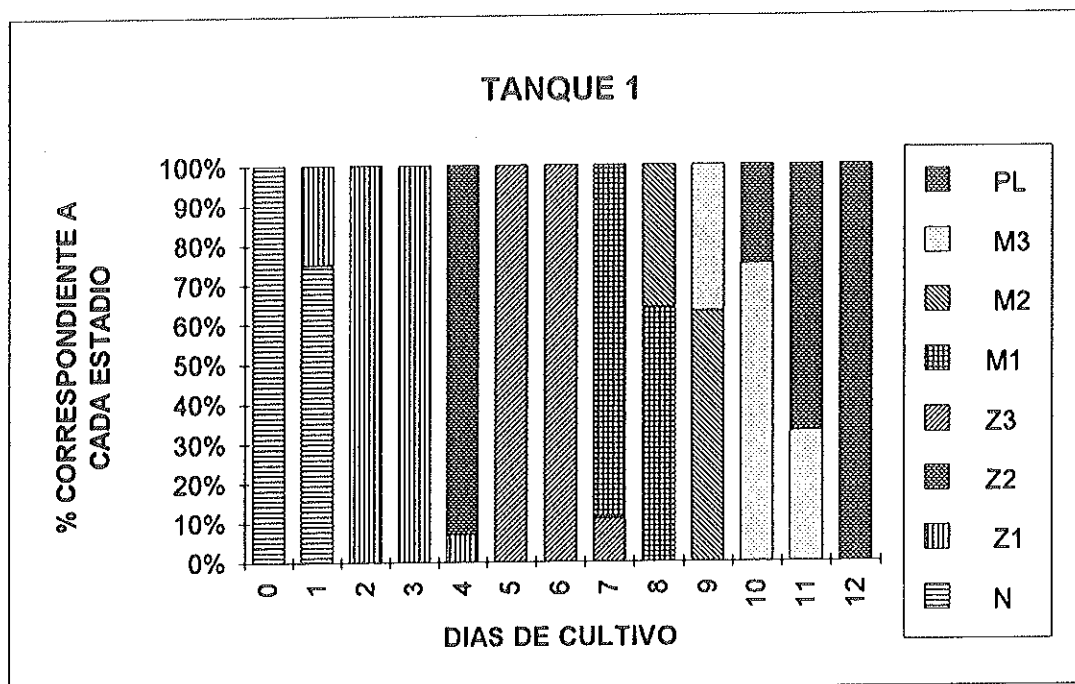


FIGURA 3.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento vivo en el tanque 1.

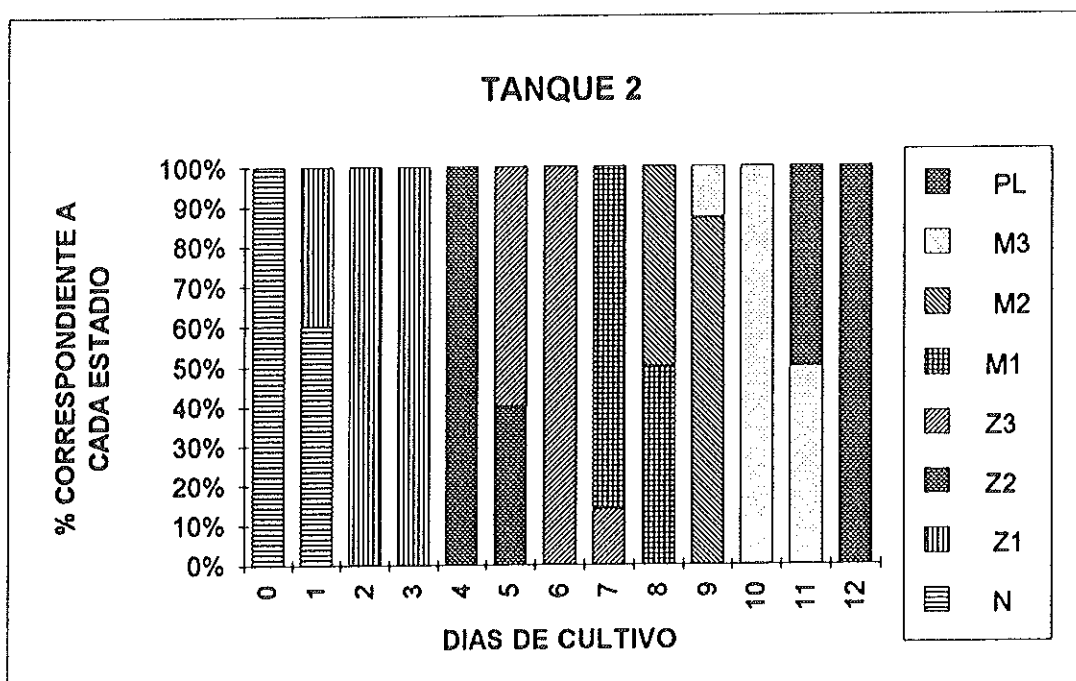


FIGURA 4.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento vivo en el tanque 2.

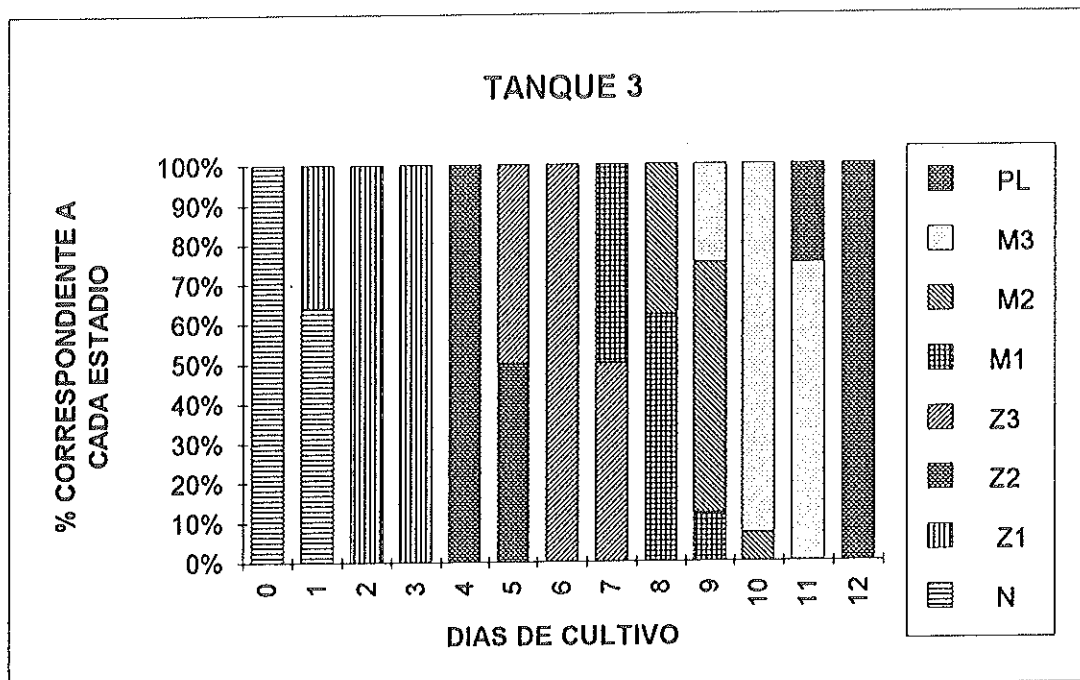


FIGURA 5.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento vivo en el tanque 3.

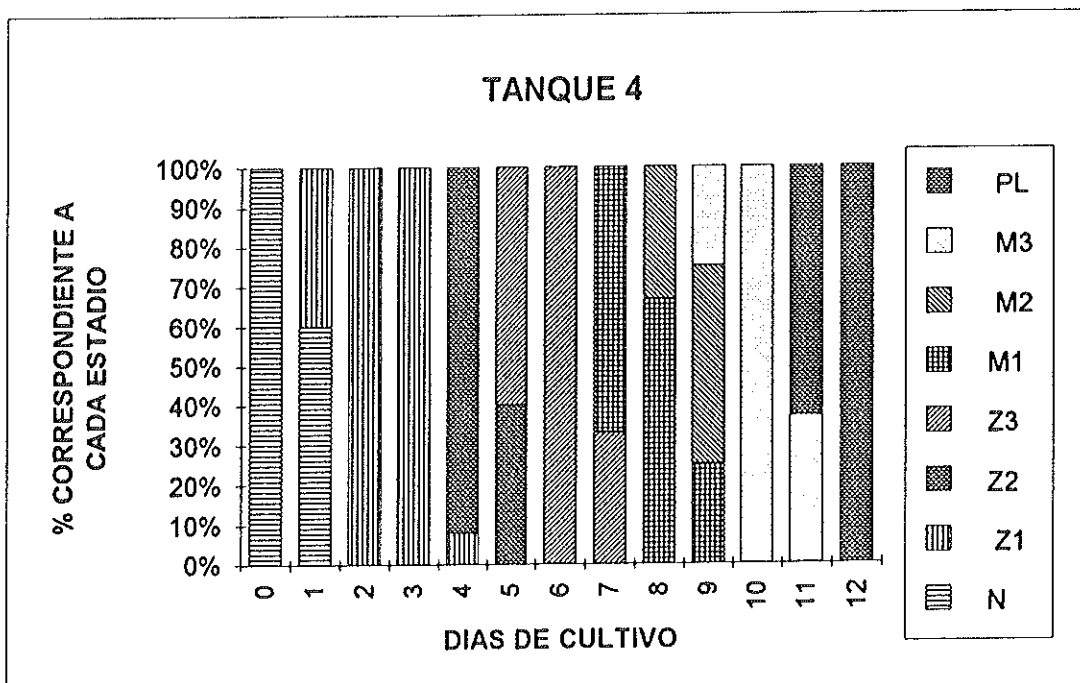


FIGURA 6.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento vivo en el tanque 4.

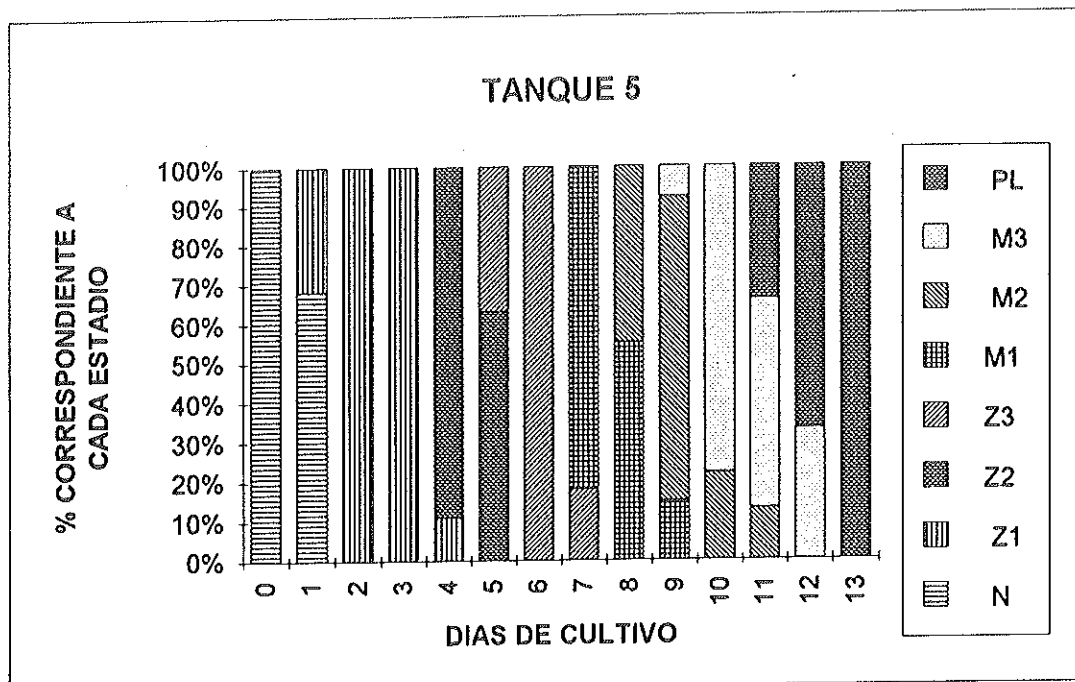


FIGURA 7.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 5.

