

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



" EFECTO DE LA RACION ALIMENTICIA Y LA DENSIDAD DE  
CULTIVO SOBRE EL DESARROLLO LARVAL DE *Lyropecten*  
*subnodosus*"

Tesis que para obtener el título de

**OCEANOLOGO**

Presenta:

**Gamaliel Ortiz Cuel**

Ensenada, Baja California, México

Diciembre de 1994

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS**

**" EFECTO DE LA RACION ALIMENTICIA Y LA DENSIDAD DE CULTIVO**

**SOBRE EL DESARROLLO LARVAL DE *Lyropecten subnodosus*"**


**TESIS DE LICENCIATURA QUE PRESENTA**

**GAMALIEL ORTIZ CUEL**

**APROBADA POR**

  
**Oc. FERNANDO ADOLFO GARCIA PAMANES**  
**Presidente del jurado**

  
**Oc. GUILLERMINA CHI BARRAGAN**  
**Sinodal propietario**

  
**M.C. CONAL DAVID TRUE**  
**Sinodal propietario**

## AGRADECIMIENTOS

A Fernando y Luis García Pámanes por permitirme trabajar con sus ideas en el proyecto " Estudios iniciales para la producción de semilla de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* " así como a la ayuda brindada en la realización de este trabajo.

A Guillermina Chi Barrgan y a Conal David True, por su valiosa colaboración y sugerencias en la elaboración de este trabajo.

A Jesus Octavio Medina Hurtado, Javier García Pámanes y Aideé Siordia Montoya por la gran ayuda brindada en la fase experimental, sin la cual este trabajo no hubiera podido realizarse.

A la Universidad (UABC), la Facultad (FCM) y al Instituto (IIO), por el apoyo que me otorgaron.

A mis compañeros de estudio que me han brindado su ayuda y que me han permitido aprender de ellos.

Y a Dios por permitirme vivir cada día que pasa.

## **DEDICATORIA**

**A lo mas valioso que Dios me dio:**

### **MI FAMILIA**

**A mi padre, madre y hermanos por sus sacrificios, por sus regaños, por sus detalles de cariño, por el apoyo incondicional, por tenerme presente todo los días, por toda la felicidad que llevo dentro, por todo esto que se resume en una sola palabra " AMOR "**

**A mary por todo su cariño y amor brindados en todos los momentos que vivimos juntos.**

**A mis tios, primos y amigos que me han brindado su ayuda y amistad.**

## RESUMEN:

Se evaluó el efecto individual de la ración alimenticia y la densidad de cultivo, sobre la sobrevivencia y el crecimiento de las larvas de *Lyropecten subnodosus*, que fueron cultivadas bajo condiciones controladas. Los efectos de la ración se determinaron por triplicado, usando cuatro raciones de alimento de 1,250, 2,500, 3,750 y 5,000 (cel/larva), para la primera semana de cultivo, y de 2,500, 5,000, 7,500 y 10,000 (cels/larva) para la segunda semana, con una misma densidad de cultivo de 2.5 larvas/ml. El efecto de la densidad de cultivo se evaluó por triplicado, utilizando cuatro densidades de cultivo de 2.5, 5.0, 7.5, 10.0 (larvas/ml), con una ración constante de alimento de 3,000 cels/larva para la primera y segunda semana. Los resultados obtenidos indican que las raciones de alimento aplicadas no presentan diferencias significativas sobre el crecimiento y sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*, pero se presentaron tendencias favorables para el crecimiento hacia las raciones más altas, y tendencias favorables para la sobrevivencia hacia las raciones más bajas de alimento. Las densidades de cultivo no afectaron significativamente al crecimiento, no siendo lo mismo para la sobrevivencia, la cual fué efectada significativamente por las altas densidad de cultivo. En términos de crecimiento los mejores resultados se obtuvieron con las raciones mayores de alimento de 3,750 y 5,000 (cel/larva/día) para la primera semana y 7,500 y 10,000 (cel/larva/día) para la segunda semana y las diferentes densidades de cultivo no afectaron el crecimiento. En términos de sobrevivencias, los mejores resultados obtenidos fueron con densidades de cultivo de 2.5, 5.0 y 7.5 (larvas/ml) para la primera semana, y para la segunda semana de 2.5 larvas/ml; y con las raciones más bajas de alimento de 1,250, 2,500 y 3,000 (cel/larva/día), para la primera semana y de 2,500, 3,000 y 5,000 (cel/larva/día), para la segunda semana.

## INDICE GENERAL.

	Página.
<u>INTRODUCCION</u>	<u>1</u>
<u>ANTECEDENTES</u>	<u>3</u>
<u>HIPOTESIS Y OBJETIVO</u>	<u>12</u>
<u>MATERIALES Y METODO</u>	<u>13</u>
<u>RESULTADOS</u>	<u>19</u>
<u>DISCUSIONES</u>	<u>40</u>
<u>CONCLUSIONES</u>	<u>54</u>
<u>LITERATURA CITADA</u>	<u>55</u>

## LISTA DE FIGURAS

Página.

- Figura 1.- Crecimiento larvario de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 20
- Figura 2.- Crecimiento larvario de *L. subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 23
- Figura 3.- Supervivencia larval de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad constante de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 25
- Figura 4.- Supervivencia larval de *L. subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad constante de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 28
- Figura 5.- Crecimiento larvario de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración contante de 3,000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 30

Figura 6.- Crecimiento larvario de *L.subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración contante de 3,000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 33

Figura 7.- Sobrevivencia larval de *L.subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración contante de 3000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 34

Figura 8.- Sobrevivencia larval de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración contante de 3000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estandar.  
----- 38

Figura 9.- Crecimientos finales obtenidos, bajo diferentes raciones alimenticias y densidad de cultivo de 2.5 larvas/ml.  
----- 41

Figura 10 y 11.- Sobrevivencia final y tasa de sobrevivencia final, obtenidas bajo diferentes raciones alimenticias y densidad de cultivo de 2.5 larvas/ml.  
----- 45

Figura 12 y 13.- Efecto de la densidad y la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia de las larvas de *L. subnodosus*.  
----- 49

## LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla I .- Cantidad de células/larva suministrada diariamente en cada unidad experimental. -----	16
Tabla II.- Diferentes densidades de cultivo (larvas/ml) alimentadas diariamente con una misma ración. -----	16
Tabla III.- Incremento de longitud para los tratamientos R1, R2, R3 y R4, durante la primera y segunda semana de cultivo, así como para todo el desarrollo larval de las 2 semanas (exp. de raciones). -----	21
Tabla IV.- Densidades iniciales y finales para cada uno de los tratamientos R1, R2, R3 y R4 durante la primera y segunda semana del cultivo, así como el porcentaje de sobrevivencia final (exp.raciones). -----	26
Tabla V.- Tasa de crecimiento final para los tratamientos D1, D2, D3 y D4, durante la primera y segunda semana de cultivo, así como para todo el desarrollo larval. -----	31
Tabla VI.- Densidades iniciales y finales para cada uno de los tratamientos D1, D2, D3 y D4 durante la primera y segunda semana del cultivo, así como el porcentaje de sobrevivencia final del cultivo (exp.densidades) -----	36

## INTRODUCCION:

La alta demanda de productos marinos en los mercados nacionales e internacionales ha llevado a la explotación de diversos recursos con alto valor comercial (Reyes-Sosa, 1990 ; CIID,1986). En los últimos años, se ha recurrido a nuevas técnicas acuiculturales basadas en la producción de larvas y juveniles, debido a que las técnicas de obtención en los medios naturales resultan deficientes (Mottet, 1980).

En el mercado; algunos de los recursos con mayor demanda son los moluscos bivalvos, entre los cuales podemos mencionar a las ostras, mejillones y escalopas. De éstos, las escalopas representan en el mercado mundial un gran porcentaje de captura y cultivo con una producción de más de un millón de toneladas en peso fresco (Shumway, 1991, citado por Felix-Pico, 1993). Los principales productores de pectínidos son : Japón con 380 mil ton. cultivadas en 1990 de *Patinopecten yessoensis*, China con 120 mil ton. cultivadas en 1990 de *Argopecten irradians*, Canadá con 200 mil ton. capturadas en 1988 de *Placopecten magellanicus* y Estados Unidos con 120 mil ton. capturadas en 1984 de *Argopecten gibus*. En México, la especie más explotada en 1989 fué *Argopecten circularis*, con 32 mil ton. capturadas en peso vivo (FAO,1990).

En el litoral del pacífico mexicano encontramos 28 especies de pectínidos (Keen, 1971), de estas especies sólo tres son consideradas de importancia económica: la almeja voladora *Pecten vogdesi*, la almeja catarina *Argopecten circularis* y la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* (Baqueiro et al .,1982). Se reporta que *Pecten vogdesi*, se encuentra en peligro de extinción, que *Argopecten circularis* es una especie sobreexplotada y que *Lyropecten subnodosus* es una especie en vias de ser sobreexplotada (Baqueiro et al.,1981), por lo cual se considera importante llevar acabo estudios, asi como aplicación de nuevas técnicas para el cultivo de estas especies.

Con éste y otros trabajos complementarios dentro del proyecto " Estudios iniciales para la producción de semilla de la almeja mano de león *Lyropecten subnodosus* ", se pretende desarrollar una biotecnología para producción de semilla de esta escalopa en forma masiva, de tal manera que se puedan satisfacer en un momento dado los requerimientos necesarios para los cultivos a escala comercial; y al mismo tiempo optimizar los espacios del laboratorio y en general los costos de producción dentro de la etapa de laboratorio.

**ANTECEDENTES:**

*Lyropecten subnodosus* (Sowerby 1835), se distribuye, según Keen (1971) desde Laguna Ojo de Liebre, B.C., hasta Perú. La longitud máxima de su concha es de 175 mm (Keen, 1971). Estas especies habitan en fondos blandos y someros (Felix-Pico, 1993) de aproximadamente 15 m de profundidad (Bernard, 1988), su reproducción es hermafrodita (Keen, 1971) y durante su ciclo de vida las larvas son pelágicas, mientras que los juveniles y adultos presentan hábitos epibentónicos (Felix-Pico 1993).

Uno de los intereses principales en el cultivo de estas especies radica en la rápida tasa de crecimiento durante su primer año de vida (Mottet, 1979). Parsons y Dadswell (1992), trabajando con un cultivo intermedio de escolopas juveniles de *Placopecten magellanicus* suspendidas en el medio marino, con tamaño promedio de  $12.7 \pm 0.48$  mm (altura), obtuvieron en un año crecimientos que variaron de acuerdo a las densidades de los cultivos, que fueron desde 15 - 90 escolopas juveniles por arte de cultivo registrándose crecimientos de 53.1- 43.4 mm, respectivamente. Como se puede notar, en las densidades bajas se observaron altos crecimientos, por lo que existe una relación inversa entre el crecimiento de los organismos y la densidad del cultivo. Otro trabajo con características parecidas es el de Buestel *et al.* (1985), el cual realizó cultivos intermedios con especímenes de *Pecten maximus* de 5

mm de tamaño promedio, obteniendo en un año crecimientos de 27- 31 mm en condiciones naturales; por lo que el potencial de cultivo resulta excelente, considerando la magnitud del mercado y el alto valor unitario de los mismos, particularmente en los Estados Unidos y Francia, donde su consumo percapita aumenta progresivamente (Dupouy, 1983).

La escasa información sobre la biología y ecología de *Lyropecten subnodosus*, así como el gran potencial que tiene para la acuicultura motivaron a que el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) en 1992, iniciara estudios orientados al desarrollo de técnicas de producción de semilla en condiciones controladas, logrando la metamorfosis y fijación sobre costales cebolleros. A pesar de estos adelantos, la sobrevivencia en estas etapas fueron bajas (García-Pámanes, com.per).

Otros estudios enfocados en esta especie, fueron realizados por Carvajal-Rascón (1987), en los cuales se obtuvieron resultados propicios en el acondicionamiento de *L. subnodosus*, induciendo a estos organismos a la madurez gonadal y finalmente al desove. Los resultados obtenidos en este trabajo durante el desarrollo larval no fueron muy exitosos, ya que en los estadios veliger avanzados los porcentajes de sobrevivencia fueron bajos, por lo que la producción de semilla fué nula.

La primera fase en el cultivo de cualquier bivalvo consiste en la obtención de semilla (Bourne *et al.*,1989). La producción acuicultural de ostiones, mejillones y escalopas, dependen fundamentalmente de la semilla del medio natural (Mottet, 1980). Sin embargo, el desarrollo de biotécnicas de cultivo en los medios naturales se ha visto frenado por la baja captación de semillas, presentándose como un problema para algunos institutos de investigación como el caso del trabajo realizado por Velez y Lodeiros (1990) sobre la vieira tropical *Pecten ziczac*, del Centro Internacional de Investigaciones para el desarrollo (CIID) en Canadá, así como el trabajo presentado por Carvajal-Rascón (1985), para la almeja mano de león, del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), en el cual la captación de semilla por medio de colectores tipo "longline" en la bahía de Bacoichampo, Guaymas, Sonora, fué muy reducida, pues como máximo se logró un total de 35 fijaciones (repartidas en 200 colectores) de esta especie, en sólo uno de los meses del periodo de muestreo, que fué de un año.