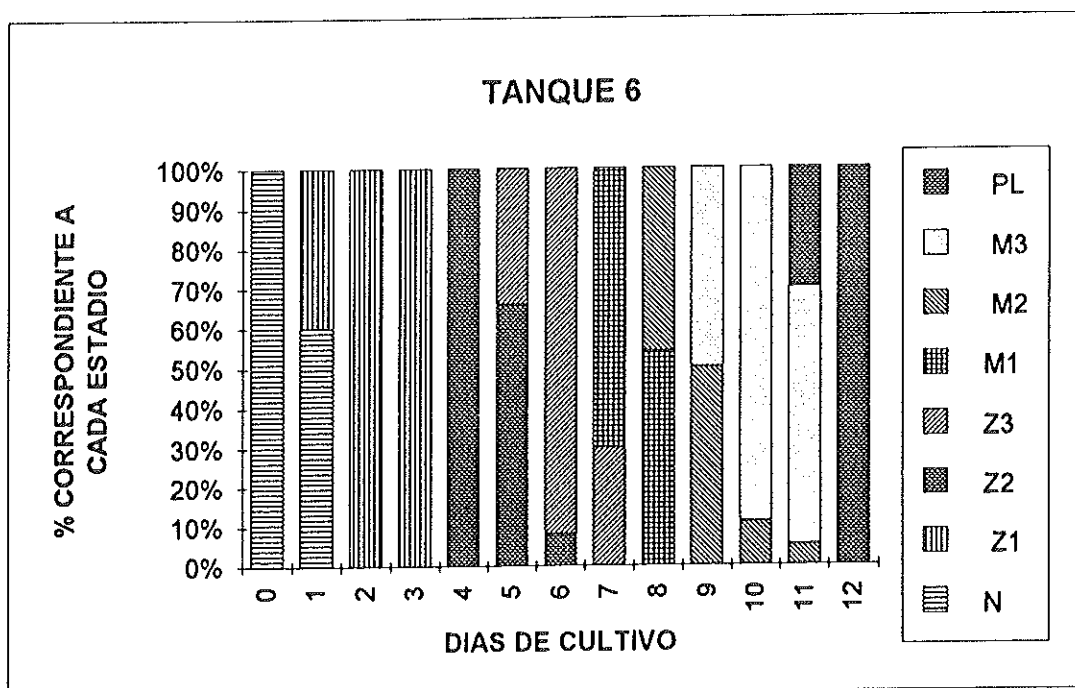


FIGURA 8.- Estadios larvales alcanzados por *Penaeus vannamei* alimentado con alimento microencapsulado en el tanque 6.

Las figuras 11 y 12 muestran los valores de longitud media registrada para los organismos cultivados en los 8 tanques durante los 16 días de cultivo larvario. Al término del ensayo nutricional en larvas de Penaeus vannamei se obtuvo un mayor crecimiento (5.4004 ± 0.1013 mm) en los organismos alimentados con cultivos de microalgas y Artemia en comparación con aquellos alimentados a base de microcápsulas (4.9223 ± 0.1479 mm excluyendo el tanque 7).

El valor mayor de longitud final en las larvas se presentó en el tanque 4 con 5.7239 mm, bajo el régimen de alimentación a base de cultivos simultaneos y el menor valor de longitud final se observó en el tanque 7, donde fué administrado el alimento microencapsulado siendo esta de 4.3155 mm.

Debe aclararse que en la mayoría de las comparaciones no se tomó en cuenta la información obtenida del tanque 7 despues del día 11 de cultivo, ya que se observó la presencia de necrosis en las larvas, además de material orgánico en descomposición, que provocó una coloración blanquesina en el agua del tanque y colaboró a la alta mortalidad registrada en dicho tanque de cultivo, a partir de este día el crecimiento de las larvas sobrevivientes fué mínimo.

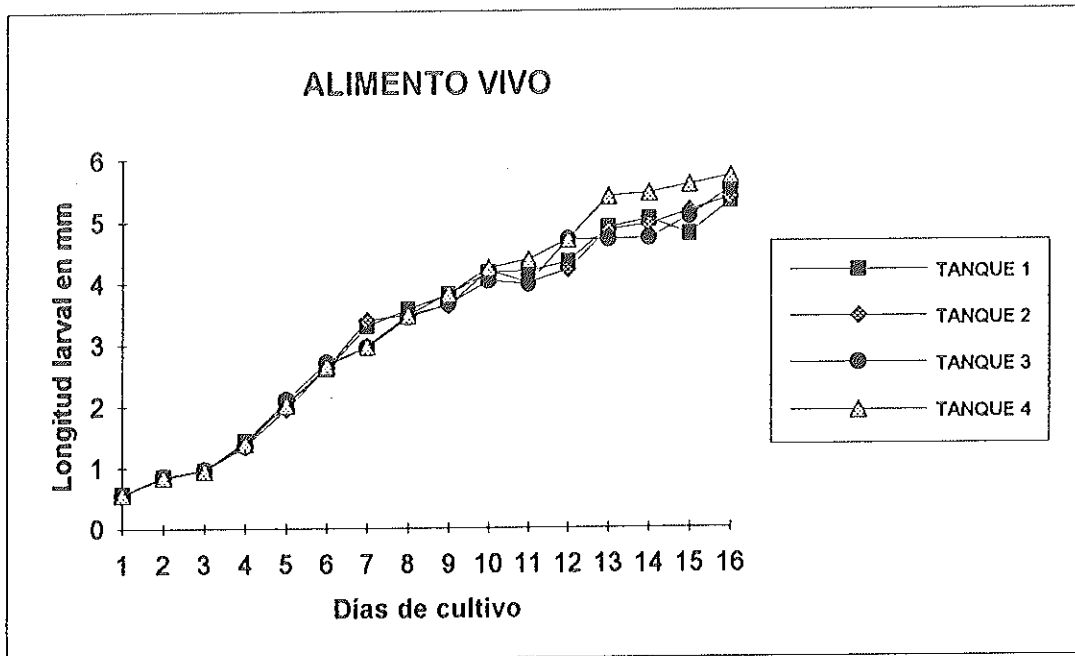


FIGURA 11.- Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de *Penaeus vannamei* en los tanques donde se suministró alimento vivo.

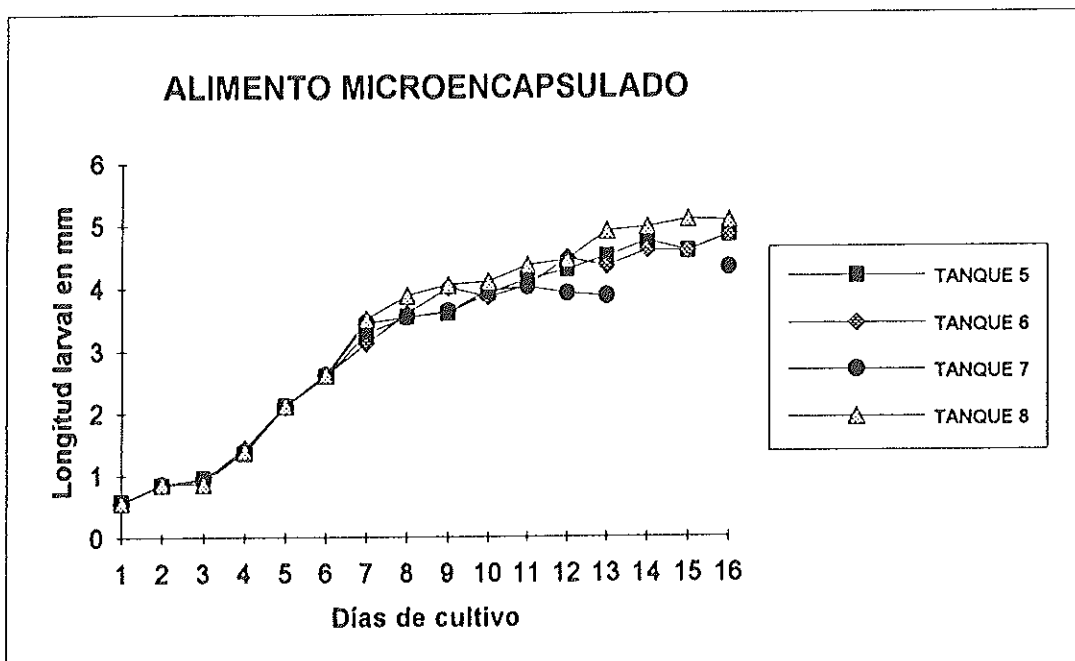


FIGURA 12.- Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de *Penaeus vannamei* en los tanques donde se suministró alimento microencapsulado.

Debido al número reducido de larvas en este último tanque no fué posible atrapar organismos en los muestreos realizados durante los días 14 y 15 de cultivo y debe mencionarse que los datos registrados para el día 16 son el resultado de la medición de la totalidad de las postlarvas sobrevivientes en dicho tanque, a diferencia del resto de los valores medios de longitud larval que fueron de 5 muestras de 50 ml de los organismos sobrevivientes por tanque concentrados en un volumen de 16 l.

Los valores de longitudes medias registradas durante el experimento larval así como el comportamiento gráfico de las longitudes observadas en los organismos de cada uno de los tanques de cultivo, con el intervalo de confianza al 95%, se presentan como información alterna en el apéndice I.

A las longitudes finales registradas al momento de cosechar las larvas de Penaeus vannamei de los tanques donde se ensayaron la dieta tradicional de alimento vivo y la dieta a base de microencapsulados (Apéndice II), una vez que se comprobó su comportamiento normal a un nivel de significancia del 95%, se les practicó un Análisis de Varianza (ANOVA) para detectar si existían diferencias reales entre las longitudes finales obtenidas de las larvas en cada uno de los tanques de cultivo, esperando obtener diferencias significativas entre los tratamientos de alimento vivo (tanques 1-4) y Encapsulon como alimento microencapsulado (tanques 5-8).

El anova (Tabla VII) mostró la existencia de diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) por lo que se procedió a determinar el origen de estas diferencias mediante pruebas "t", se presentan en la Tabla VIII aquellas combinaciones que resultaron significativamente diferentes con una $p < 0.05$.

Se encontraron diferencias significativas al 95% entre las longitudes larvales de las réplicas del tratamiento de alimento vivo (Tabla IX), debiéndose éstas principalmente al registro de longitud larval media más alta encontrado en el tanque 4 (5.7239 mm). Se realizó otro ANOVA (Tabla X) eliminando el tanque 4, determinándose que los tanques 1,2,3 presentan diferencias significativas con una $p < 0.05$, pero estas diferencias no son significativas con una $p < 0.10$.

Los valores de longitud larval final registrados en el tanque 7 fueron menores (4.3155 mm) y significativamente diferentes a cualquier otro registro, siendo esto el origen de las diferencias entre réplicas del tratamiento de alimento microencapsulado, según se comprueba con los resultados de los análisis de varianza practicados a las longitudes larvales de los cuatro tanques donde se aplicó este tratamiento (Tabla XI) y al no presentarse diferencias significativas al 95% una vez excluido el tanque número 7 del arreglo (Tabla XII).

Para resolver si las diferencias entre tratamiento eran significativas, se agruparon los datos de aquellas réplicas por tratamiento que no presentaron diferencias al nivel de confianza del 90%, a dichos datos agrupados se les aplicó una prueba "t" de student (Tabla XIII) encontrándose que las diferencias entre tratamiento son altamente significativas ($p < 0.01$), también se presentan las pruebas estadísticas de algunas combinaciones posibles de agrupación de los datos que serán mencionadas en el capítulo de discusiones.

Se encontró que el modelo de crecimiento de von Bertalanffy describe adecuadamente los crecimientos dados en mm de las larvas de Penaeus vannamei sometidas al ensayo nutricional en periodos larvales. La Tabla XIV resume los valores de los parámetros estimados para la curva de crecimiento de cada tanque, así como los de los datos agrupados por tratamiento incluyéndose el coeficiente de determinación en cada uno de los casos. Las figuras 13, 14 y 15 muestran en forma gráfica el comportamiento de los modelos determinados.

Para el experimento en etapa de juveniles se presentan los resultados proximales de las dietas experimentales en la tabla XV. Se puede observar que los valores de porcentaje de proteínas y carbohidratos fueron muy similares a los estimados por cálculo de contenidos en la tabla III, los

TABLA XIII.- Valores de "t" para las comparaciones de longitud final media (mm) entre tratamientos de alimentación larval de *Penaeus vannamei*.

| TRATAMIENTO | TANQUES | N | MEDIA | DES. STD. | "t" | p |
|------------------|---------------|-----|-------|-----------|-------|-------|
| ALIMENTO VIVO | (T1,T2,T3) | 105 | 5.382 | 0.444 | 5.29 | 0.000 |
| MICROENCAPSULADO | (T5,T6,T8) | 43 | 4.981 | 0.407 | | |
| ALIMENTO VIVO | (T1,T2,T3,T4) | 141 | 5.469 | 0.448 | 6.71 | 0.000 |
| MICROENCAPSULADO | (T5,T6,T8) | 43 | 4.981 | 0.407 | | |
| ALIMENTO VIVO | (T1,T2,T3,T4) | 141 | 5.469 | 0.448 | 10.75 | 0.000 |
| MICROENCAPSULADO | (T5,T6,T7,T8) | 70 | 4.725 | 0.486 | | |

TABLA XIV.- Valores de los parametros estimados para el modelo de crecimiento de von Bertalanffy a partir de las longitudes finales (mm) de las larvas de *Penaeus vannamei* en 8 tanques de cultivo y de la agrupación de datos por tratamiento.

| TRATAMIENTO | TANQUE | L_{∞} | K | t_0 | R^2 |
|------------------|---------------|--------------|---------|-------|---------|
| ALIMENTO VIVO | 1 | 8.408 | 0.06470 | 1.399 | 0.95347 |
| | 2 | 9.651 | 0.05338 | 1.446 | 0.94734 |
| | 3 | 10.430 | 0.04832 | 1.396 | 0.09501 |
| | 4 | 12.620 | 0.03981 | 1.410 | 0.96652 |
| MICROENCAPSULADO | 5 | 7.126 | 0.07968 | 1.585 | 0.93337 |
| | 6 | 6.767 | 0.08706 | 1.542 | 0.93634 |
| | 7 | 5.197 | 0.12660 | 1.660 | 0.93509 |
| | 8 | 7.121 | 0.08718 | 1.687 | 0.94586 |
| ALIMENTO VIVO | (T1,T2,T3) | 9.339 | 0.05582 | 1.416 | 0.97629 |
| MICROENCAPSULADO | (T5,T6,T8) | 7.190 | 0.08114 | 1.590 | 0.96864 |
| ALIMENTO VIVO | (T1,T2,T3,T4) | 10.045 | 0.05130 | 1.411 | 0.97705 |
| MICROENCAPSULADO | (T5,T6,T7,T8) | 6.492 | 0.09328 | 1.622 | 0.96489 |

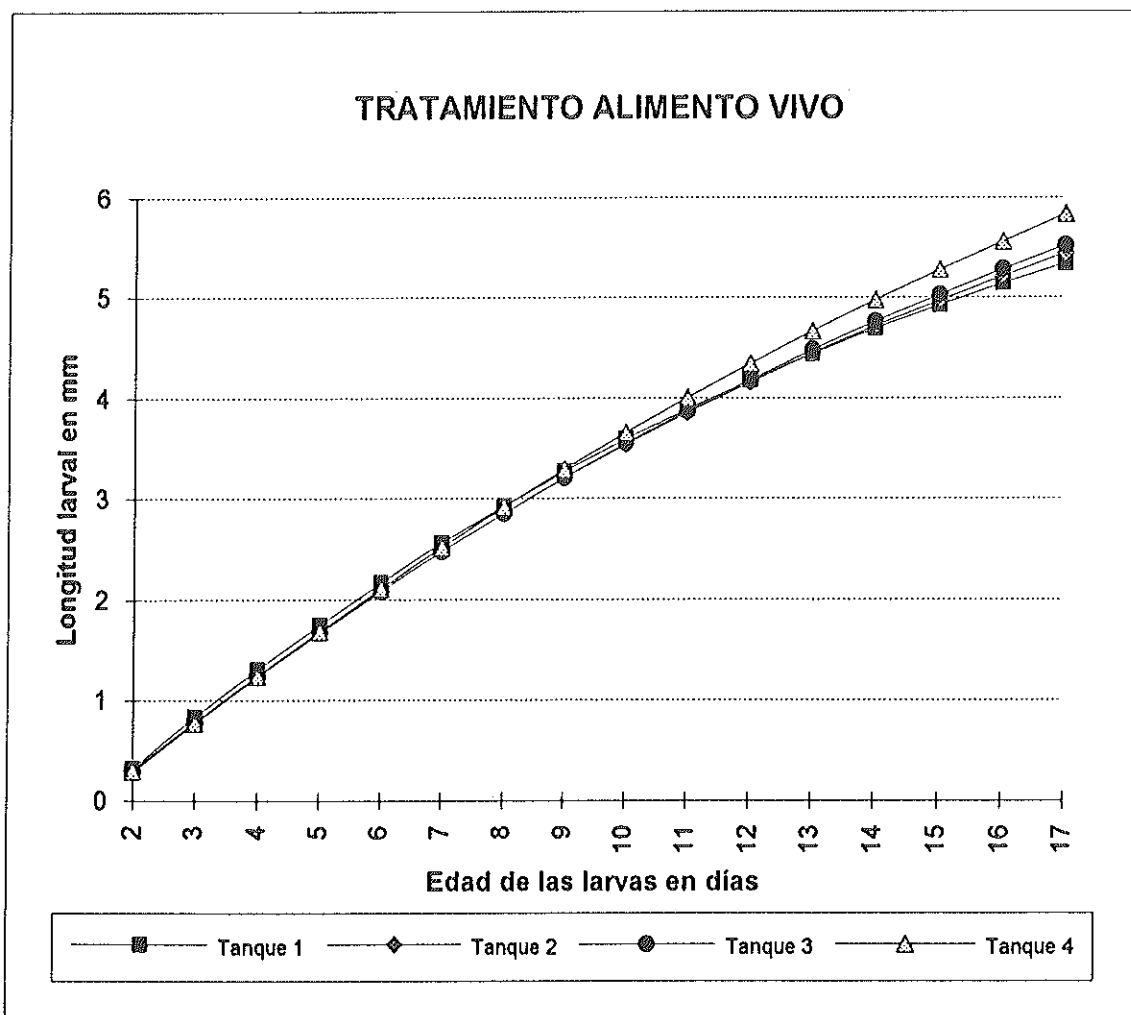


FIGURA 13.- Curvas de crecimiento larval de *P. vannamei* calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los tanques de cultivo suministrados con alimento vivo.

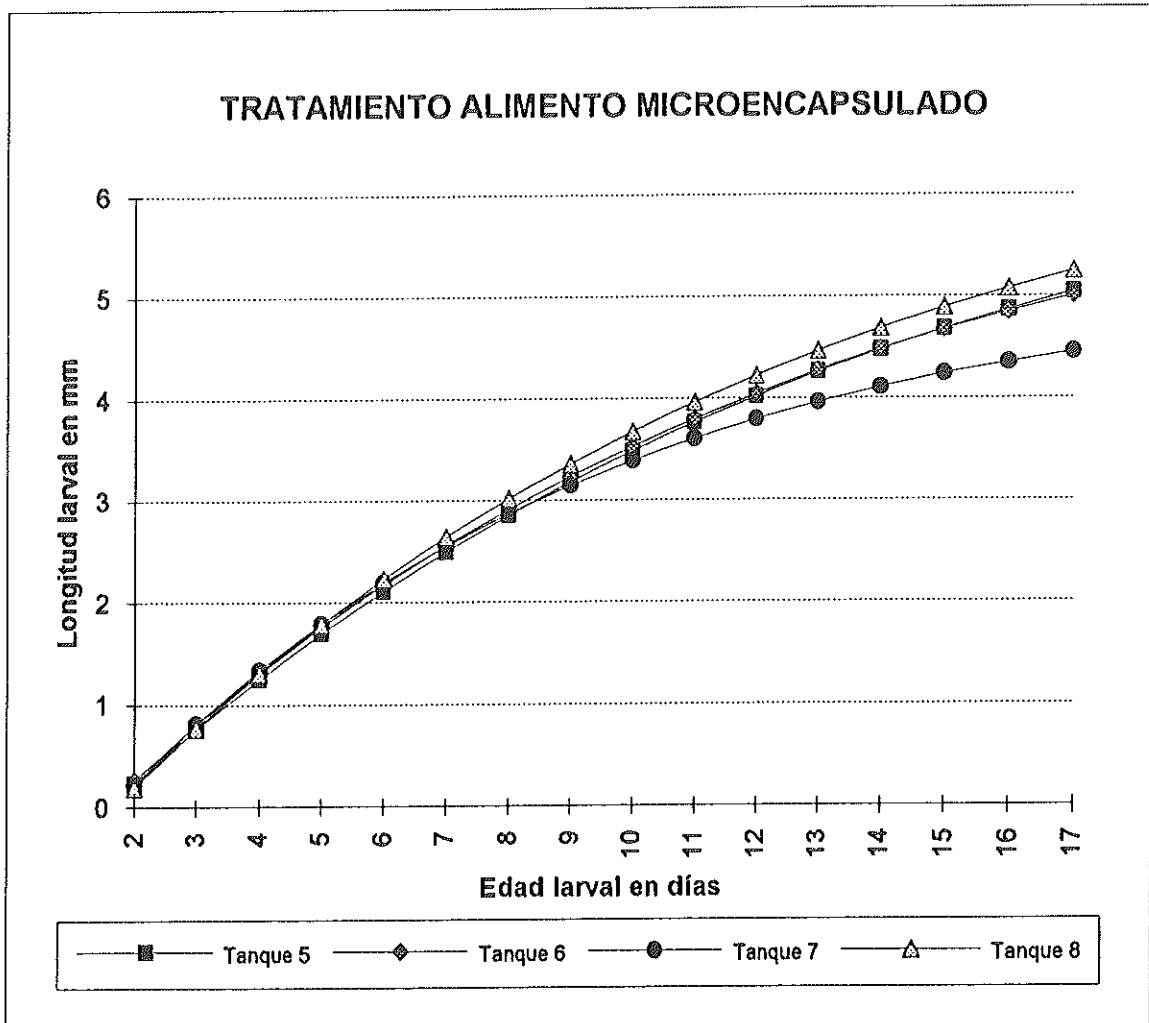


FIGURA 14.- Curvas de crecimiento larval de *P. vannamei* calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy para los tanques de cultivo suministrados con alimento microencapsulado.

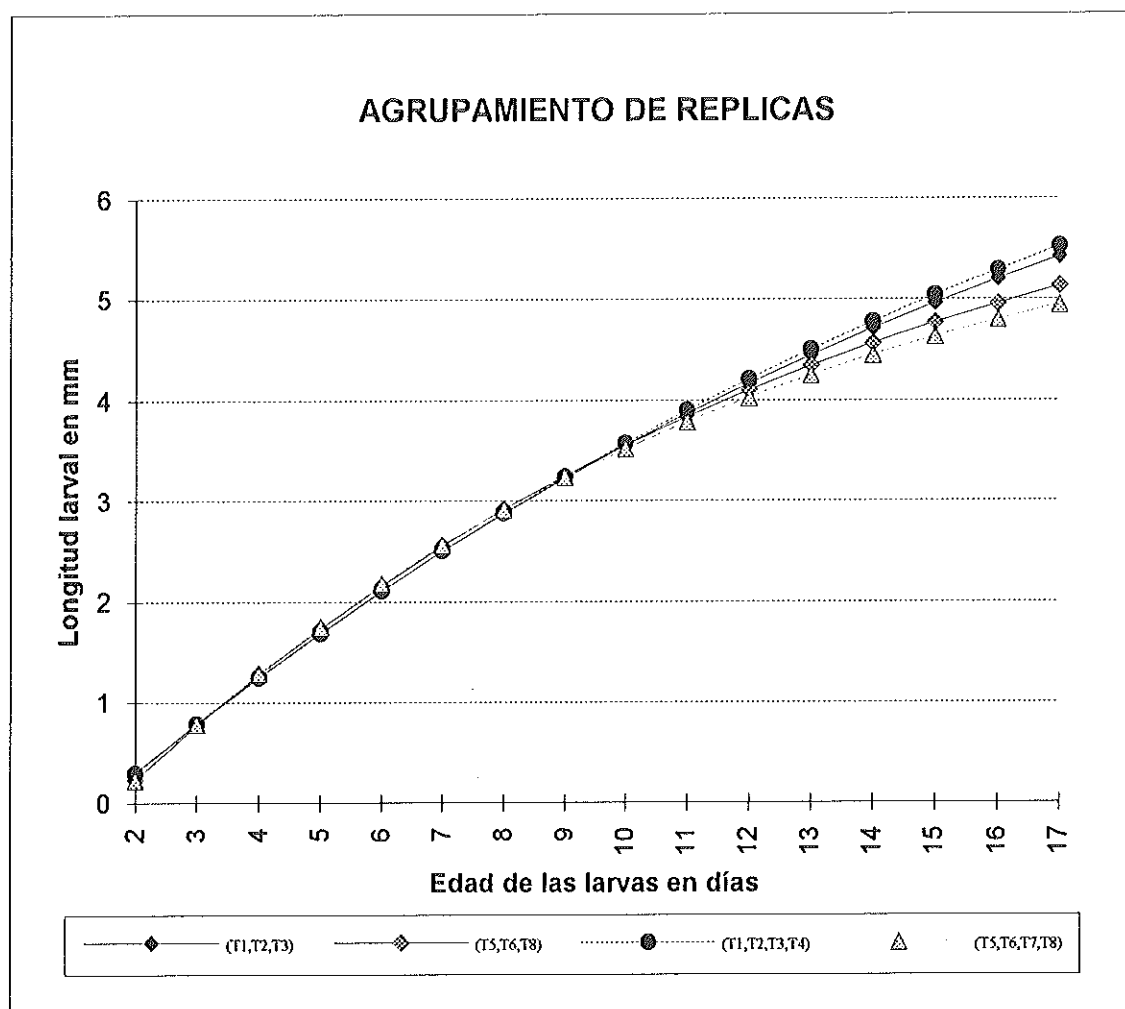


FIGURA 15.- Curvas de crecimiento larval de *P. vannamei* calculadas con el modelo de crecimiento de von Bertalanffy, para los diferentes arreglos de agrupación de datos (tanques 1 al 4 suministrados con alimento vivo y tanques 5 al 8 suministrados con microencapsulados).