Por lo anterior, es evidente que la escacés de bancos extensos de semilla y la imposibilidad de utilizar colectores para captar semilla de manera eficiente, frecuentemente hacen necesaria la producción en criaderos (Mottet, 1980).

Si bien las técnicas básicas para la producción de semilla de bivalvos fueron desarrolladas hace más de 20 años (Loosanoff y Davis, 1963), es bien conocida la necesidad de adaptarlas a cada especie en particular, como la almeja *Mercenaria mercenaria* (Castagna y Kraeuter,1981), y algunos pectínidos como *Patinopecten yessoensis* y *Crassadoma gigantea* (Bourne et al.,1989).

Una biotécnica básica de acuerdo a los trabajos realizados por Loosanoff y Davis, (1963) incluye los siguientes aspectos:

- |                               |                   |
|-------------------------------|-------------------|
| a).-Obtención de progenitores | e).-Incubación    |
| b).- Acondicionamiento        | f).-Cria de larva |
| c).-Desove                    | g).-Fijación      |
| d).-Fertilización             |                   |

En relación a la cría de larvas, los aspectos más importantes a considerar son: el efecto de los parámetros fisicoquímicos como la temperatura y salinidad, así como las condiciones del medio de cultivo, la densidad de los organismos en el cultivo y la disponibilidad de alimento (Castagna y Craeuter, 1981). Estos aspectos varían para cada especie y es importante considerar información de otros trabajos de bivalvos marinos, ya que es válido que

técnicas bien desarrolladas para una especie en particular sean aplicadas y adaptadas a otras especies comerciales (Chanley, 1972; Bourne *et al.*, 1989).

Loosanoff *et al.* (1951), estudiaron los efectos que producen los cambios repentinos de la temperatura en el desarrollo larval de *Mercenaria mercenaria*, encontrando que sus rangos de tolerancia son de 18°C a 30° C; así mismo, observaron que a 15 y 33°C, con tiempos de exposición prolongados de 3 a 9 hrs, hay un retardo en el crecimiento, un desarrollo larval anormal y altas mortalidades, así como un bajo porcentaje de metamorfosis. Otra observación importante que arrojaron los resultados de estos experimentos fué una relación inversa entre la temperatura y el tiempo en que las larvas llegan a la metamorfosis, encontrando que a temperaturas cercanas a los 30°C, las larvas alcanzan la metamorfosis en un periodo de 5 a 7 días, sin embargo cuando se aplican temperaturas cercanas a los 18°C, las primeras metamofosis llegan 16 días despues de la fertilización. Por otro lado Chanley (1972), recomienda temperaturas de 24°C a 27°C como las óptimas para larvas de *Crassostrea virginica*, *Barnea truncata*, *Cyrtopleura costata* y *Mercenaria mercenaria*.

En cuanto a la salinidad, uno de los primeros trabajos reportados al respecto fué el de Davis (1958), quien encontró que el rango de salinidad límite

para las larvas de *Mercenaria mercenaria* va de 17.5 a 36 ppm, reduciendo este límite a un óptimo de 27 pmm.

Otros trabajos experimentales hechos en Japón y Canadá, han interrelacionado la temperatura y la salinidad, mostrando que para un óptimo desarrollo larval de la escalopa japonesa *Patinopecten yessoensis* se requieren rangos de temperatura de 10 a 15°C y salinidades de 30 - 40 ppm (Bourne *et al.*,1989), y para la escalopa de roca *Crassadoma gigantea*, los rangos adecuados de temperatura son de 15 a 18°C y salinidades de 25 a 29 ppm. (Bourne *et al.*,1989).

Loosanoff y Davis (1963), señalan que un problema importante en las fases de crecimiento de los estadios larvales de los moluscos en general, es determinar la máxima densidad a la cual se obtienen un crecimiento y sobrevivencia óptimas. Los mismos autores realizaron experimentos con larvas de *Mercenaria mercenaria* usando densidades de 6, 13, 26 y 52, larvas/ml, las cuales se alimentaron con 100,000 cel/ml de *Chlorella sp*, encontrando que al aumentar la densidad del cultivo, el tamaño promedio de las larvas y el porcentaje de sobrevivencia disminuyen. Bourne *et al.*, (1989), menciona que alguna de las causas que afectan la sobrevivencia y el crecimiento es la sobrepoblación en los tanques de cultivo, ya que pueden

ocurrir altos niveles de desechos metabólico y daños físicos producidos por colisión .

Por otra parte, si no es adecuada la ración alimenticia en cuanto a los requerimientos nutricionales de larvas de moluscos, se puede producir un retardo en el tiempo en el cual ocurre la metamorfosis, por lo que las algas unicelulares vivas siguen siendo la mejor fuente nutricional para este tipo de organismos (Bourne *et al.*,1989). Además, Chanley, (1972) y Cahalan *et al.*, (1989), mencionan que la ración alimenticia basada en microalgas debe ser bien controlada, ya que una baja alimentación ocasiona bajos crecimientos, y una sobrealimentación puede resultar fatal para los organismos.

Algunas de las especies de microalgas utilizadas por sus características (de presentar una membrana celular delgada, ausencia de espinas y tamaño de célula adecuada), son *Isochrysis galbana* (Loosanoff y Davis,1963; Gruffydd *et al.*,1972; Chanley,1972; Rojas *et al.*,1988; Bourne *et al.*, 1989), *Monochrysis Lutheri* (Chanley,1972; Bourne *et al.*,1989), *Chaetoceros calcitrans* (Gruffydd *et al.*.,1972; Bourne *et al.*.,1989 ) y *Thalassiosira pseudonana* (Rojas *et al.*,1988).

En relación a los factores, que afectan el óptimo desarrollo larval, autores como Rojas *et al.*(1988), han llegando a la conclusión que la ración

alimenticia y la densidad de cultivo como parámetros aislados, así como su interacción, afectan significativamente la sobrevivencia y el crecimiento; y recomiendan ciertas condiciones de cultivo que son óptimas para especies como *Pecten ziczac*, para la cual se encontró que una densidad de 5 larvas/ml y una concentración alimenticia de  $10 \times 10^3$  cel/ml de una dieta de *Isochrysis galbana* y *Thalassiosira pseudonana*, producen buenos resultados.

Para las escalopas *Patinopecten yessoensis* y *Crassadoma gigantea* se menciona que la densidad larval y la ración alimenticia varía de acuerdo a la edad de las larvas, recomendando que para larvas de 3 a 10 días se pueden utilizar densidades de 1.5 a 1.75 larvas/ml y para larvas de más de 17 días, 1.0 larva/ml resulta eficiente para un buen desarrollo. En cuanto a la ración alimenticia, para las larvas de 3 a 5 días de la misma especie, se recomiendan concentraciones diarias de 5,000 cel/ml, para larvas de 6 a 10 días concentraciones diarias de 10,000 cel/ml y para larvas de 11 a 15 días concentraciones de 12000-15000 cel/ml de una dieta combinada de microalgas basadas en *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis sp* y *Thalassiosira pseudonana* (Bourne *et al.*, 1989).

Para la escalopa *Pecten maximus* se han realizado experimentos con diferentes densidades de cultivo, dietas y raciones alimenticias, encontrando

que las mejores densidades de cultivo son de 1.5 a 10 larvas/ml, y que las concentraciones alimenticias de 50 a 200 cel/ $\mu$ l, de una dieta combinada de *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros calcitrans*, producen buenos resultados (Gruffydd y Beaumont, 1972).

Para observar el desarrollo larvario de *Lyropecten subnodosus*, Carvajal-Rascón, (1987) realizó cultivos bajo diferentes concentraciones de alimento y densidades de cultivo, no encontrando condiciones óptimas para llegar a la metamorfosis y obtener fijaciones. Algunos adelantos en la investigación para el cultivo larvario de esta especie se han realizado por parte del IIO (García-Pámanes, com.per.) y el ITESM (Carvajal-Rascón, 1987), los cuales indican que la salinidad de la zona costera de la península de Baja California es adecuada para el cultivo de estos organismos y que una temperatura cercana a los 25°C proporciona condiciones adecuadas para lograr un rápido crecimiento, por lo tanto, resta investigar entre otras muchas cosas el efecto de la densidad y la ración alimenticia para optimizar la cría de larvas.

**HIPOTESIS:**

Como hipótesis, se propone que la mejor sobrevivencia y crecimiento de *Liropecten subnodosus* se obtendrán con las densidades más bajas y las raciones alimenticias más altas o intermedias.

**OBJETIVO:**

De acuerdo a los antecedentes anteriormente mencionados , este trabajo tiene como fin evaluar el efecto individual de la densidad de cultivo y la ración alimenticia sobre el crecimiento y porcentaje de sobrevivencia durante los estadios larvales de la almeja mano de león, *Lyropecten subnodosus*.

## **MATERIALES Y METODOS.**

Los experimentos se efectuaron en el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (IIO) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC). Los parámetros físicos que se controlaron durante el experimento fueron la temperatura y la calidad del agua.

### **TEMPERATURA:**

El agua de mar utilizada permaneció a temperatura ambiente durante la primera semana y debido a la gran variación de la misma se procedió a controlarla mediante un sistema sencillo. Se ajustó dentro de los estanques la temperatura deseada (25°C) con calentadores eléctricos de 300 watts, homogenizando el agua con bombas de flujo continuo, posteriormente, dentro de los estanques se colocaron los recipientes de 10 l con las larvas.

### **CALIDAD DEL AGUA:**

El agua de mar se filtró a través de cartuchos de una micra de diámetro, irradiada con luz ultravioleta y renovada cada dos días, para controlar el crecimiento de hongos y bacterias (Bourne *et al.*, 1989).

**DESCRIPCION DE EXPERIMENTOS:**

Se realizaron paralelamente dos experimentos: en el primero de ellos se aplicaron 4 diferentes raciones de la microalga *Isochrysis galbana* a larvas de *L.subnodosus*, manteniendo la densidad constante de éstas. Para el segundo experimento se ajustaron cuatro diferentes densidades de cultivo y se les administró una ración constante de *Isochrysis galbana*.

Los experimentos se realizaron de manera independiente y con tres réplicas cada uno, con la intención de evaluar el efecto individual de la ración alimenticia y la densidad de cultivo.

Para cada uno de los experimentos se requirió lo siguiente: Se utilizaron larvas de mano de león, las cuales fueron obtenidas de progenitores maduros por medio de desoves provocados por cambios graduales de temperatura, las densidades de cultivo se ajustaron de acuerdo al diseño experimental en 12 recipientes (se ocuparon 12 recipientes ya que fueron 4 diferentes tratamientos con tres réplicas cada uno, dando un total de 12 recipientes) de 10 l, previamente lavados y desinfectados con hipoclorito de sodio a una concentración del 5 %. Los experimentos fueron mantenidos con aireación y temperatura constante (ver Tabla 1 y 2).

**AJUSTE DE DENSIDADES EXPERIMENTALES:**

Una vez en estadio "D" veliger (después de 48 hrs) las larvas se drenaron de tanques cónicos de fibra de vidrio con 500 l de capacidad, haciéndola pasar por un tamiz de 70  $\mu\text{m}$  para la obtención de tamaños estándares; éstas fueron depositadas en un recipiente de volúmen conocido. Para obtener la densidad de éste recipiente, se tomaron 6 muestras de 1 ml del medio previamente homogenizado y fueron contadas en una cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1ml, con ayuda de un microscopio compuesto con un objetivo de 10x, estos conteos fueron promediados obteniendo así la densidad del recipiente (larvas/ml). De acuerdo a la densidad en larvas/ml obtenida en este recipiente, por medio de un cálculo aritmético sencillo (regla de tres), se ajustaron las unidades experimentales de la siguiente forma: en recipientes de 10 l se agregaron 5 l aproximadamente de agua de mar previamente tratada, se colocó la cantidad de larvas/ml obtenidas mediante el cálculo y por medio de sifoneo se depositaron dentro de los recipientes de 10 l; finalmente los recipientes fueron aforados a 10 l con agua de mar.

**EXPERIMENTO No 1.- ( DIFERENTES RACIONES ALIMENTICIAS):**

Se aplicaron 4 raciones distintas de *Isochrysis galbana* a densidades de 2.5 larvas/ml, en 12 recipientes con agua de mar (Tabla I).

Tabla I.-Cantidad de células/larva suministradas diariamente en cada unidad experimental.