valores de porcentaje de lípidos fueron un poco más altos a los que teóricamente se esperaban pero cumplen el requisito de mantenerse relativamente constantes en las tres dietas experimentales. Se apreció un incremento en energía con respecto al aumento de almidón en las dietas 18C, 27C y 36C.

TABLA XV.- Análisis bromatológico y calorimétrico de las dietas usadas en el experimento de diferentes niveles de carbohidratos en juveniles de Penaeus vannamei.

| Dieta | Humedad % | Cenizas % | Proteínas % | Lípidos % | Fibra Cruda % | Carbohidratos % | Calorimetría cal/gr. |
|-------|--------------|--------------|----------------|--------------|------------------|--------------------|-------------------------|
| 18C | 8.88 | 13.92 | 32.24 | 12.62 | 2.89 | 17.57 | 4561.48 |
| 27C | 7.82 | 11.62 | 34.17 | 12.47 | 3.19 | 27.78 | 4633.28 |
| 36C | 6.41 | 10.32 | 36.09 | 13.15 | 4.49 | 35.17 | 4734.37 |
| M | 13.67 | 22.06 | 31.6 | 12.56 | 2.71 | 31.07 | 4765.1 |

La información de la tabla XVI resume los datos producidos al realizarse el ensayo nutricional con juveniles de Penaeus vannamei, mientras que en la figura 16 se muestra la sobrevivencia de los organismos durante el experimento para cada uno de los tanques de cultivo.

Se decidió proceder con métodos estadísticos paramétricos al evaluar los datos de longitud y peso final mediante pruebas de Kolmogorov-Smirnov y resultar su comportamiento normal con una $p < 0.05$.

En la tabla XVII se detalla el análisis de varianza practicado a los datos de pesos finales en gramos (apéndice III) de los juveniles de Penaeus vannamei y posteriormente se muestra la tabla de pruebas "t" de los arreglos pareados cuyas diferencias fueron significativas al 95% (Tabla XVIII).

TABLA XVI.- Datos generales del experimento en juveniles de *P. vannamei* sometidos a tres regímenes de alimentación C18, C27 y C36 durante 45 días.

| TANQUE | DIETA | NUMERO INICIAL | NUMERO FINAL | PESO INICIAL (g) | PESO FINAL (g) | LONGITUD FINAL (mm) |
|--------------------------------|-------|----------------|--------------|------------------|----------------|---------------------|
| 1 | 18C | 40 | 36 | 3.794 | 6.028 | 9.481 |
| 4 | 18C | 40 | 35 | 3.629 | 5.704 | 9.313 |
| 2 | 27C | 40 | 40 | 3.753 | 6.798 | 9.900 |
| 5 | 27C | 40 | 31 | 3.327 | 6.897 | 9.919 |
| 3 | 36C | 40 | 30 | 3.713 | 8.382 | 10.376 |
| 6 | 36C | 40 | 33 | 3.724 | 8.131 | 10.322 |
| **Valor medio de 50 organismos | | | | 3.1456** | | |

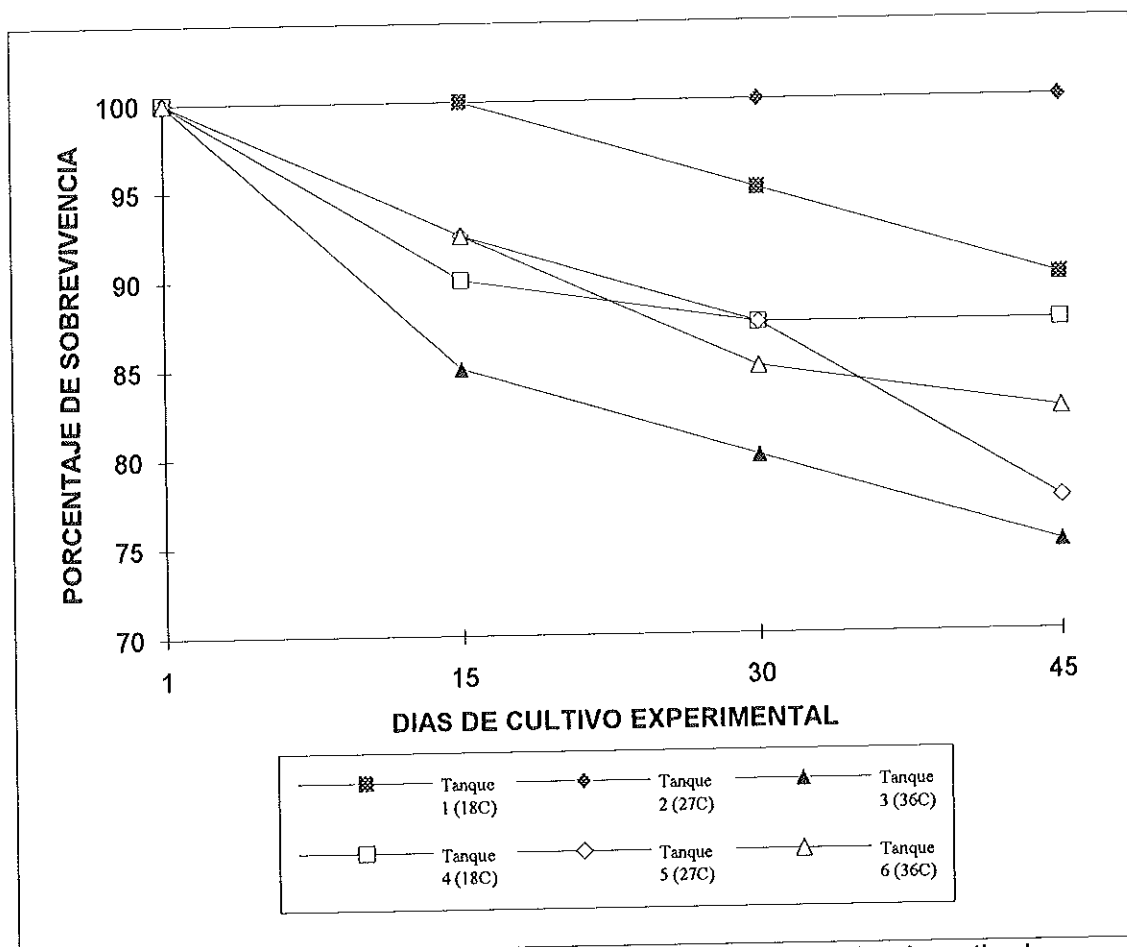


FIGURA 16.- Supervivencia de *Penaeus vannamei* en el ensayo nutricional practicado en juveniles bajo tres regímenes de alimentación diferentes.

TABLA XVII.- Análisis de varianza practicado a los datos de peso final (g) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36% .

| ANALISIS DE VARIANZA | | peso final entre tanques experimentales (1-6) | | | |
|----------------------|--------------------|---|--------------------|-------|-------|
| FUENTE | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | MEDIAS CUADRATICAS | F | p |
| TANQUES | 5 | 164.053 | 32.811 | 33.04 | 0.000 |
| ERROR | 170 | 168.843 | 0.0993 | | |
| TOTAL | 175 | 332.896 | | | |

TABLA XVIII.- Valores de "I" de la comparación de medias de peso final (g) de seis tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de P. vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36% .

| DIETA | TANQUE | * Representa diferencias no significativas al 95% | | | | | |
|-------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-----|
| 18C | 1 | 1 | | | | | |
| 27C | 2 | 3.115 | 2 | | | | |
| 36C | 3 | 8.787 | 6.103 | 3 | | | |
| 18C | 4 | * | 4.441 | 9.922 | 4 | | |
| 27C | 5 | 3281 | * | 5.317 | 4.469 | 5 | |
| 36C | 6 | 8.095 | 5.308 | * | 9.268 | 4.546 | 6 |
| | TANQUE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | DIETA | 18C | 27C | 36C | 18C | 27C | 36C |

Nota: Solo se presentan los estadísticos con una p menor o igual a 0.05

De los datos de la tabla XVIII se dedujo que no existieron diferencias entre las réplicas de los tratamientos pero si se presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos, conociendo esto se agruparon los datos por tratamiento y se practicó nuevamente un ANOVA a los datos de peso agrupados, que comprobó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos y cuyos resultados se detallan en la tabla XIX.

TABLA XIX.- Análisis de varianza practicado a los datos de peso final (g) agrupados por tratamiento experimental 18%, 27% y 36% de carbohidratos en dietas ensayadas en juveniles de Penaeus vannamei.

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|
| FUENTE | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | MEDIAS CUADRATICAS | F | p |
| DIETAS | 2 | 161.477 | 80.738 | 81.48 | 0.000 |
| ERROR | 173 | 171.419 | 0.991 | | |
| TOTAL | 175 | 332.896 | | | |

Las longitudes finales de los juveniles de Penaeus vannamei registradas en los 6 tanques de cultivo (apéndice IV), se analizaron mediante un ANOVA que se detalla en la tabla XX y muestra la existencia de diferencias significativas entre tanques de cultivo.

Al buscar el origen de las diferencias por medio de pruebas "t" de student entre pares de datos se encontró (Tabla XXI), que no existen diferencias entre réplicas de tratamiento pero si entre los diferentes niveles de carbohidratos estudiados, por lo que se agruparon los datos por tratamiento y se practicó un ANOVA que corroboró la existencia de diferencias significativas entre tratamientos (Tabla XXII).

TABLA XX.- Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final (cm) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de Penaeus vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36% .

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|
| FUENTE | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | MEDIAS CUADRATICAS | F | p |
| TANQUES | 5 | 26.000 | 5.200 | 20.02 | 0.000 |
| ERROR | 169 | 43.896 | 0.260 | | |
| TOTAL | 174 | 69.896 | | | |

TABLA XXI.- Valores de "t" de la comparación de medias de longitud final (cm) de 6 tanques experimentales donde fueron ensayados en juveniles de P. vannamei tres niveles de carbohidratos 18%, 27% y 36% .

| DIETA | TANQUE | * Representa diferencias no significativas al 95% | | | | | |
|-------|--------|---|-------|-----|-------|-------|-----|
| 18C | 1 | 1 | | | | | |
| 27C | 2 | 3.358 | 2 | | | | |
| 36C | 3 | 6.536 | 3.588 | 3 | | | |
| 18C | 4 | * | 4.657 | 7.7 | 4 | | |
| 27C | 5 | 3.236 | * | 3.2 | 4.437 | 5 | |
| 36C | 6 | 6.273 | 3.254 | * | 7.462 | 2.878 | 6 |
| | TANQUE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| | DIETA | 18C | 27C | 36C | 18C | 27C | 36C |

Nota: Solo se presentan los estadísticos con una p menor o igual a 0.05

TABLA XXII.- Análisis de varianza practicado a los datos de longitud final (cm) agrupados por tratamiento experimental 18%, 27% y 36% de carbohidratos en dietas ensayadas en juveniles de Penaeus vannamei.

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|-------|
| FUENTE | GRADOS DE LIBERTAD | SUMA DE CUADRADOS | MEDIAS CUADRATICAS | F | p |
| DIETAS | 2 | 25.530 | 12.765 | 49.49 | 0.000 |
| ERROR | 172 | 44.366 | 0.258 | | |
| TOTAL | 174 | 69.896 | | | |

DISCUSIONES

EXPERIMENTO LARVAL

De los resultados de sobrevivencia para cada uno de los tratamientos se deduce que la administración de alimento vivo fue más exitosa en términos de larvas sobrevivientes (2158 larvas) ya que ligeramente rebasó el doble (925) de la sobrevivencia media que se obtuvo en los tanques donde fué proporcionado el alimento microencapsulado, pero es necesario mencionar que la mayor sobrevivencia registrada en el experimento (35%) fué mucho menor a las esperadas para Penaeus vannamei de acuerdo a la metodología de cultivo citada en este trabajo (Aquacop, 1983) que corresponde a un intervalo entre 65 y 80%

Jones et al., (1987), reportaron resultados exitosos al usar microcapsulas (Freepak) como sustituto parcial (70%) o total de Artemia en el cultivo de P. vannamei, obteniendo sobrevivencias de un 80%, en comparación con un 90% alcanzado por los organismos testigo alimentados con alimento vivo a una densidad de 65 larvas/l. González-González y Serrano (1990), probaron 3 arreglos alimenticios para la misma especie de peneido, a una densidad de 50 larvas/l y reportaron al usar el microencapsulado Freepak como sustituto parcial de Artemia, una sobrevivencia de 23.3%, no alcanzaron

el estadio de postlarvas los organismos alimentados con el microencapsulado ensayado en el presente trabajo (Encapsulon) al ser probado como único alimento, y su testigo de alimento vivo presentó una sobrevivencia de 51%.

Las características de densidad de organismos, tamaño de los tanques de cultivo, cambios de agua, temperatura de cultivo y cantidades de alimento administrado difieren entre las experiencias citadas y el presente trabajo, por lo que no sería conveniente comparar los resultados finales de cada uno de estos ensayos desde un punto de vista numérico, pero resulta importante relacionar una serie de tendencias que pueden ser de utilidad en planteamientos experimentales futuros:

1- González-González y Serrano, (1990) no obtuvieron postlarvas de P. vannamei alimentadas exclusivamente con Encapsulon, mientras que en el presente trabajo fue posible alcanzar el estadio de postlarva al sustituir el alimento algal y Artemia a partir del estadio Protozoa II, esto indica que es necesario el uso de microalgas en las etapas tempranas del desarrollo larval de P. vannamei correspondientes a Protozoa I y II (Ya que al no existir cambio de agua la disminución de las microalgas fué gradual y solo definitiva despues del primer cambio de agua total).

2- Es posible que al realizar adecuaciones metodológicas a nuestro sistema de cultivo larval se puedan obtener mejores resultados en términos de sobrevivencia, se recomendarían estas principalmente en la metodología de cambio de agua y diseño de sistemas de aireación/recirculación, este último punto fué probado por Jones et al., (1987), quien reportó un aumento significativo en la sobrevivencia de peneidos alimentados con microencapsuados una vez que se usó un mecanismo de mezcla cuando la aireación no funcionó como medio de homogenización eficiente.

Algunos factores en la realización de este experimento que probablemente influyeron en las bajas sobrevivencias obtenidas son:

- La necesidad de realizar el experimento en un área abierta, cercano a otros cultivos de moluscos y crustáceos, aumentando así las posibilidades de contaminación.
- La adecuación de material de sifoneo para los cambios de agua ajeno a las propias estructuras de los tanques es otro factor de riesgo, aún tomando las precauciones pertinentes.
- La abstención del uso de fungicidas y antibióticos que son de uso común en la metodología citada y no son convenientes en nuestra zona geográfica debido a restricciones con respecto al uso de estos fármacos en organismos de consumo humano, según lo indican Williams and Lightner, (1988).

La información obtenida con respecto a la sobrevivencia larval durante el experimento no se mencionó, ya que la precisión de la metodología de conteo por volúmenes (basada en la descripción de conteo larval Mc Vey y Fox, 1983) no permitió el uso de dicha información para la toma de decisiones con respecto a nuestras hipótesis de trabajo (Apéndice 5).

Al notar la variabilidad de la información obtenida se pensó en la posibilidad de aumentar el número de muestras para que la diferencia entre estimaciones disminuyera probándose un error máximo aceptable de 1 (correspondiente a ± 400 larvas al extrapolar los conteos a los volúmenes totales) se encontró el número mínimo de muestreo en un intervalo entre 9 y 44 para una confiabilidad del 95%.

Al no ser conveniente el manipuleo excesivo de los cultivos se decidió utilizar únicamente las estimaciones iniciales y finales que fueron obtenidas al concentrar las larvas en volúmenes pequeños y no presentarse limitaciones en cuanto al número de muestras contabilizables, se encontró un error promedio de ± 403 larvas en dichas determinaciones con un nivel de confianza del 95%.

En el trabajo de Juárez (1983) se pueden observar resultados similares a los obtenidos en este experimento en

una de sus tablas de datos pero no se hace ninguna referencia a ellos en sus descripciones metodológicas.

El hecho de que no se presentaron diferencias cronológicas importantes en alcanzar cada uno de los estadios larvales entre los organismos alimentados con alimento vivo y aquellos que fueron alimentados con microencapsulado (Figuras 3-10) indica que los microencapsulados Hatchfry Encapsulon pusieron a disposición de las larvas nutrientes similares a los encontrados en los nauplios de Artemia, posiblemente obtenidos de los diferentes ingredientes de origen marino que se encuentran en la formulación del producto (Argent Chemical Laboratories listado de ingredientes para Hatchfry Encapsulon) como lo son: pescado, camarón, almeja, microalgas, calamar, aceites y solubles de pescado.

El tiempo necesario para obtener postlarvas independientemente de la dieta usada concordó con los descritos por Aquacop (1983) y Treece (1985) donde este último autor menciona haber encontrado considerable variabilidad en la periodicidad de cada una de las etapas larvales de camarones peneidos, pero casi siempre alcanzan la etapa postlarval en el día 12 de cultivo.

Las longitudes medidas a lo largo del experimento larvario se asemejan a las encontradas por Lester (1988) para

El análisis estadístico de las longitudes finales nos permitió descubrir una mayor variabilidad entre las larvas de los tanques que fueron sometidos a un régimen de alimento vivo que entre los organismos de los tanques a los que les fué administrado el alimento microencapsulado (una vez excluido el tanque 7 del arreglo).

Las larvas del tanque número 4 presenta diferencias significativas al nivel del 95% con las otras réplicas del tratamiento pero en un sentido escalar inverso a los resultados del otro tratamiento por tal motivo al incluir al tanque 4 en la comparación de tratamientos (Tabla XIII) magnifica las diferencias, aunque aún sin éste las diferencias entre longitudes finales por tratamiento son significativas a cualquier nivel de significancia.

En la representación gráfica de los modelos de von Bertalanffy se corroboraron las tendencias de agrupación que fueron propuestas por métodos analíticos en el manejo de las longitudes finales obtenidas por tanque y por tratamiento, también se puede observar en los modelos de los datos agrupados por tratamiento que las diferencias se presentan a partir del día 12 de cultivo que corresponde a la obtención del estadio de postlarva y a partir de este día la tendencia a separarse aumenta con respecto al tiempo.

Sería conveniente en ensayos futuros, proseguir con las mediciones morfométricas de los organismos hasta su etapa juvenil bajo una misma dieta de engorda, para ver si las diferencias de longitud observadas durante el periodo de cultivo larval como producto del tipo de alimento suministrado, se conservan, se magnifican o se reducen, al ser alimentados con una misma fuente de nutrientes, y así poder evaluar de manera indirecta los efectos que tiene la nutrición larval en el desarrollo posterior de los peneidos.

EXPERIMENTO EN JUVENILES

El incremento de peso y longitud de los organismos juveniles en relación al aumento de la cantidad de carbohidratos en las dietas, ya ha sido mencionado anteriormente por varios autores: Andrews et al., (1972) y Andrews and Sick (1972) reportaron ganancia de peso en Penaeus setiferus alimentados con niveles de proteína entre 28-30%, adicionando a la dieta almidón como fuente de carbohidratos en un 30%. Abdel-Rahman et al., (1979) también reportaron resultados favorables de ganancia en peso para Penaeus japonicus a los que les fué enriquecida su dieta con 19.5% de almidón soluble. Sick and Andrews (1973) mencionaron razones de crecimiento significativamente aumentadas por la inclusión de almidón en dietas, donde los

niveles de proteína son mantenidos constantes y el nivel de lípidos bajo.

En este trabajo para Penaeus vannamei se utilizaron niveles de lípidos relativamente altos (aproximadamente 12%) en comparación a los trabajos mencionados, manteniéndose el efecto promotor del crecimiento originado por la inclusión del almidón como fuente de carbohidratos. Sedgwick (1979) encontró que la utilización óptima de la proteína por Penaeus merguensis estaba relacionada al valor energético de la dieta y que los lípidos y carbohidratos podían también aumentar la eficiencia del crecimiento en cantidades sub-óptimas de proteína.

Bages and Sloane (1981) dedujeron que cuando la razón proteína/almidón era mantenida dentro de un intervalo de 1.2 a 3.5 la sobrevivencia (en este caso de postlarvas de Penaeus monodon) aumentaban significativamente. Las razones proteína/almidón usadas en nuestro experimento quedan dentro de este intervalo.

La menor sobrevivencia media por tratamiento (79%) se registró para la dieta 36 C en donde en contraparte se obtuvieron los mejores resultados en términos de crecimiento (peso y longitud). Las dietas 18 C y 27 C coinciden en cuanto a la sobrevivencia media por tratamiento en un valor

de 89%, debe aclararse que la principal causa de mortalidad se suscitó durante los primeros días del experimento debido a que algunos de los organismos saltaban fuera de sus tanques, lo que obligó al uso de una malla protectora de 1 cm de luz de malla, que impidiera la salida de los organismos, lo que implica que los valores de sobrevivencia obtenidos, deberán manejarse con cautela, ya que la principal pérdida de organismos se suscitó debido a causas ajenas al tipo de alimento ensayado.

El hecho de haber encontrado un efecto de aumento en el crecimiento de Penaeus vannamei al aumentar el nivel de almidón en la dieta bajo niveles de proteína y lípidos constantes, nos deja inconclusa la definición de los límites de este comportamiento por lo que sera necesario determinar hasta que punto la inclusión de almidón en la dieta puede traer beneficios y no efectos antagónicos en el crecimiento y sobrevivencia de estos organismos.

El conocimiento de estos límites podría usarse para diseñar un estudio donde se pudiera evaluar el efecto sinérgico de niveles de proteína, lípidos y almidón. buscando la posibilidad de reducir los niveles de proteína (macroconstituyente más caro) al poder ser sustituidos por otras fuentes de energía con resultados similares en el crecimiento o bien suplir la mayor cantidad de energía basal

mediante un componente de bajo costo para que las proteínas sean utilizadas en la incorporación de material estructural produciendo razones de crecimiento mas elevadas.

CONCLUSIONES

1.- La alimentación con cultivos vivos de microalgas y Artemia sp. durante el periodo larval de Penaeus vannamei proporcionó mejores beneficios en términos de sobrevivencia y crecimiento al ser confrontada con la dieta a base de microencapsulados "Encapsulon Hatchfry" de la marca registrada Argent.

2.- El tiempo necesario para alcanzar el estadio de postlarva en Penaeus vannamei resultó ser igual para los dos tipos de alimentación comparados (alimento vivo y alimento microencapsulado).

3.- El modelo de crecimiento de von Bertalanffy fue adecuado para describir el comportamiento del crecimiento expresado en longitud larval de Penaeus vannamei.

4.- La inclusión de almidón de maíz como fuente de carbohidratos en un intervalo de 18 a 36% en la dieta proporcionada a juveniles de Penaeus vannamei repercutió positivamente en el crecimiento de los organismos evaluado en peso (g) y longitud (cm). Ya que dicho crecimiento presentó una relación directa con respecto a la cantidad de almidón en las dietas estudiadas.