Densidades(larvas / ml)	Semana I(Células / larva)	Semana II(Células /larva)
2.5	R1 - 1,250	R1 - 2,500
2.5	R2 - 2,500	R2 - 5,000
2.5	R3 - 3,750	R3 - 7,500
2.5	R4 - 5,000	R4 - 10,000

**EXPERIMENTO No 2 (DIFERENTES DENSIDADES DE CULTIVO):**

Se colocaron 4 diferentes densidades de cultivo, en 12 recipientes con agua de mar (todas alimentadas con la misma ración. (Tabla II).

Tabla II.-Diferentes densidades de cultivo (larvas/ml) alimentadas diariamente con una misma ración.

Densidades(larva / ml)	Semana I(Células / larva)	Semana II(Células /larva)
D1 - 2.5	3000	3000
D2 - 5.0	3000	3000
D3 - 7.5	3000	3000
D4 - 10	3000	3000

## CUANTIFICACION Y MEDICION DE LAS MUESTRAS:

Se realizaron cuatro muestreos para cada una de las semanas del experimento, estos muestreos fueron efectuados los días 2, 4, 7 y 9 para la primera semana y para la segunda semana los días 10, 12, 14 y 17 del cultivo.

La cuantificación se hizo recolectando las larvas de cada unidad experimental por separado. Con tamices se retuvieron los organismos de cada recipiente depositándolos en una probeta graduada aforada con agua de mar a 1 l, el medio fue homogenizado con un agitador plástico. Al mismo tiempo de la homogenización se tomaron 3 muestras aleatoriamente de 1 ml para cada una de las unidades experimentales con una pipeta de succión automática ajustada a 1 ml.

Los cambios de agua se realizaron posteriormente a la toma de las muestras, las cuales se fijaron en formol al 4% para su análisis, y posteriormente los recipientes de 10 l se acomodaron en forma azarosa dentro de los estanques. Las muestras fijadas con formol fueron depositadas sobre una cámara de conteo Sedgwick-Rafter de 1ml, y se evaluaron con un microscopio compuesto .

Para evaluar el porcentaje de sobrevivencia, se realizó el conteo del número total de larvas de cada una de las muestras y se comparó con el número de larvas con el que se inició el experimento.

Para determinar la tasa de crecimiento, se tomó la longitud antero-posterior de 10 a 12 larvas de cada muestra y se comparó con las longitudes medidas para las larvas del muestreo inmediato anterior. Para el conteo de las larvas se utilizó el objetivo de 10x y para la medición se ocupó una reglilla ocular micrométrica colocada en el ocular del microscopio compuesto y posteriormente calibrada con el objetivo de 40x.

#### **TRATAMIENTO ESTADISTICO:**

Los datos se analizaron de la siguiente manera: para cada uno de los experimentos, primeramente se aplicó una prueba de normalidad de Lilliefors a los porcentajes de sobrevivencia así como a la tasa de crecimiento; posteriormente, se aplicó una prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett para cada día de muestreo y finalmente se trabajó con pruebas de análisis de varianza de Bartlett para establecer una posible diferencia significativa entre los tratamientos. Cuando se detectaron diferencias entre tratamientos, los datos fueron analizados con una prueba *a posteriori* de Tukey para identificar los tratamientos diferentes entre sí.

**RESULTADOS:****Experimento No 1.- (Diferentes raciones alimenticias).**

La temperatura promedio durante la primera semana del cultivo, fluctuó alrededor de los 19.5°C. En el día la temperatura máxima registrada fué de 26°C, mientras que la mínima fué de 17°C. Para la segunda semana, el promedio de temperatura registrado fué de 24.5°C, con temperaturas máximas de 30°C y como mínima 16°C. El aumento en la temperatura para la segunda semana fué debido a la colocación de calentadores eléctricos en el sistema de homogenización de la temperatura del agua, como se menciona en el metodo descrito anteriormente

**1.1).- Crecimiento de las larvas durante la primera semana de cultivo.**

El efecto de la ración alimenticia en el crecimiento de las larvas de *L.yropecten subnodosus*, está representado en la figura 1. Como se puede observar, durante los tres primeros muestreos que se realizaron los días 2, 4 y 7 del cultivo, no se notaron diferencias acentuadas entre los tratamientos. El análisis de varianza realizado para cada fecha, no muestra diferencias significativas (Tabla I del Apéndice I) . Para el último muestreo de esta semana, es decir, el día 9 del cultivo, se presentó la mayor diferencia, misma que se dio entre el tratamiento R1 (1,250 cel/larva/día) y el R3 ( 3,750 cel/larva/día) , encontrando una diferencia de  $10.56 \pm 3.98 \mu\text{m}$  (ver Tabla III).

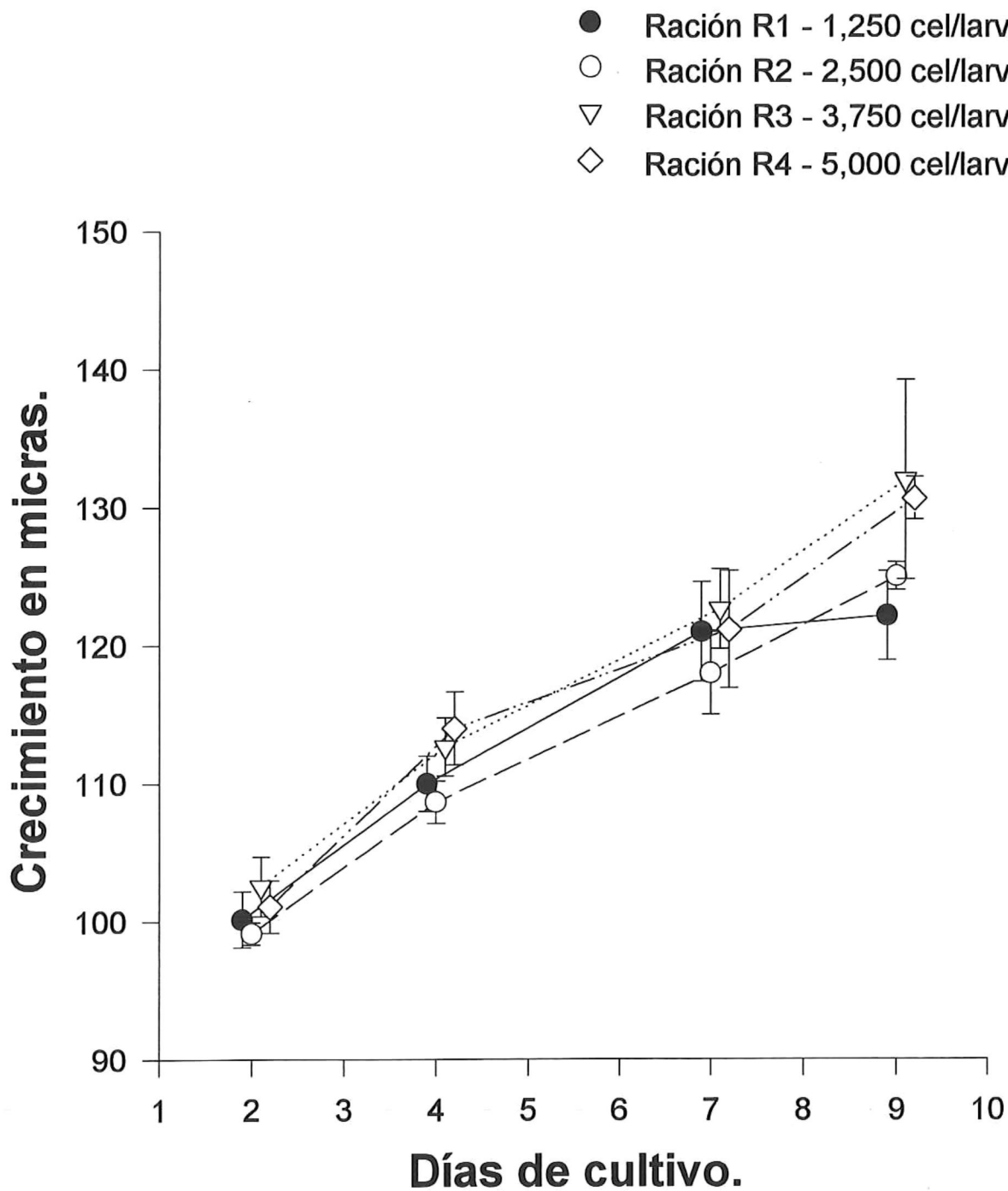


Figura 1.- Crecimiento larvario de *L.subnodosus* durante la primera semana , bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  una desviación estándar.

Tabla III.- Incremento de longitud para los tratamientos R1, R2, R3 y R4, durante la primera y segunda semana de cultivo, así como para todo el desarrollo larval de las dos semanas (Experimento de raciones).

Periodo	Tratamiento Ración (cel/larva/día)	Longitud inicial ( $\mu\text{m}$ )	Longitud final ( $\mu\text{m}$ )	Incremento de longitud ( $\mu\text{m}$ )
Semana 1	R1- 1,250	100.13	122.16	22.03
Semana 1	R2 - 2,500	99.13	125	25.87
Semana 1	R3- 3,750	102.53	132	29.47
Semana 1	R4- 5,000	101.07	131	29.93
Semana 2	R1- 2,500	151	190.33	39.33
Semana 2	R2 - 5,000	151	197.33	46.33
Semana 2	R3 - 7,500	151	196	45
Semana 2	R4 - 10,000	151	198.66	47.67

Sin embargo, como se mencionó anteriormente, el análisis de varianza indica que los tratamientos no fueron diferentes significativamente, aunque la probabilidad fué cercana al nivel de significancia.

#### **1.2).-Crecimiento de las larvas durante la segunda semana de cultivo.**

El crecimiento promedio en función de la ración alimenticia para esta semana, está representado en la figura 2. En el análisis de varianza realizado para las longitudes alcanzadas los días 12, 14 y 17, no se encontraron diferencias significativas (Tabla II del Apéndice I.); las mayores diferencias se encontraron en los días 14 y 17 entre los tratamientos R1 (1,250 cel/larva/día) y R4 (5,000 cel/larva/día). Para el día 14, en el tratamiento R1 se obtuvo una longitud promedio de  $172.23 \pm 7.02 \mu\text{m}$ , y en el tratamiento R4 el promedio de longitud obtenido fué de  $185 \pm 4.61 \mu\text{m}$ , encontrando una diferencia de  $13.1 \pm 2.41 \mu\text{m}$ . Para el último día del muestreo (día 17 del cultivo), la diferencia final entre la mayor longitud alcanzada (tratamiento R4) y la menor (tratamiento R1) fué  $8.33 \pm 4.35 \mu\text{m}$  (ver Tabla III).

La Tabla III, muestra una clara diferencia entre los incrementos de longitud de las larvas en las dos semanas, ya que para la primera y segunda semanas, el incremento promedio de longitud entre los tratamiento fué de  $26.83 \pm 3.67 \mu\text{m}$ , y  $44.58 \pm 3.67 \mu\text{m}$  respectivamente, lo cual indica que para la segunda etapa del desarrollo larval, se registró un aumento significativo en el