LITERATURA CITADA

- Abdel-Rahman, S.H., A. Kanazawa, and S.I. Teshima 1979. Effects of dietary carbohydrate on the growth and the levels of the hepato pancreatic glycogen and serum glucose. Prawn. Bull. of the Japanese Soc. of Sci. Fisheries. 45 (12): 1491-1494.
- Alava U.R. and F.P. Pascual. 1987. Carbohydrate requirements Pennaeus monodon (Fabricius) Juveniles. Aquaculture, 61: 211-217.
- Alvarado, J. M. 1982. Descripción de los estadios larvarios del camarón azul Penaeus stylirostris. Tesis ITESM. Guaymas, Son. México. 64p.
- Andrews, J.W. and L.V. Sick. 1972. Studies on the nutritional requirements of penaeid shrimps. Proc. World Mariculture. Soc., 3: 403-414.
- Andrews, J.W., L.V. Sick, and G.J. Baptist, 1972. The influence of dietary protein and energy levels on growth and survival of penaeid shrimp. Aquaculture, 1: 341-347.

A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th ed.
Washington, D.C.

Aquacop. 1983. Constitution of broodstock, maturation,
spawning and hatching systems for penaeid shrimps
in the Centre Oceanologique du Pacifique. In: Mc
Vey, J.P. (ed.) CRC Handbook of Mariculture, Vol. 1
Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc. Boca Raton
p. 105-127.

Bages, M. y L. Sloane. 1981. Effects of dietary protein and
starch levels on growth and survival of Penaeus
monodon (Fabricius) postlarvae. Aquaculture 25: p.
117-128.

Campton, D.E. and C.A. Busack. 1989. Simple procedure for
decapsulating and hatching cysts of brine shrimp
Artemia spp. The progressive Fish Culturist 51:
176-179.

Clifford, H.C. y R.W. Brick. 1978. Protein utilization in
the freshwater shrimp Macrobrachium rosenbergii.
Proc. World. Maricul. Soc. 9:195-208.

- Colvin, L.B. y C.W. Brand. 1977. The protein requirement of penaeid shrimp at various life-cycle stages in controlled environment systems. Proc. World Maricult. Soc. 8:821-840.
- Deshimaru, O. and Y. Yone. 1978. Requirement of prawn for dietary minerals. Bull. Japanese Soc. of Sci. Fisheries 44 (8) p. 907-910.
- Egan, H.R., S. Kirk and R. Sawyer. 1987. Análisis químico de alimentos de Pearson. 1a. ed. en español. CECSA, México, D.F. p. 268-269.
- González-González, A. y V. T. Serrano. 1990. Desarrollo larval de Penaeus yannamei bajo tres regimenes alimenticios. Cuarto congreso de la Asociación Mexicana de Acuacultores, Hermosillo, Son. 3-6 de Abril, Vol 2.
- Griffith, G. W., M. A. Kenslow and L. A. Ross. 1973. A mass culture method for Tetraselmis sp., a promising food for larval crustaceans. Procc. World Maricult. Soc. 4:289-294.

- Guillard, R. R. L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates, in Smith, W. L. and M. H. Chanley (eds.), Culture of Marine Invertebrate Animals, Plenum Press. New York. p. 29-60.
- Hanson, J.A. y H. L. Goodwin. 1977. Shrimp and prawn farming in the Western Hemisphere. Dowden, Hutchinson, and Ross Inc., Stroudsburg. Pa.
- Heinen, J. M. 1976. An introduction to culture methods for larval and postlarval penaeid shrimp. Procc. World Mariculture Soc. 7:333-343.
- Hudinaga, M. 1942. Reproduction, development and rearing of Penaeus japonicus (Bate). Jpn. J. Sci. 10:305-393.
- Jones, D. A., K. Kurmandy and A. Arshard. 1987. Penaeid shrimp hatchery trials using microencapsulated diets. Aquaculture 64:133-146.
- Juarez, L. M. 1983. Manual para el cultivo de camarón azul Penaeus stylirostris en el ITESM- Unidad Guaymas. Reporte interno. Guaymas Son. México. 59 p.

- Kanazawa, A. 1981. Nutritional requirements and artificial diets of Kuruma shrimp, Penaeus japonicus. Proc. 2nd. Int. Conf. Aquaculture Nutrition. Delaware, USA. in press.
- Larsen, B. 1978. Brown seaweeds: analysis of ash, fiber, iodine and mannitol. En: J.A. Hellebust y J.S. Crigie (Eds.), "Handbook of Phycological Methods". Cambridge University Press, Cambridge. p. 181-188.
- Lester, L.J. 1988. Differences in larval growth among families of Penaeus stylirostris Stimpson and Penaeus vannamei Boone. Aquaculture and Fisheries Management. 19: 243-251.
- Longnecker, J.J. 1963. Utilization of dietary protein, In A.A. Albanese ed. Newer Methods of Nutritional Biochemistry. Vol. 5. Acad. Press. New York.
- Mc Vey, J.P. and J.M. Fox., 1983. Hatchery techniques for penaeid shrimp utilized by Texas A and M M-NMFS Galveston Laboratory program. In: Mc Vey, J.P. (ed.) CRC Handbook of Mariculture, Vol. I Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc. Boca Raton p. 129-159.

- Mock, C. R., D. V. Revera and C. T. Fontaine. 1980. The larval culture of Penaeus stylirostris using modifications of the Galveston Laboratory Technique. *Procc. World Maricul. Soc.* 11:102-117.
- New, M.B. 1976. A review of dietary studies with shrimp and prawns. *Aquaculture*, 9: 101-144.
- Parr Instrument Company, 1958. Instructions for the No. 1411 combustion calorimeter. Moline, III-1960. Oxygen bomb calorimetry and combustion methods. Moline III (manual No. 130).
- Schreck, C.B. and P.B. Moyle. 1990. Methods for fish biology. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland. p. 684.
- Sedgwick, R.W. 1979. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversion efficiency in Penaeus merguensis de Man. *Aquaculture* 16:7-30.
- Sick, L.V. and J.W. Andrews. 1973. The effects of selected dietary lipids, carbohydrates and proteins on the growth, survival and body composition of Penaeus duorarum. *Proc. World Mariculture Society.* 4: 263-276.

Shang, Y.C. y T. Fujimura. 1977. The production economics of freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii in Hawaii Aquaculture 11:99-110.

Sorgeloos, P., E. Bossuyt, P. Lavens, P. Léger, P. Vanhaecke and D. Versichele. 1983. The use of shrimp Artemia in crustacean hatcheries and nurseries. In: Mc Vey, J. P. (ed.) CRC Handbook of Mariculture, Vol 1, Crustacean Aquaculture. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida p. 71-96.

Treece, G.D. 1985. Larval rearing technology. In: Chamberlain, G.W., M.G. Haby and R.J. Miget (ed.) Texas Shrimp Farming Manual. Texas Agricultural Extension Service, Corpus Crist, Texas. p. 43-64.

Williams, R. R. and D. V. Lightner. 1988. Regulatory status of therapeutants for penaeid shrimp culture in the United States. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 19(4): 188-196.

APENDICE 1

TABLA XXIII.- Longitud media (mm) de Penaeus vannamei registrada durante el experimento de nutrición larval bajo dos regímenes de alimentación.

| DIA | LONGITUDES LARVALES EN mm | | | | | | | |
|-----|---------------------------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|
| | ALIMENTO VIVO | | | | ALIMENTO MICROENCAPSULADO | | | |
| | TANQUE 1 | TANQUE 2 | TANQUE 3 | TANQUE 4 | TANQUE 5 | TANQUE 6 | TANQUE 7 | TANQUE 8 |
| 1 | 0.5692 | 0.5655 | 0.5473 | 0.5575 | 0.5738 | 0.5566 | 0.5613 | 0.5681 |
| 2 | 0.8467 | 0.8287 | 0.8468 | 0.8437 | 0.8345 | 0.8536 | 0.8491 | 0.8588 |
| 3 | 0.9389 | 0.9513 | 0.9662 | 0.9408 | 0.9584 | 0.9130 | 0.9520 | 0.8557 |
| 4 | 1.4297 | 1.3439 | 1.3535 | 1.3910 | 1.3465 | 1.4350 | 1.3653 | 1.3891 |
| 5 | 2.0732 | 1.9576 | 2.0996 | 2.0174 | 2.1123 | 2.1013 | 2.1133 | 2.1234 |
| 6 | 2.5962 | 2.6289 | 2.7013 | 2.6517 | 2.5848 | 2.6078 | 2.6077 | 2.6201 |
| 7 | 3.2886 | 3.3797 | 2.9408 | 2.9635 | 3.2831 | 3.1193 | 3.4481 | 3.5080 |
| 8 | 3.5604 | 3.4805 | 3.4366 | 3.4690 | 3.5474 | 3.5867 | 3.5395 | 3.8865 |
| 9 | 3.8039 | 3.6262 | 3.6445 | 3.8119 | 3.5961 | 4.0091 | 3.6325 | 4.0513 |
| 10 | 4.1662 | 4.1986 | 4.0234 | 4.2314 | 3.9119 | 3.8633 | 3.9591 | 4.0996 |
| 11 | 4.1872 | 4.0005 | 3.9719 | 4.3777 | 4.1344 | 4.0249 | 4.0177 | 4.3663 |
| 12 | 4.3311 | 4.2063 | 4.7015 | 4.6994 | 4.2891 | 4.4729 | 3.9091 | 4.4463 |
| 13 | 4.8863 | 4.8520 | 4.7015 | 5.3988 | 4.4942 | 4.3377 | 3.8748 | 4.9058 |
| 14 | 5.0292 | 4.9454 | 4.7168 | 5.4464 | 4.7473 | 4.5946 | | 4.9663 |
| 15 | 4.7815 | 5.1664 | 5.0635 | 5.5824 | 4.5766 | 4.5857 | | 5.0886 |
| 16 | 5.3165 | 5.3688 | 5.5159 | 5.7239 | 4.8425 | 4.8514 | 4.3155 | 5.0732 |

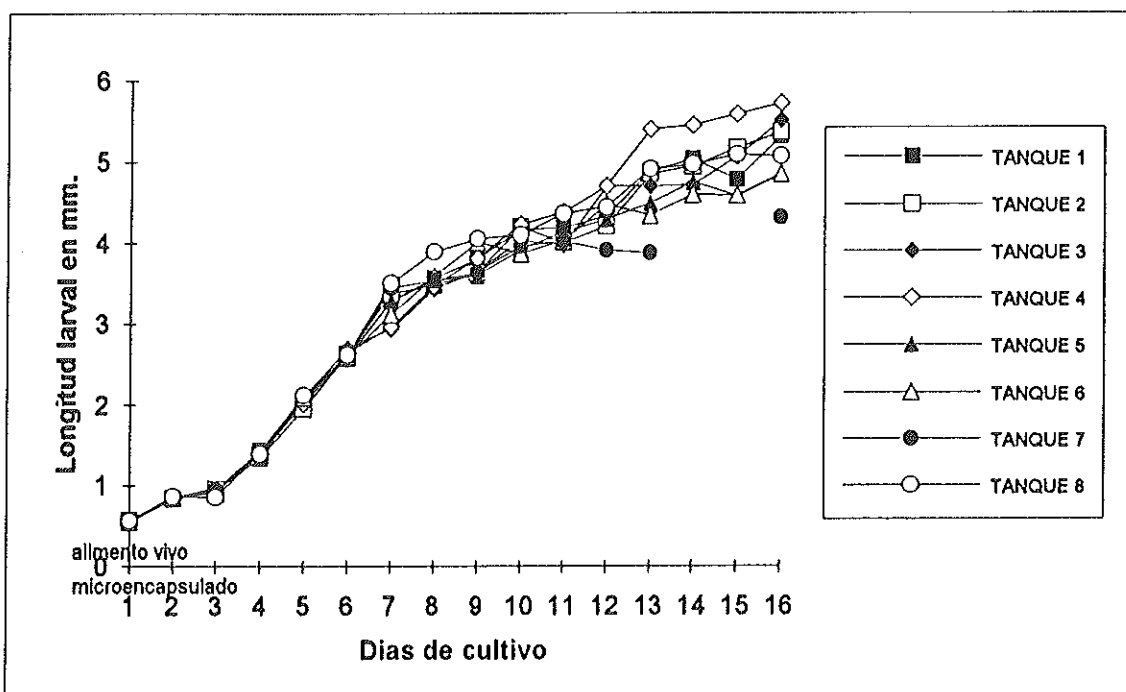


FIGURA 17.- Comportamiento gráfico de las longitudes medias (mm) registradas a lo largo del ensayo nutricional en larvas de Penaeus vannamei.