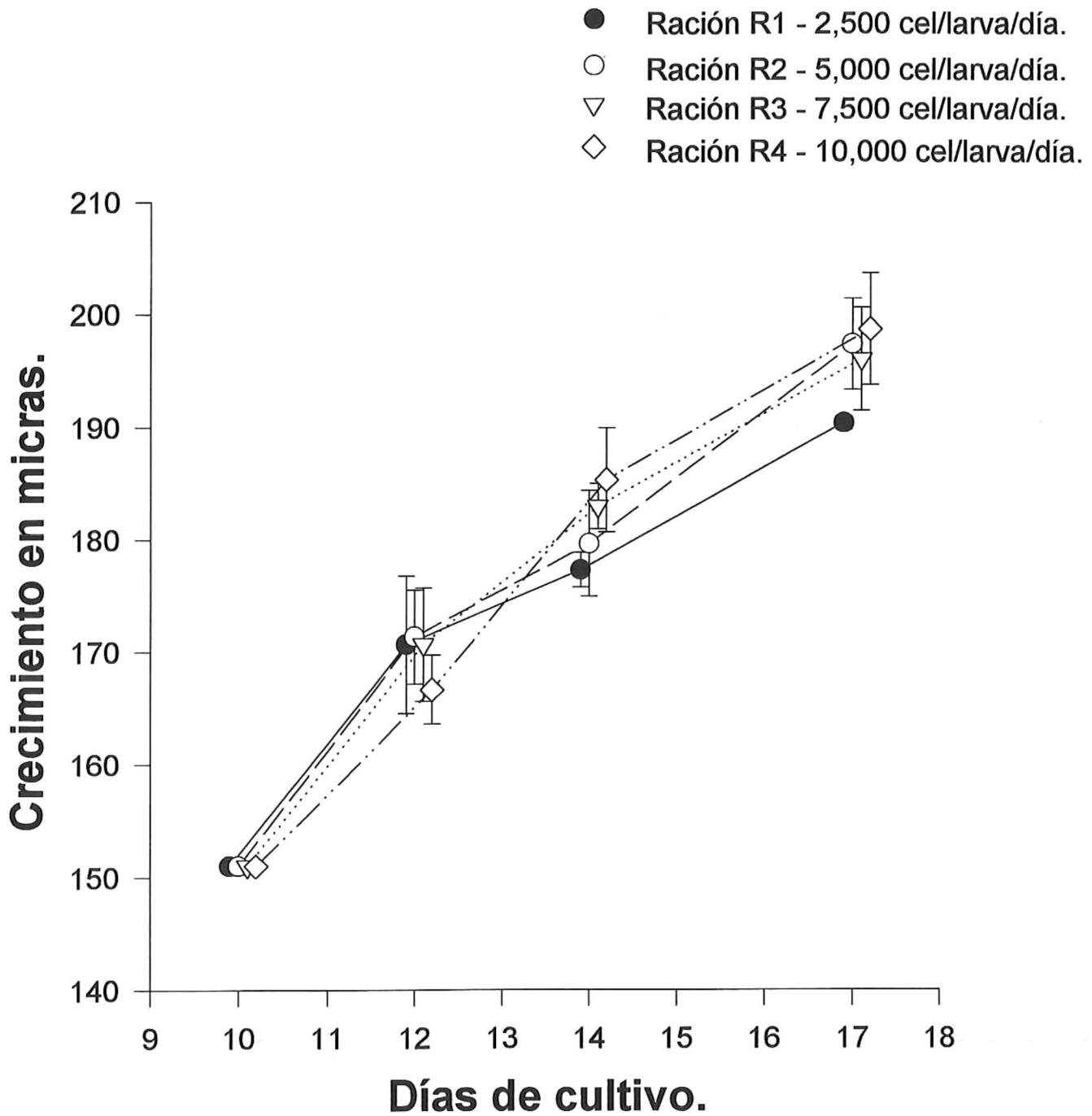


Figura 2.- Crecimiento larvario de *L. subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes concentraciones de alimento y densidad de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

crecimiento, al casi duplicarse dicho incremento de longitud (Tabla III), aunque esta comparación es cuestionable, ya el tamaño inicial para cada tratamiento en la segunda semana, sólo se realizó una estimación general la cual fué conveniente tomarla con reserva.

### **1.3).- Supervivencia de las larvas durante la primera semana del cultivo.**

La supervivencia de las larvas de *Lyropecten subnodosus* en función de la ración durante la primera semana del cultivo, está representada en la figura 3. Los análisis de varianza realizados para los días 4, 7 y 9 del muestreo, no indicaron diferencias significativas (Tabla I del Apéndice II.), a pesar de esto se observaron tendencias favorables a las raciones bajas e intermedias, como se puede notar en la figura 3. Para el último día del cultivo de esta semana los mayores porcentajes obtenidos fueron para los tratamientos R1 (1,250cel/larva/día) y R2 (2,500 cel/larva/día) con  $81.79 \pm 3.3\%$  y  $79.22 \pm 26.5\%$  de supervivencia respectivamente, y las menores fueron para los tratamientos R3 (3,750 cel/larva/día) y R4 (5,000 cel/larva/día) con  $71.68 \pm 18.9 \%$  y  $71.78 \pm 7.6 \%$  de supervivencia respectivamente (ver Tabla IV).

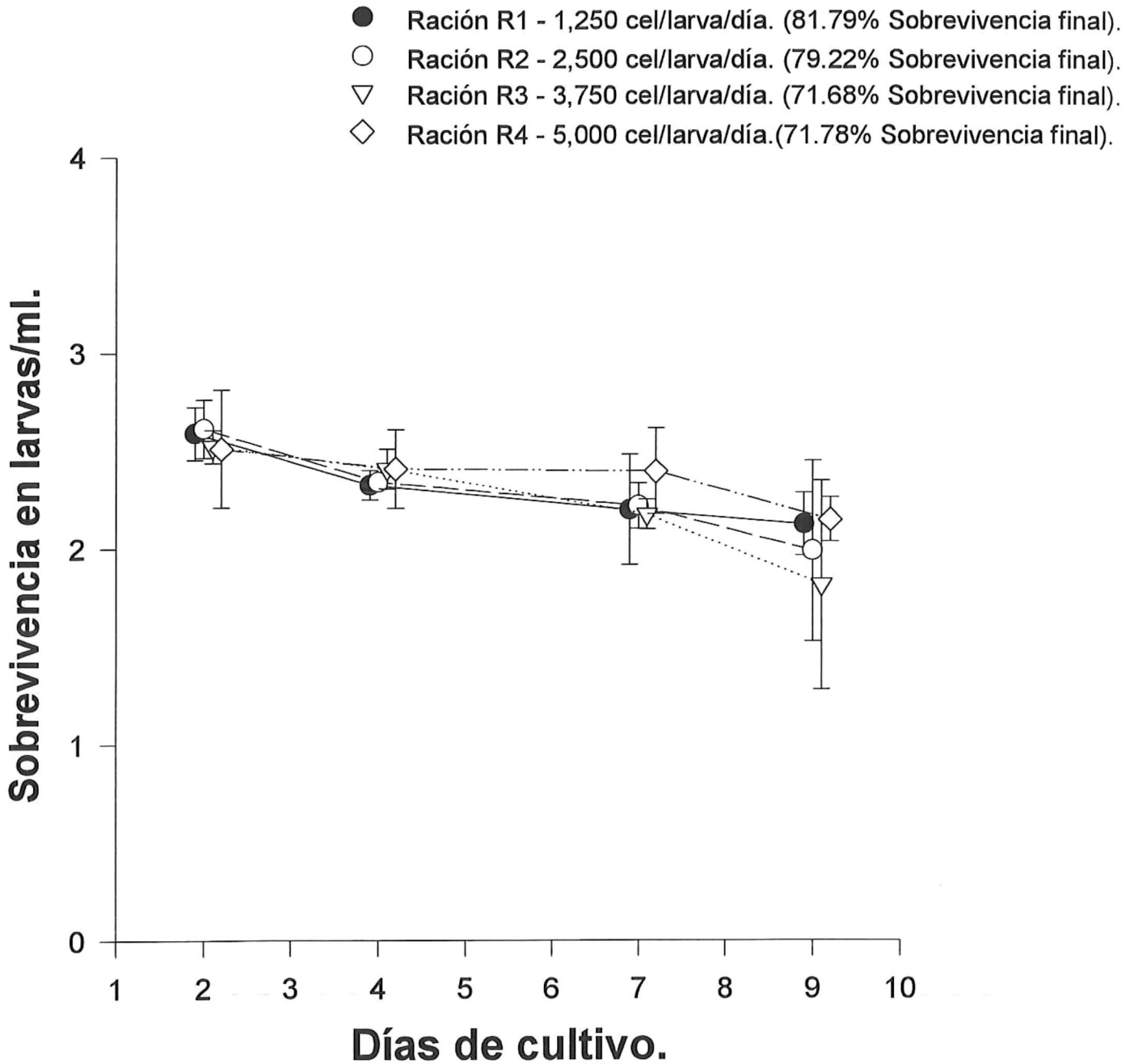


Figura 3.- Sobrevivencia larval de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes concentraciones de alimento de *I. galbana* y densidad constante de 2.5 larvas/ml. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

Tabla IV.- Densidades iniciales y finales para cada uno de los tratamientos R1, R2, R3 y R4 durante la primera y segunda semana del cultivo así como el porcentaje de sobrevivencia final para cada una de las semanas de cultivo (experimento de raciones).

Periodo	Tratamiento Ración (cel/larva/dia )	Densidad inicial (larvas/ml)	Densidad final (larvas/ml)	Porcentaje de sobrev. final
Semana 1	R1- 1,250	2.58	2.11	81.79
Semana 1	R2 - 2,500	2.61	1.88	79.22
Semana 1	R3- 3,750	2.52	1.82	71.68
Semana 1	R4- 5,000	2.51	1.79	71.78
Semana 2	R1 - 2,500	2.5	1.97	79.52
Semana 2	R2- 5,000	2.5	1.81	72.44
Semana 2	R3 -7,500	2.5	1.66	66.2
Semana 2	R4- 10,000	2.5	1.71	68.4

#### 1.4).- **Sobrevivencia de las larvas durante la segunda semana del cultivo.**

La figura 4, nos muestra las sobrevivencias obtenidas para esta semana. Los porcentajes de sobrevivencia finales obtenidos fueron más bajos. Comparados con los porcentajes de la primera semana (ver Tabla IV), los mejores resultados obtenidos fueron para los tratamientos R1 (1,250 cel/larva/día) y R2 (2,500 cel/larva/día) con un porcentaje de sobrevivencia de  $79.54 \pm 9.8\%$  y  $72.44 \pm 15.3\%$  respectivamente. En los tratamientos restantes se observaron sobrevivencias más bajas en comparación de las dos primeras, como se muestra en la Tabla IV. A pesar de las diferencias para esta semana, los análisis de varianza realizados no presentaron diferencias significativas (Tabla II del Apéndice II. ). Los valores iniciales de densidad para la segunda semana no son muy precisos, ya que sólo se realizó una estimación muestral; lo que posiblemente hubiera señalado diferencias entre los lotes de las larvas.

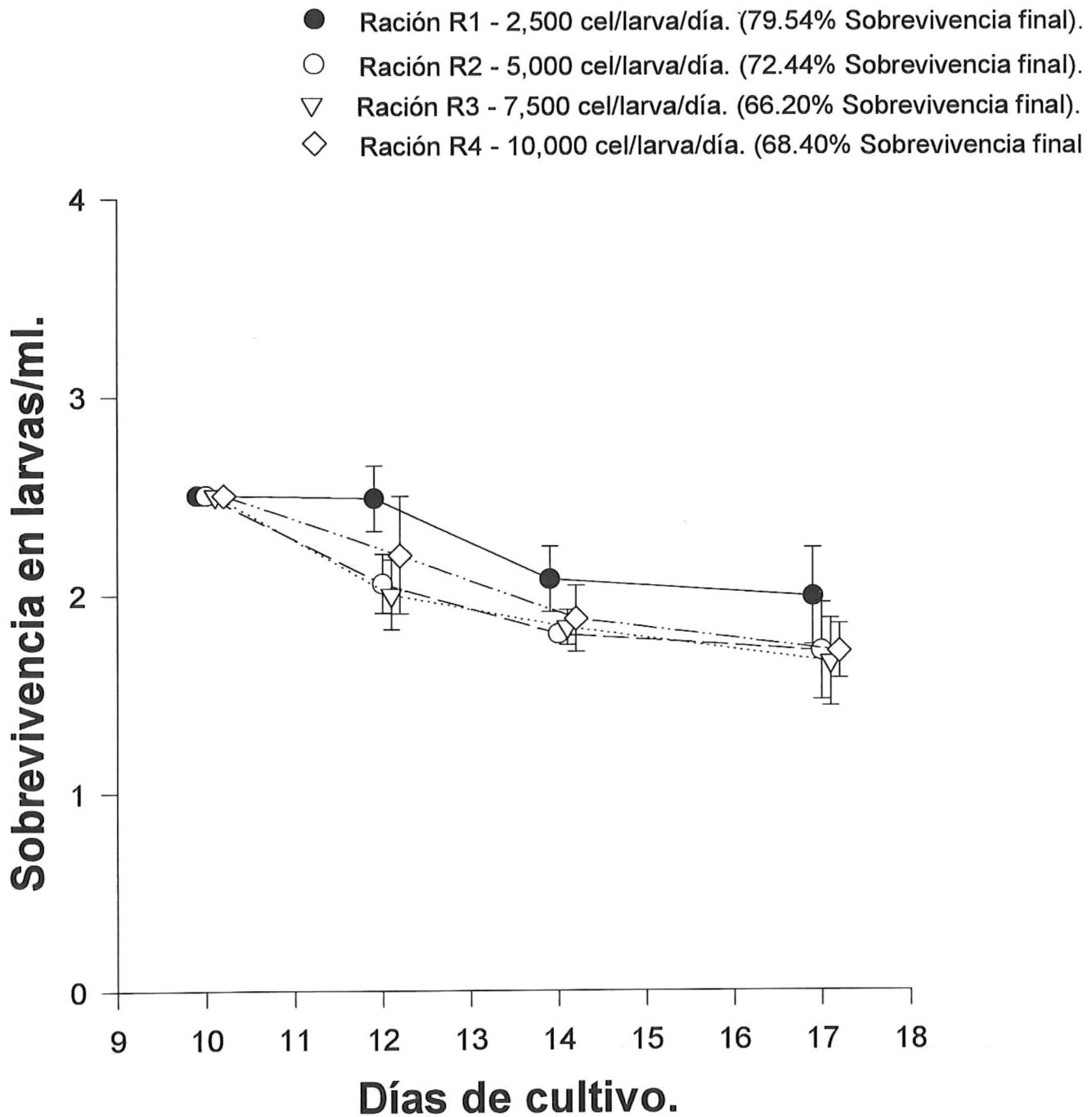


Figura 4.- Sobrevivencia larval de *L.subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes concentraciones alimenticias de *I.galbana* y densidad constante de 2.5 larvas/ml. las barras verticales indican más  $\pm$  desviación estándar.