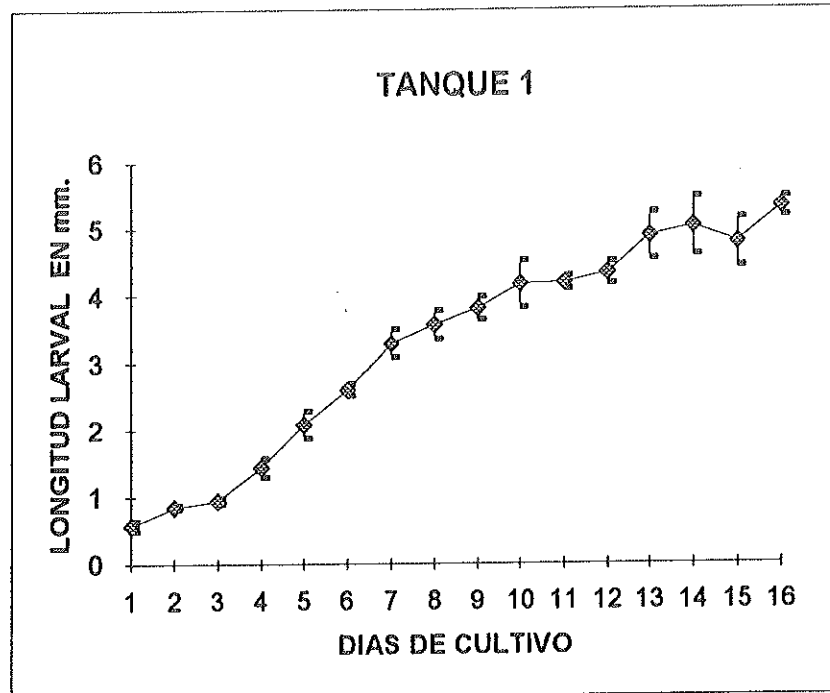


FIGURA 18.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 1.

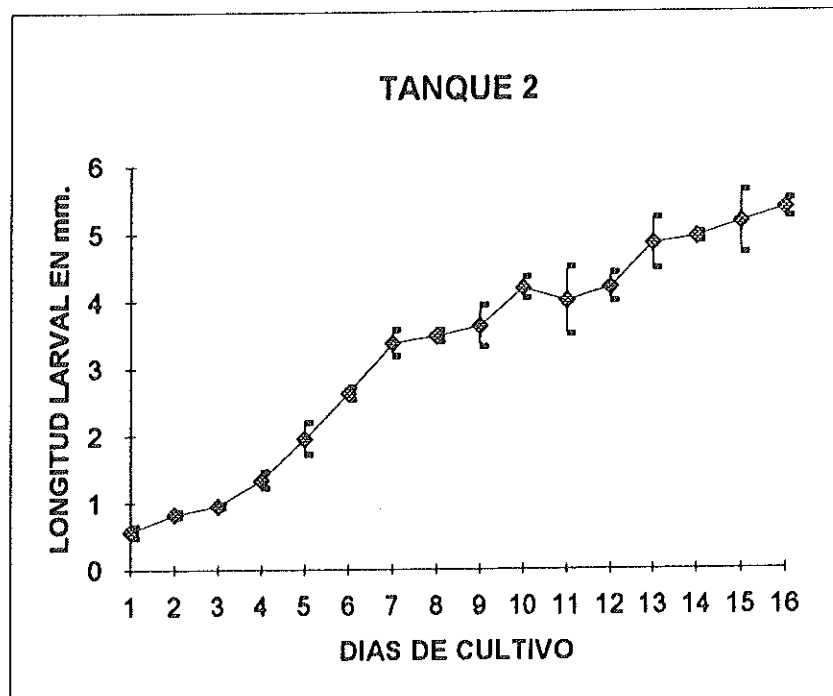


FIGURA 19.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 2.

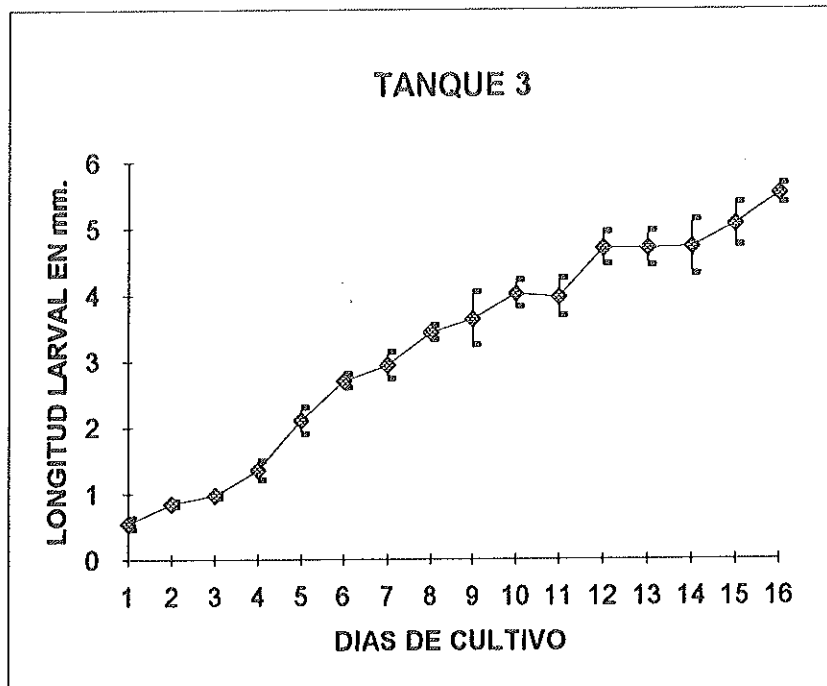


FIGURA 20.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 3.

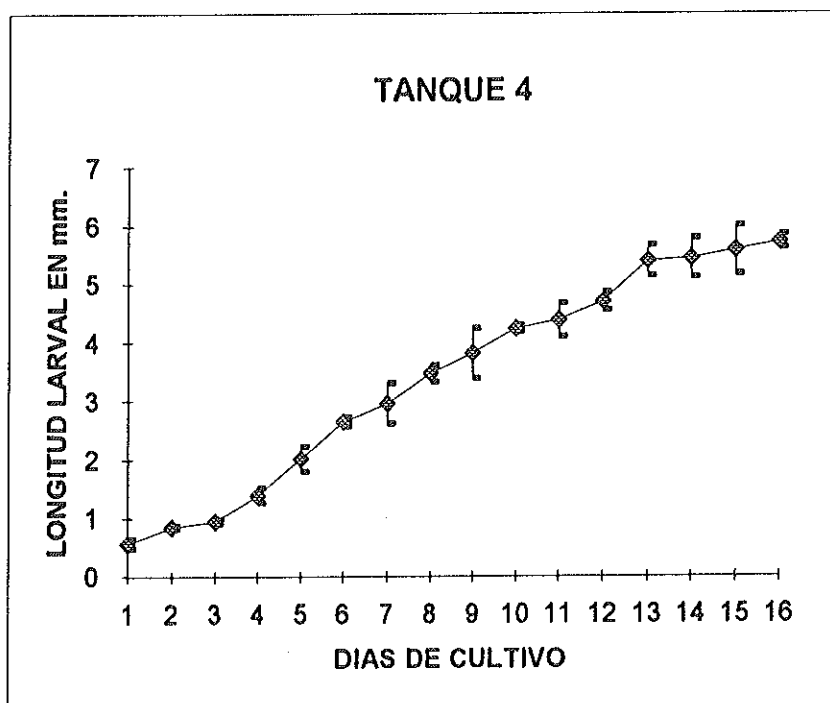


FIGURA 21.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 4.

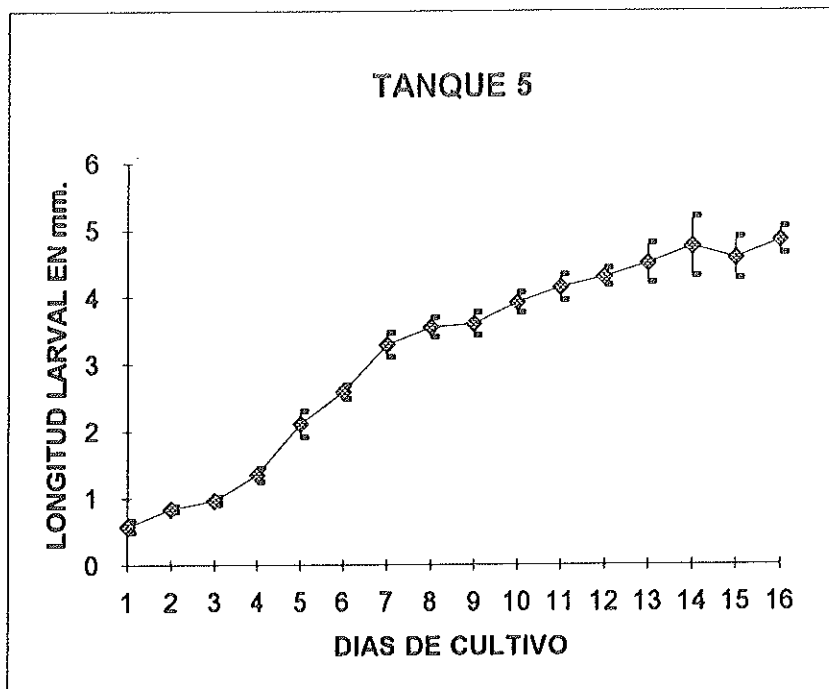


FIGURA 22.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 5.

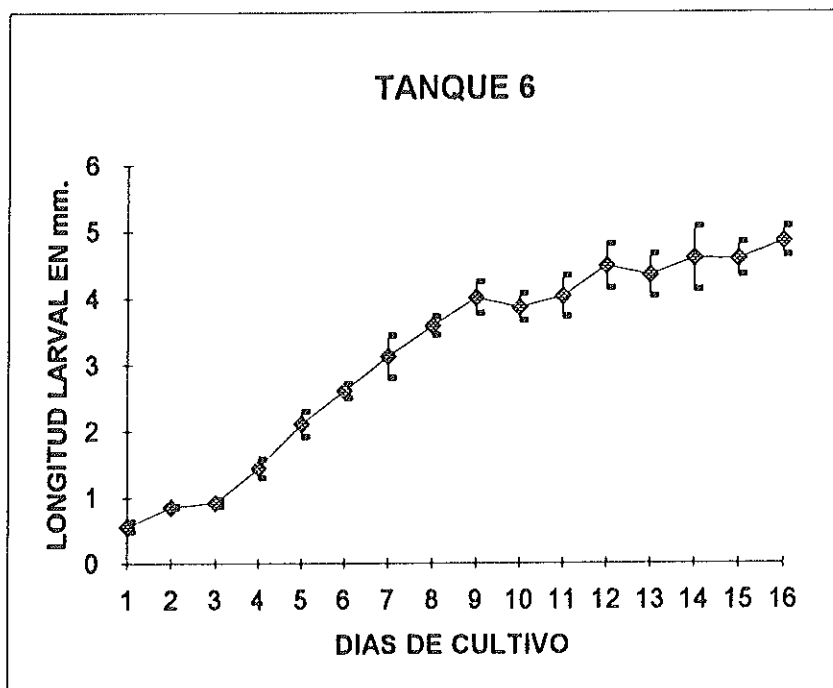


FIGURA 23.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 6.