## **EXPERIMENTO No 2.- (Diferentes densidades de cultivo)**

La temperatura promedio durante la primera semana del cultivo fluctuó alrededor de los 19.44 °C. En el día la temperatura máxima registrada fué de 25°C, mientras que la mínima fué de 16°C. Para la segunda semana, el promedio de temperatura registrado fué de 25.6°C, con temperaturas máximas de 27°C y como mínima 17.3°C. El aumento en la temperatura para la segunda semana fué debido a la colocación de calentadores eléctricos en el sistema de homogenización de la temperatura del agua, como se menciona en el método anteriormente descrito.

### **2.1).- Crecimiento de las larvas durante la primera semana de cultivo.**

El crecimiento en función de la densidad durante la primera semana del cultivo se representa en la figura 5. Para el último muestreo (día 9 del cultivo), se presentó la mayor diferencia que fué entre el tratamiento D1 (2.5 larvas/ml) en relación con el tratamiento D3 (7.5 larvas/ml), el cual obtuvo el mayor incremento de longitud, siendo éste de 37.33  $\mu\text{m}$ /semana y el menor incremento de longitud obtenido fué para el tratamiento D1 con 31.8  $\mu\text{m}$ /semana. Para los tratamientos restantes, las longitudes finales en esta semana fueron de  $133.66 \pm 6.43 \mu\text{m}$  y  $132 \pm 2 \mu\text{m}$  respectivamente (Tabla V). A pesar de las diferencias, los análisis de varianza realizados para los muestreos de los días 4, 7 y 9, no presentaron diferencias significativas (Tabla I del Apéndice III)

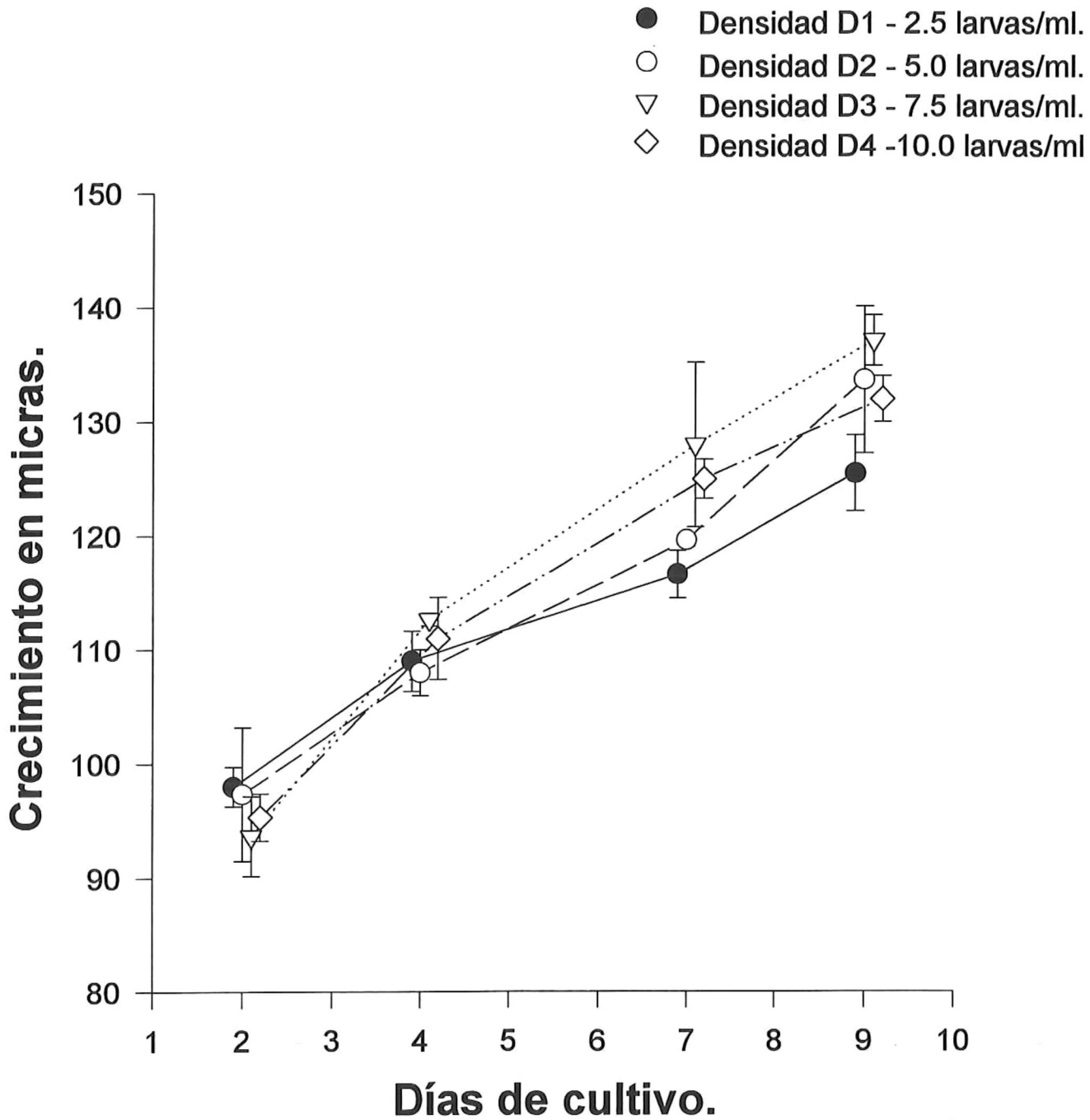


Figura 5.- Crecimiento larval de *L.subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración constante de 3,000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

Tabla V.- Tasa de crecimiento final para los tratamientos D1, D2, D3 y D4, durante la primera y segunda semana de cultivo, así como para todo el desarrollo larval en las dos semanas (Exp de densidades).

Periodo	Tratamiento (larvas/ml)	Longitud inicial ( $\mu\text{m}$ )	Longitud final ( $\mu\text{m}$ )	Incremento de longitud ( $\mu\text{m}$ )
Semana 1	D1 - 2.5	98	129.8	31.8
Semana 1	D2 - 5.0	97	133.66	36.66
Semana 1	D3 - 7.5	93.67	130.66	37.33
Semana 1	D4 -10.0	95.33	132	36.67
Semana 2	D1 - 2.5	151	196.33	45.33
Semana 2	D2 - 5.0	151	197	46
Semana 2	D3 - 7.5	151	196.67	45.67
Semana 2	D4 -10.0	151	196.33	45.33

## 2.2).- Crecimiento de las larvas durante la segunda semana de cultivo.

Para esta semana los incrementos en los crecimientos finales obtenidos entre los tratamientos fueron superiores a los obtenidos en la primera semana del cultivo (ver Tabla V). Los crecimientos para la segunda semana de cultivo están representados en la figura 6, donde se observa que las diferencias entre los tratamientos no fueron muy acentuadas, ya que durante el último muestreo de la semana los crecimientos obtenidos se comportaron de manera uniforme en todos los tratamientos, obteniéndose un incremento promedio en el crecimiento de  $45.58 \pm 0.32 \mu\text{m/semana}$  (ver Tabla V). Los análisis de varianza realizados para estos muestreos no presentaron diferencias significativas, aunque como ya se ha señalado anteriormente, en los resultados del experimento No. 1, las longitudes iniciales no son muy confiables debido a que sólo se realizó una sola estimación en el principio de la segunda semana.

## 2.3).- Sobrevivencia de las larvas durante la primera semana de cultivo.

La sobrevivencia en función de la densidad de cultivo está representada en la figura 7. Todos los análisis de varianza realizados para los muestreos de esta semana presentaron probabilidades por debajo del nivel de significancia (Tabla I del Apéndice IV). Los análisis *a posteriori* de Tukey para los muestreos del día 4 así como los del día 9 del cultivo, muestran que el tratamiento D4 es diferente de los tratamientos D1, D2 y D3, entre los cuales no se presentan

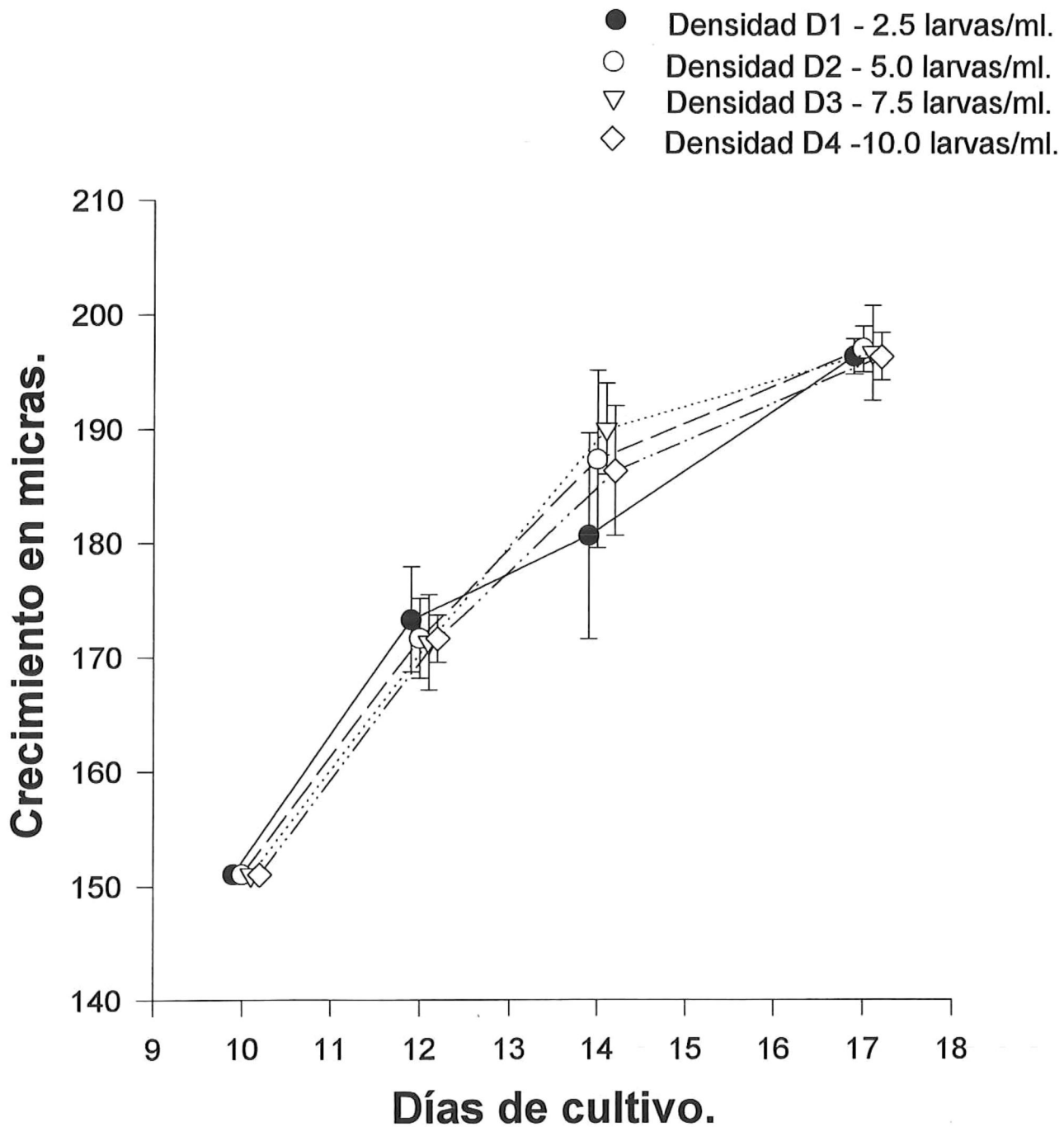


Figura 6.- Crecimiento larval de *L. subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración alimenticia de 3,000 cel/larva. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

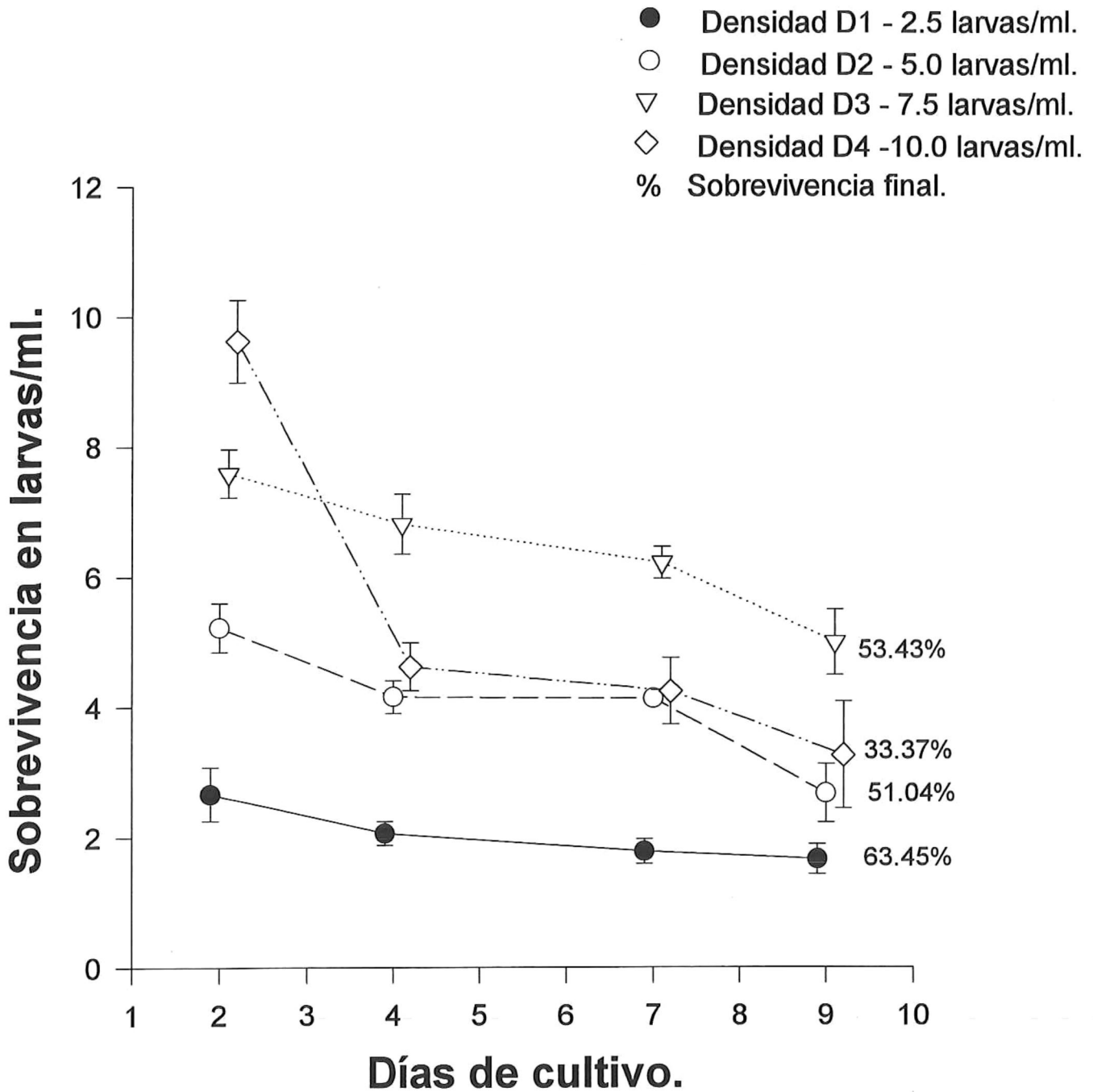


Figura 7.- Sobrevivencia de *L. subnodosus* durante la primera semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración constante de 3,000 cel/larva/día. Las barras verticales indican  $\pm$  una desviación estándar.

diferencias significativas. Para el muestreo del día 7 del cultivo, el análisis *a posteriori* de Tukey en los tratamientos D2 y D3 presentaron diferencias significativas en relación a los tratamientos D1 y D4.

Al final de esta semana, para los tratamientos D1 y D3 se observó el mayor porcentaje de sobrevivencia, siendo éste de  $63.45 \pm 12.6 \%$  y  $53.43 \pm 6.32 \%$  respectivamente. Para los tratamientos restantes D2 y D4, se presentaron sobrevivencias finales de  $51.04 \pm 5.13 \%$  y  $33.69 \pm 6.55 \%$  respectivamente (ver Tabla VI).

---

Tabla VI.- Densidades iniciales y finales para cada uno de los tratamientos D1, D2, D3 y D4 durante la primera y segunda semana del cultivo, así como el porcentaje de sobrevivencia final para cada una de las semanas de cultivo.

Periodo	Tratamiento (larvas/ml)	densidad inicial (larvas/ml)	densidad final (larvas/ml)	porcentaje de sobreviv. final
Semana 1	D1 - 2.5	2.66	1.66	63.46
Semana 1	D2 - 5.0	5.22	2.67	51.05
Semana 1	D3 - 7.5	7.58	4.05	53.43
Semana 1	D4-10.0	9.62	3.27	33.7
Semana 2	D1 - 2.5	2.5	2.09	83.98
Semana 2	D2 - 5.0	5	3.16	63.1
Semana 2	D3 - 7.5	7.5	4.75	63.39
Semana 2	D4-10.0	10	4.5	44.99

#### 2.4).- Sobrevivencia de las larvas durante la segunda semana del cultivo.

El comportamiento de la sobrevivencia en función de la densidad de cultivo durante la segunda semana se representa en la figura 8. Las sobrevivencias finales de esta semana se comportaron de la siguiente forma: para el tratamiento D1 se obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con  $83.99 \pm 2.66\%$ . Las sobrevivencias intermedias se presentaron para los tratamientos D2 y D3 con  $63.11 \pm 5.82 \%$  y  $63.39 \pm 7.14 \%$  respectivamente y la más baja fué para el tratamiento D4 con  $44.98 \pm 3.23 \%$ . En promedio, los porcentajes de sobrevivencia para esta semana fueron más altos en comparación con la primera semana (ver Tabla VI), aunque debe ser tomado en cuenta, que se realizó una sólo estimación para el comienzo de la segunda semana.

Los análisis de varianza realizados para las tres fechas del muestreo, revelaron diferencias producidas por los efectos de la densidad de cultivo. (Tabla II del Apéndice IV).

Los muestreos del los días 12 y 14 del cultivo se comportaron de la misma manera, de acuerdo a los análisis *a posteriori* de Tukey, los cuales muestran diferencias significativas entre los tratamientos D1, D2 y D3 en relación con el tratamiento D4; entre los tratamientos D1, D2 y D3 no se presentaron diferencias significativas.

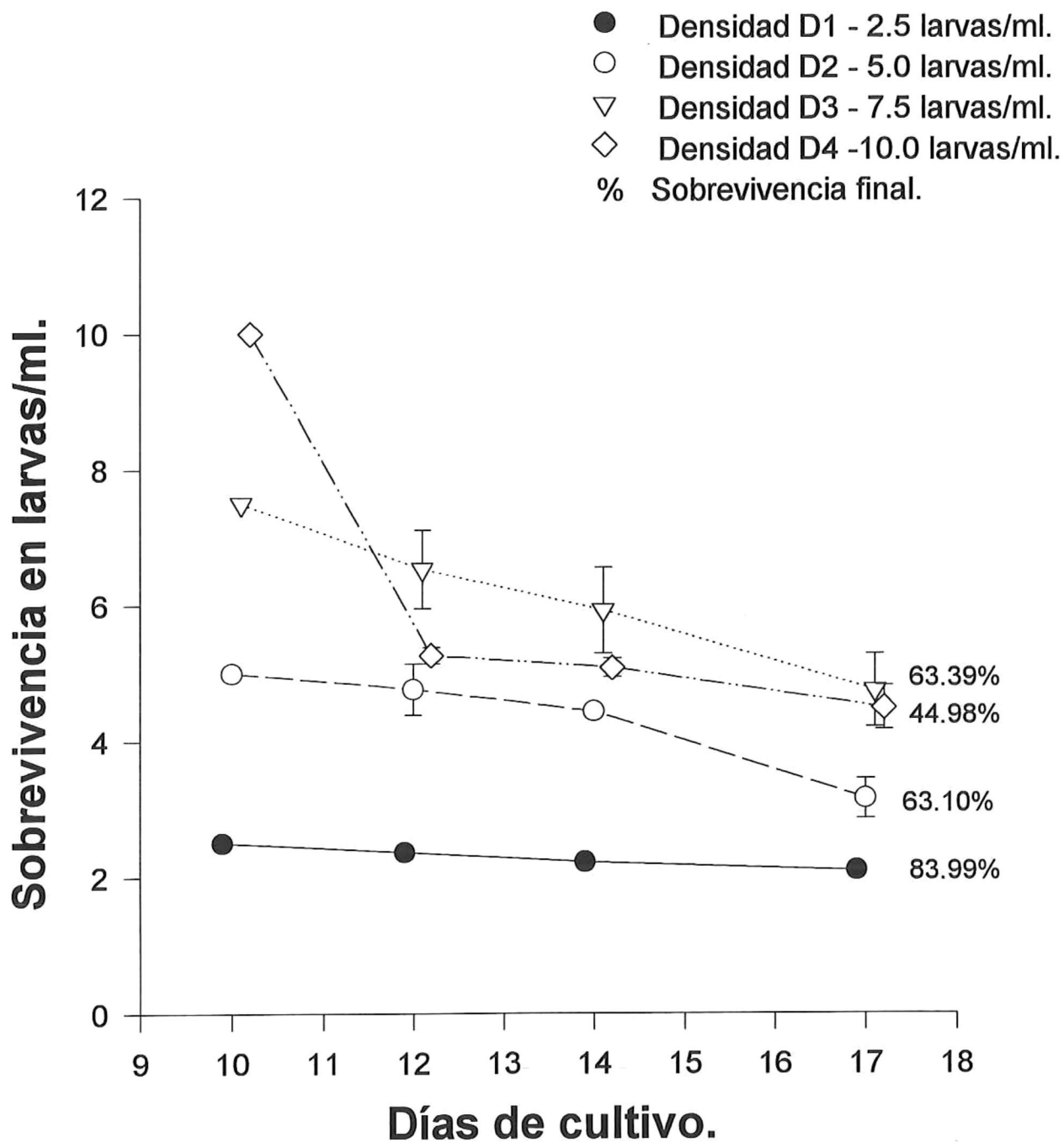


Figura 8.- Sobrevivencia de *L. subnodosus* durante la segunda semana, bajo diferentes densidades de cultivo y ración constante de 3,000 cel/larva/día. Las barras verticales indican  $\pm$  la desviación estándar.

La última fecha de muestreo (día 17 del cultivo) el análisis *a posteriori* de Tukey revela diferencias entre el tratamiento D1 en relación a los tratamientos D1, D2 y D4, así como diferencias entre D2 y D3 en relación al tratamiento D4, los tratamientos D2 y D3 no presentaron diferencias significativas.

## DISCUSIONES:

### I).- Experimento No 1.- (Diferentes raciones alimenticias)

#### 1.1).- Crecimiento larval durante la primera y segunda semana del cultivo

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento, el rango de concentraciones alimenticias aplicadas durante la primera y segunda semana, no ocasionaron diferencias marcadas entre las mayores y las menores longitudes alcanzadas por las larvas (10 a 8  $\mu\text{m}$  respectivamente para la primera y segunda semana), debido tal vez a la gran variación que se observó en las mediciones de las larvas, a pesar de esto se registró una tendencia muy clara, en donde el incremento en el crecimiento tiende a ir aumentando a medida que la ración alimenticia se incrementa, como se muestra en la figura 9.