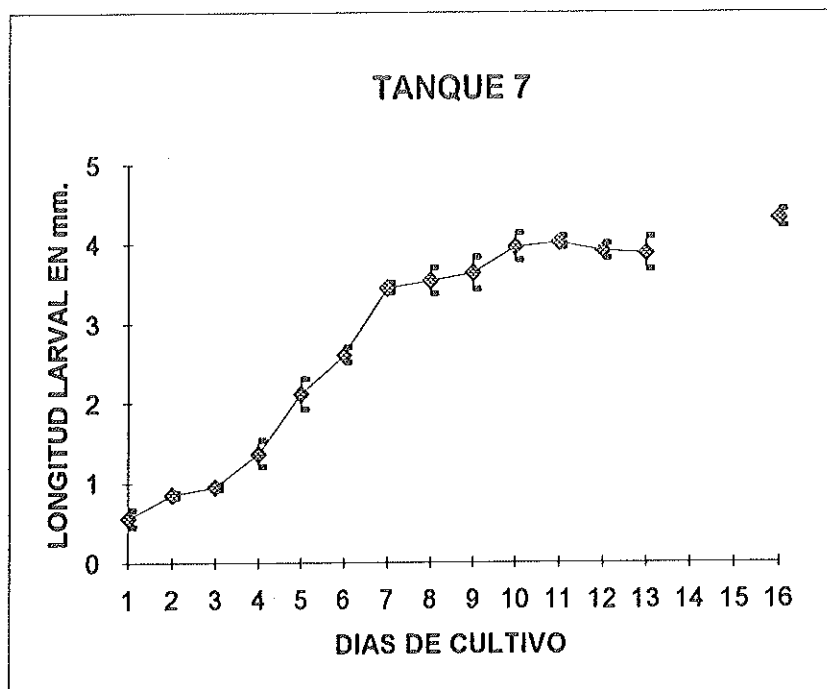


FIGURA 24.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 7.

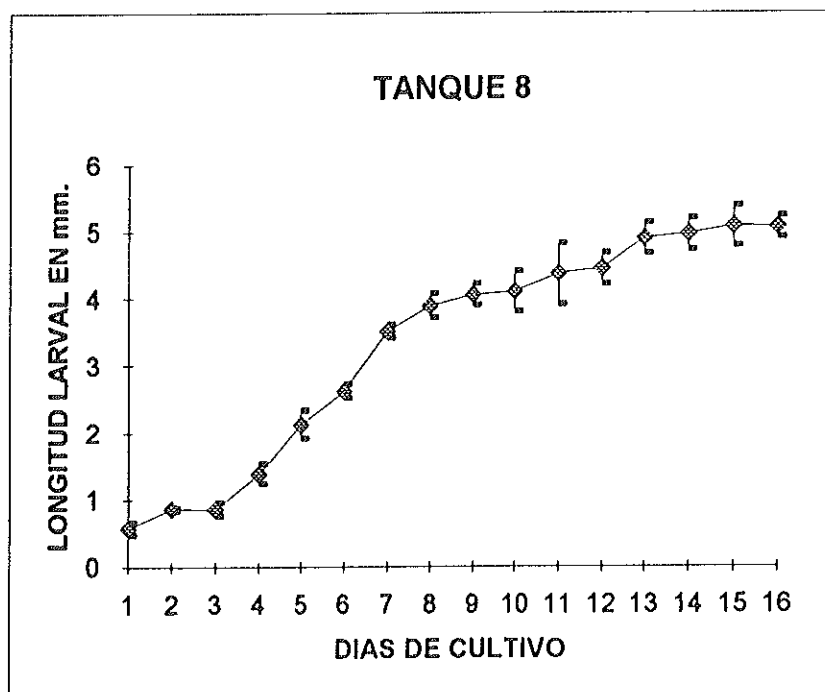


FIGURA 25.-Longitudes larvales en mm e intervalo de confianza al 95% para el tanque 8.

APENDICE 3

TABLA XXV.- Pesos finales (g) de juveniles de *Penaeus vannamei* sometidos durante 45 días a tres niveles de inclusión de carbohidratos 18, 27 y 36%.

| Pesos finales en juveniles de <i>Penaeus vannamei</i> (g) | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| TANQUE 1 | TANQUE 2 | TANQUE 3 | TANQUE 4 | TANQUE 5 | TANQUE 6 |
| 6.05 | 6.62 | 9.46 | 4.64 | 7.07 | 7.83 |
| 6.12 | 6.69 | 9.32 | 4.71 | 6.61 | 7.54 |
| 5.18 | 6.65 | 9.33 | 6.09 | 7.79 | 7.85 |
| 6.45 | 7.03 | 8.84 | 4.94 | 8.11 | 8.57 |
| 5.36 | 6.31 | 7.66 | 6.83 | 7.00 | 9.25 |
| 6.75 | 7.50 | 6.77 | 5.94 | 6.89 | 8.18 |
| 5.94 | 6.86 | 8.25 | 6.26 | 7.07 | 9.68 |
| 7.56 | 5.82 | 8.79 | 6.43 | 6.84 | 8.74 |
| 6.10 | 5.97 | 10.02 | 5.36 | 5.73 | 8.42 |
| 7.33 | 7.36 | 8.78 | 5.89 | 7.70 | 10.13 |
| 6.38 | 7.15 | 9.42 | 5.78 | 6.78 | 6.16 |
| 5.96 | 6.16 | 7.49 | 5.01 | 5.69 | 6.17 |
| 5.65 | 5.98 | 8.90 | 5.63 | 6.70 | 6.64 |
| 4.83 | 6.25 | 8.33 | 5.83 | 7.54 | 7.57 |
| 5.36 | 5.90 | 10.42 | 6.03 | 5.92 | 8.96 |
| 5.25 | 8.40 | 7.93 | 5.67 | 6.31 | 6.88 |
| 10.45 | 6.69 | 7.92 | 6.86 | 6.89 | 8.31 |
| 6.51 | 6.54 | 8.33 | 6.12 | 7.48 | 6.40 |
| 5.93 | 7.18 | 8.45 | 6.60 | 7.60 | 6.88 |
| 6.94 | 7.46 | 9.42 | 5.34 | 6.11 | 8.60 |
| 5.54 | 7.49 | 8.24 | 5.61 | 6.51 | 9.51 |
| 6.44 | 7.02 | 7.42 | 5.45 | 7.08 | 9.33 |
| 5.84 | 3.72 | 7.02 | 5.71 | 7.38 | 6.76 |
| 4.72 | 7.68 | 8.37 | 2.53 | 7.12 | 9.12 |
| 5.14 | 6.12 | 4.66 | 4.58 | 6.51 | 8.96 |
| 6.28 | 6.16 | * | 5.79 | 6.90 | 9.32 |
| 5.62 | 6.97 | * | 7.88 | * | 7.42 |
| 4.98 | 7.70 | * | 5.86 | * | 8.49 |
| 4.46 | 7.07 | * | 5.75 | * | * |
| 5.71 | 7.34 | * | 6.00 | * | * |
| 6.03 | 6.75 | * | * | * | * |
| * | 5.43 | * | * | * | * |
| * | 7.74 | * | * | * | * |
| * | 8.56 | * | * | * | * |
| * | 6.18 | * | * | * | * |
| * | 8.28 | * | * | * | * |
| 18C | 27C | 36C | 18C | 27C | 36C |
| DIETAS ENSAYADAS | | | | | |

APENDICE 4

TABLA XXVI.- Longitudes finales (cm) de juveniles de *Penaeus vannamei* sometidos durante 45 días a tres niveles de inclusión de carbohidratos 18, 27 y 36%.

| Longitudes finales en juveniles de <i>Penaeus vannamei</i> (cm) | | | | | |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| TANQUE 1 | TANQUE 2 | TANQUE 3 | TANQUE 4 | TANQUE 5 | TANQUE 6 |
| 9.2 | 9.8 | 10.8 | 9.0 | 10.2 | 10.0 |
| 9.6 | 10.3 | 10.9 | 8.6 | 10.0 | 10.1 |
| 8.6 | 9.7 | 10.7 | 9.6 | 10.4 | 10.2 |
| 9.8 | 10.1 | 10.4 | 8.9 | 10.5 | 10.3 |
| 9.0 | 9.5 | 10.0 | 9.6 | 10.3 | 10.5 |
| 10.1 | 10.1 | 9.6 | 9.4 | 9.8 | 10.4 |
| 9.4 | 10.0 | 10.2 | 9.8 | 10.1 | 10.3 |
| 10.0 | 9.6 | 10.8 | 9.3 | 10.3 | 10.5 |
| 9.9 | 9.7 | 11.1 | 9.2 | 9.2 | 11.0 |
| 10.1 | 10.0 | 10.5 | 9.1 | 10.1 | 9.6 |
| 10.0 | 10.1 | 10.7 | 9.0 | 9.9 | 9.6 |
| 9.5 | 9.2 | 10.3 | 9.3 | 9.2 | 10.2 |
| 9.4 | 9.5 | 10.9 | 8.9 | 9.8 | 10.0 |
| 8.7 | 9.8 | 10.2 | 9.5 | 10.1 | 10.6 |
| 9.3 | 9.3 | 11.2 | 9.4 | 8.9 | 10.0 |
| 9.2 | 10.6 | 10.3 | 9.2 | 9.7 | 10.2 |
| 11.6 | 9.7 | 9.8 | 9.8 | 9.9 | 9.8 |
| 9.9 | 9.9 | 10.5 | 9.7 | 10.2 | 10.0 |
| 9.2 | 10.1 | 10.4 | 10.1 | 10.5 | 10.7 |
| 9.9 | 10.3 | 10.6 | 9.3 | 9.2 | 11.3 |
| 9.4 | 10.2 | 10.4 | 9.6 | 9.5 | 10.9 |
| 9.7 | 9.9 | 10.3 | 9.0 | 10.2 | 9.9 |
| 9.5 | 8.0 | 9.7 | 9.5 | 10.1 | 10.7 |
| 8.8 | 10.6 | 10.4 | 7.2 | 9.9 | 10.6 |
| 8.7 | 9.6 | 8.7 | 9.3 | 10.0 | 10.8 |
| 10.0 | 9.6 | * | 9.6 | 9.9 | 10.2 |
| 9.3 | 10.0 | * | 10.0 | * | 10.3 |
| 8.6 | 10.4 | * | 9.8 | * | * |
| 8.8 | 10.0 | * | 9.5 | * | * |
| 9.2 | 10.0 | * | 9.2 | * | * |
| 9.5 | 10.1 | * | * | * | * |
| * | 9.5 | * | * | * | * |
| * | 10.0 | * | * | * | * |
| * | 10.8 | * | * | * | * |
| * | 9.6 | * | * | * | * |
| * | 10.8 | * | * | * | * |
| 18C | 27C | 36C | 18C | 27C | 36C |
| DIETAS ENSAYADAS | | | | | |

APENDICE 5

TABLA XXVII.- Número de larvas sobrevivientes de Penaeus vannamei durante el ensayo de dos tipos de alimentación.

| DIA | LARVAS SOBREVIVIENTES | | | | No.DE LARVAS/TANQUE/DIA | | | |
|-----|-----------------------|----------|----------|----------|---------------------------|----------|----------|----------|
| | ALIMENTO VIVO | | | | ALIMENTO MICROENCAPSULADO | | | |
| | TANQUE 1 | TANQUE 2 | TANQUE 3 | TANQUE 4 | TANQUE 5 | TANQUE 6 | TANQUE 7 | TANQUE 8 |
| 0 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 | 8000 |
| 1 | 6400 | 5867 | 7200 | 5333 | 8000 | 8533 | 6933 | 5333 |
| 2 | 5750 | 6162 | 5857 | 5697 | 4550 | 4911 | 4857 | 4700 |
| 3 | 3625 | 3759 | 4323 | 5316 | 4592 | 4808 | 3891 | 4310 |
| 4 | 3959 | 4720 | 4077 | 4689 | 5426 | 3827 | 2572 | 3030 |
| 5 | 5062 | 4259 | 3290 | 4552 | 4502 | 5368 | 5299 | 5930 |
| 6 | 4123 | 3072 | 3390 | 3489 | 3105 | 5367 | 5143 | 3589 |
| 7 | 4638 | 4437 | 5086 | 4486 | 3881 | 6314 | 4832 | 4369 |
| 8 | 4133 | 2533 | 2133 | 2800 | 3733 | 3200 | 4000 | 2000 |
| 9 | 2667 | 2800 | 2267 | 933 | 3200 | 2533 | 4000 | 3200 |
| 10 | 1867 | 2667 | 3867 | 1867 | 2800 | 2533 | 1867 | 2400 |
| 11 | 3600 | 667 | 1867 | 1600 | 2533 | 1333 | 1467 | 2533 |
| 12 | 3467 | 1600 | 2133 | 2533 | 1733 | 1600 | 500 | 1733 |
| 13 | 2400 | 1067 | 933 | 1200 | 1200 | 667 | 267 | 1200 |
| 14 | 2133 | 1733 | 2100 | 933 | 933 | 800 | 0 | 2800 |
| 15 | 3733 | 2800 | 3200 | 1200 | 800 | 1200 | 0 | 2333 |
| 16 | 2775 | 2289 | 1642 | 1925 | 906 | 566 | 37 | 1302 |