Si comparamos estos resultados con los obtenidos por Anguiano-Beltrán (1989), quién trabajando con larvas del mejillón *Mytilus californianus*, notó que las larvas alimentadas con las densidades más bajas (1,000 a 3,000 cel/ml) son 100 micras más pequeñas, en comparación con la diferencia en talla entre la concentración 50,000 a 151,000 y 100,000 a 300,000 cel/ml que no es muy marcada (10 micras aprox.). La diferencia entre estos dos trabajos radica en la ración de alimento aplicada, ya que en este trabajo no se aplicaron raciones lo suficientemente bajas que pudieran haber provocado considerables bajas en las tallas de las larvas, por lo que si las raciones aplicadas hubiera sido más

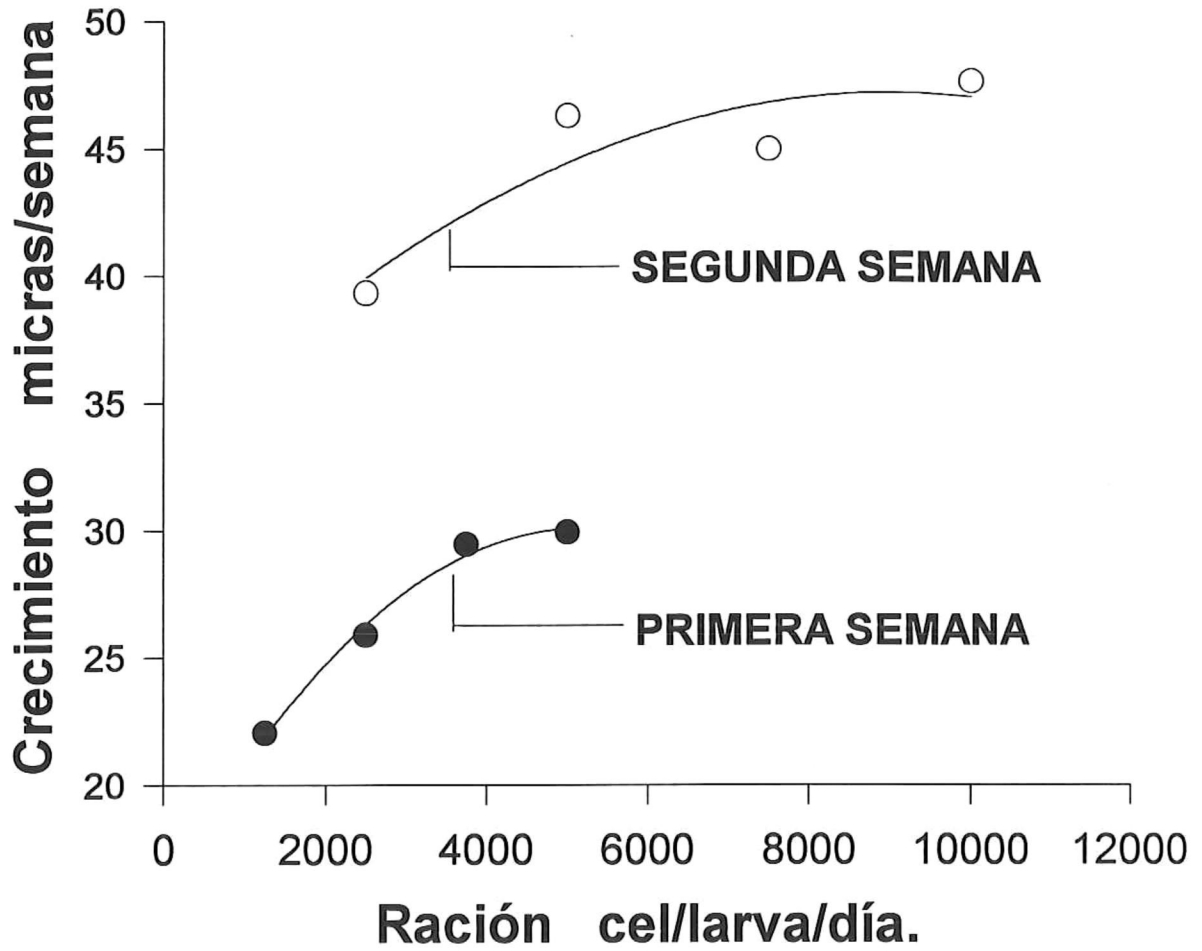


Figura 9.- Crecimientos finales obtenidos, para las larvas de *L.subnodosus* bajo diferentes raciones alimenticias y densidad de cultivo de 2.5 larvas/ml.

estrechas, posiblemente los crecimientos para *Lyropecten subnodosus*, serían más pequeños que los obtenidos, y si las concentraciones alimenticias hubieran estado por encima del límite máximo que tolera esta especie, los crecimientos no se incrementarían. Esto es posible ya que otros autores como Kirby y Barber (1974), en un estudio realizado con el bivalvo *Argopecten irradians*, menciona que a concentraciones bajas de alimento el crecimiento es lento, pero que en concentraciones altas de alimento éste no se incrementa; además, Winter (1970), menciona que los bivalvos sólo pueden asimilar una cantidad finita de alimento por unidad de tiempo, por lo que si se administra más, éste no será usado, ya que existe un límite para la concentración de alimento presente en el medio, con lo que un incremento en la densidad de células puede ocasionar un incremento en la producción de pseudo heces.

Debido a lo anterior se puede decir que las longitudes larvales promedio alcanzadas para cada tratamiento al final del experimento (figuras 1 y 2), son dependientes de la concentración alimenticia, ya que no son muy similares entre si; aunque la diferencia no sea muy acentuada, tal vez por que la densidad de cultivo fué la misma (2.5 larvas/ml).

Tomando en cuenta las tallas finales obtenidas de 198  $\mu\text{m}$  y los porcentajes finales de sobrevivencias de aproximadamente 70%, se puede

pensar que las dos concentraciones alimenticias mayores son adecuadas para obtener crecimientos óptimos y llegar a la metamorfosis sin causar altas mortalidades.

El crecimiento de las larvas de *Lyropecten subnodosus* (6.12  $\mu\text{m}/\text{día}$ ) obtenido con las raciones alimenticias altas es comparable al reportado por Carvajal Rascón, (1987) para esta misma especie (6  $\mu\text{m}/\text{día}$ ), así como para los resultados presentados por Bourne et al. (1989), para la escalopa japonesa *Patinopecten yessoensis*, con crecimientos de 6.9  $\mu\text{m}/\text{día}$  durante los estadios larvales, utilizando concentraciones alimenticias de 5,000 cels/ml durante los días 3 a 5 del cultivo, de 10,000 cels/ml para los días 6 a 10 del cultivo, de 12,000 a 15,000 cels/ml para los días 11 - 15 del cultivo y de 15,000 - 20,000 cels/ml para los días 16 - 21 del cultivo. con una dieta combinada de *Chaetoceros calcitrans*, *Isochrysis sp* y *Thalassiosira pseudonana*.

En este caso y con fines prácticos para la acuicultura, se puede pensar que omitiendo las raciones alimenticias R1 y R2 del rango y suministrando las concentraciones alimenticias más altas (R3 y R4) de 3,750 a 5,000 cel/larva/día para la primera semana de cultivo así como raciones de 7,500 a 10,000 cels/larva/día durante la segunda semana, se obtendrán mejores resultados, lo que podría ser un avance de importancia en el incremento de la eficiencia para el cultivo de esta especie.

## 1.2).- Sobrevivencia larval durante la primera y segunda semana de cultivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos durante este experimento, se puede pensar que el rango de raciones aplicado a las larvas de *Lyropecten subnodusus* no afectaron drásticamente a la sobrevivencia. Sin embargo a pesar de que no se encontraron diferencias significativas, se aprecia una tendencia favorable para los tratamientos hacia las raciones más bajas de alimento (figura 10 y 11), dicha tendencia pudo tal vez ser ocasionada por el cambio de temperatura registrado para la segunda semana, por lo que, se puede pensar que las temperaturas registradas durante la primera semana en combinación con raciones bajas de alimento, producen sobrevivencias favorables para *Lyropecten subnodusus*; y que los efectos producidos por el alza en la temperatura para la segunda semana, en combinación con la aplicación de raciones alimenticias altas, hasta cierto punto producen un efecto negativo en la sobrevivencia de esta especie. Es probable que éste aumento en la temperatura ocasionó un incremento en el metabolismo de las larvas produciendo mayor cantidad de desechos metabólicos tóxicos, como lo reporta Anguiano - Beltrán (1989), en estudios realizados para larvas del mejillón *Mytilus californianus*.

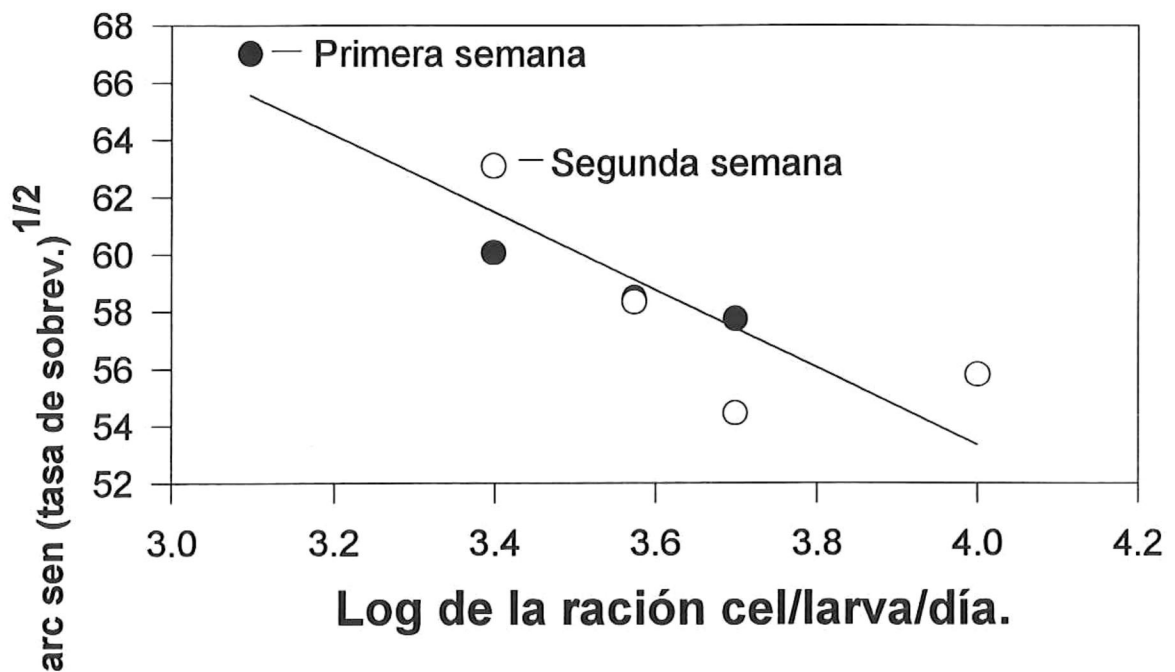
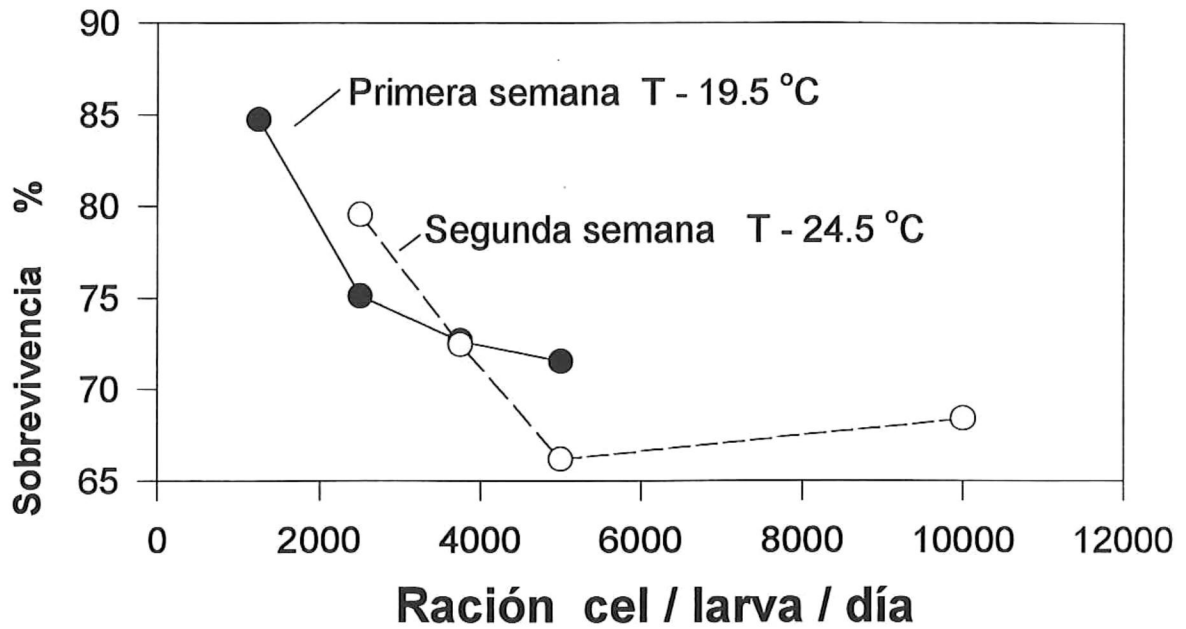


Figura10 y 11.- Sobrevivencia final y tasa de sobrevivencia final obtenidas bajo diferentes raciones alimenticias y densidad de cultivo de 2.5 larvas/ml.

En cuanto a la temperatura, la alta variabilidad de ésta durante los experimentos, en conjunto con las otras variables como la ración alimenticia y la densidad de cultivo pudieron haber sido la causa de la baja en los porcentajes de sobrevivencia obtenidos como lo menciona Carvajal - Rascón (1987), sin embargo, comparando estos resultados con los reportados por dicho autor, se observa un resultado satisfactorio.

Las larvas obtenidas al final de este experimento de sobrevivencia no muestran indicios de sobrealimentación. Bourne *et al.* (1989), menciona que la sobre alimentación debe de ser evitada, ya que no sólo se desperdicia el alimento, sino que también las altas concentraciones de alimento en los tanques de cultivo pueden ocasionar estrés entre las larvas, las cuales dejan de alimentarse y se produce un declive en la sobrevivencia y el crecimiento.

Rojas *et al.* (1988), mencionan que el alimento como variable es un factor muy importante para la sobrevivencia durante las fases tempranas de desarrollo, hecho que demostró con estadios larvales de *Pecten ziczac*, los cuales estuvieron sujetos a raciones alimenticias con rangos más grandes, comparados con los aplicados en este trabajo, siendo éstos de 10 a 190 ( $\times 10^3$ ) cels/ml para lotes de larvas de 10 y 5 larvas/ml, llegando a la conclusión que eliminando las concentraciones altas de alimento, el punto óptimo de acuerdo a

las sobrevivencias obtenidas (aprox. 70%) podría ubicarse entre 10 y 70 ( $\times 10^3$ ) cels/ml, para lotes de 5 larvas/ml, el cual fluctuaría de acuerdo a la edad y tamaño de las larvas.

Otros autores que han obtenido raciones más específicas para el óptimo desarrollo larval son Rhodes y Lasdes (1973), los cuales determinaron en *Crassostrea virginica* un incremento en el consumo de *Isochrysis galbana* de 40 a  $350(\times 10^3)$  cels/ml durante el desarrollo larval. Loosanoff et al. (1953 y 1955), determinaron para larvas de *Mercenaria mercenaria* una ración diaria promedio de  $50 \times 10^3$  células grandes/ml de *Chlorella sp* y  $400 \times 10^3$  células pequeñas/ml de otra especie de *Chlorella*.

En conclusión podemos pensar que los rangos de las raciones alimenticias aplicadas en combinación con la temperatura afectaron a la sobrevivencia, aunque estas variables no fueron perjudiciales ya que sólo se observó cierta tendencia, la cual podría no ser definitiva.

## II).- EXPERIMENTO No 2.- (Diferentes densidades de cultivo)

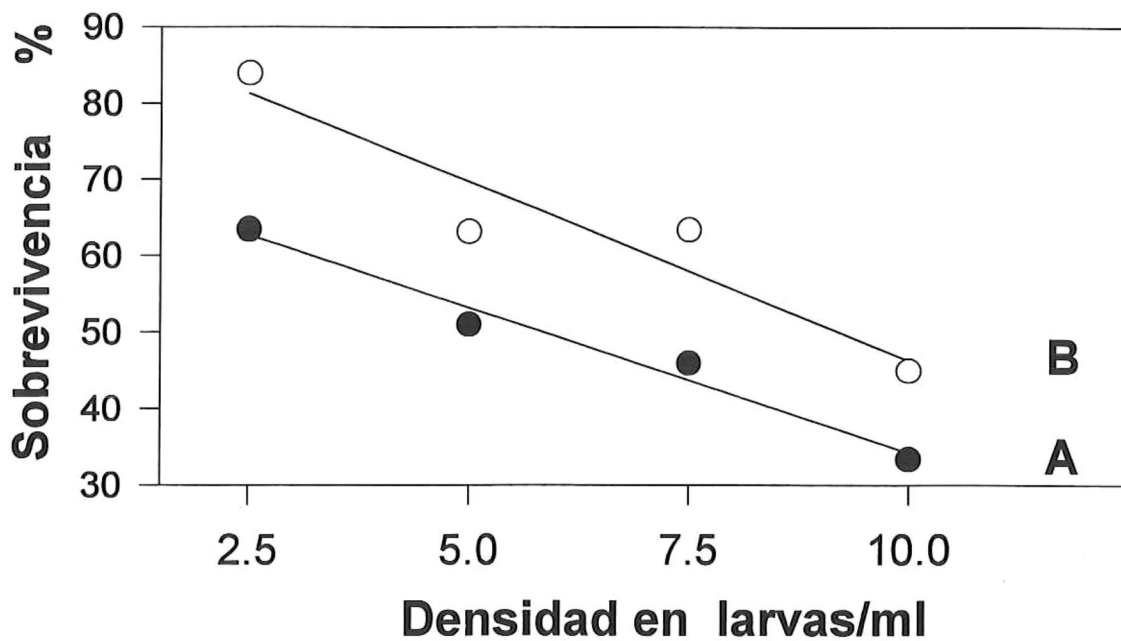
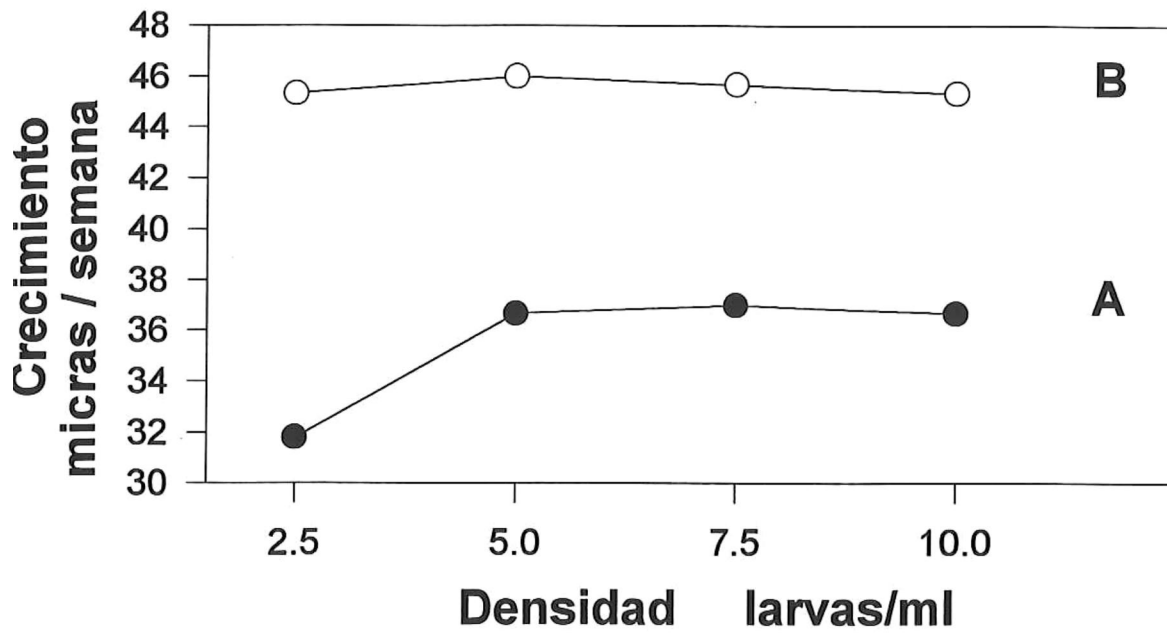
## 2.1) Crecimiento larval durante la primera y segunda semana del cultivo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento para *Lyropecten subnodosus*, se puede pensar que las densidades de 2.5, 5, 7.5 y 10 larvas/ml con raciones de 3,000 cel/larva para la primera y segunda semana del cultivo, repectivamente, posiblemente estén en un rango en el cual, el crecimiento es independiente de la densidad de cultivo (figura 12), ya que no se presentaron efectos negativos, además las longitudes finales obtenidas fueron muy parecidas entre los tratamientos; tal vez porque fueron alimentadas con la misma ración de células/larva, aunado a que se trabajó con las mismas variables fisicoquímicas y de manejo de los organismos.

En contraparte, Loosanoff (1955), realizó experimentos con *Mercenaria mercenaria* y trabajó con densidades de 6, 13, 26 y 52 larvas/ml, las cuales recibieron una misma concentración de alimento ( $100 \times 10^3$  cels pequeñas/ml de *Chlorella sp*), encontrando que existe una relación inversa entre los crecimientos obtenidos y las densidades de cultivo, y menciona que la causa más probable de dicha relación tal vez sea la baja cantidad de alimento que recibían los cultivos con mayor densidad. Este estudio, en comparación con el realizado en este trabajo para *Lyropecten subnodosus*, presenta una diferencia entre las densidades de cultivo utilizadas ya que Loosanoff trabajó con densidades de

**A: Primera semana - 19 °C**

**B: Segunda semana - 24 °C**



Figuras 12 y 13.- Efecto de la densidad y la temperatura en el crecimiento y sobrevivencia de las larvas de *Lypecten subnodusus*

cultivo 2 y 5 veces más grandes en proporción a las utilizadas en éste trabajo, lo que pudo ocasionar las diferencias entre los dos trabajos.

Carvajal-Rascón (1987), obtuvo longitudes máximas de 196  $\mu\text{m}$ , para larvas de *Lyropecten subnodosus* pero no logro la metamorfosis, ya que éstas fueron cultivadas bajo posibles condiciones de sobrepoblamiento (30 y 150 huevos fertilizados/ml) y sobrealimentación (30 - 60  $\times 10^3$  y 45 -300  $\times 10^3$  cels/ml). Comparando las longitudes obtenidas por este autor con las de este trabajo, puede decirse que fueron casi iguales siendo éstas de 197  $\mu\text{m}$ .

Las longitudes alcanzadas se pueden comparar de igual manera con las obtenidas para otras especies, como la escalopa *Pecten maximus* reportada por Comely (1972), quien obtuvo crecimientos para esta especie de 210  $\mu\text{m}$ , siendo cultivadas con una densidad de 3 larvas/ml, y una concentración alimenticia de *Monochrysis lutheri* de 20  $\times 10^3$  cels/ml. Por otra parte, las longitudes difieren en cuanto al tamaño presentado por *Argopecten gibbus*, ya que según Costello *et al.* (1973), encontraron un crecimiento promedio final de 235 a 250  $\mu\text{m}$ , aplicando densidades de cultivo de 10 larvas/ml y concentraciones alimenticias inicialmente de 60  $\times 10^3$  cels/ml, de la microalga *Monochrysis lutheri*.

Durante el transcurso de este estudio, se encontró que la tasa de crecimiento de *Lyropecten subnodosus* posiblemente estuvo más influenciada por la temperatura que por la densidad del cultivo, como se muestra en la figura 12, ya que el aumento de temperatura registrado para la segunda semana, pudo ser la causa principal en el aumento de las longitudes finales para la segunda semana. Algunos autores mencionan que la temperatura es uno de los factores que afectan en mayor grado los procesos biológicos y fisiológicos de los seres vivos (Bayne, 1965,1976; Alderdice, 1972; Cadman y Weinstein, 1988); y que a medida que se incrementa la temperatura, la tasa de crecimiento aumenta hasta alcanzar un óptimo y después decae rápidamente (Kinne,1970).

## **2.2).- Sobrevivencia larval durante la primera y segunda semana de cultivo.**

La sobrevivencia en función de la densidad de cultivo, durante la primera y segunda semana, presentaron diferencias principalmente entre los tratamientos D1 (2.5 larvas/ml), D2 (5.0 larvas/ml) y D3 (7.5larvas/ml) en relación al tratamiento D4 (10.0 larvas/ml), es probable que ésto se deba a que el incremento en las densidades provoca una interacción intraespecífica tolerable hasta las 7.5 larvas/ml, pues a partir de esta densidad la sobrevivencia se reduce drásticamente, y de acuerdo a lo reportado por Rojas et al. (1988), para la escalopa *Pecten ziczac* la cual tolera una densidad

máxima de 10 larvas/ml, estos resultados indican que la tolerancia a las altas densidades es baja, en comparación con los valores obtenidos por Loosanoff *et al.* (1955), para la almeja *Mercenaria mercenaria*. Además, Loosanoff en este mismo trabajo menciona que las posibles causas por las cuales la sobrevivencia se ve disminuida al aumentar la densidad de cultivo, sean el sobrepoblamiento en los tanques de cultivo, lo cual ocasiona choques entre las larvas, produciéndose daños físicos irreversibles, así como efectos perjudiciales que se producen por las altas concentraciones de productos metabólicos excretados por las larvas, causando estrés y debilitamiento, haciéndose más susceptibles a la acción bacteriana.

Bourne *et al.* (1989), recomienda que para especies como *Patinopecten yessoensis* y *Crassadoma gigantea*, la densidad larval debe variar conforme a la edad, y menciona que para estadíos tempranos veliger (3 a 10 días), las densidades pueden ser de 1.5 a 1.75 larvas/ml, y que para larvas de más edad (11 a 17 días) las densidades no deben exceder de más de 1 larva/ml. En este caso, para *Lyropecten subnodosus* los resultados revelaron que la mejor densidad para la primera semana de cultivo fué la obtenida con la de 2.5, 5, y 7.5 larvas/ml, por lo que prácticamente para el cultivo larvario de esta especie, en los primeros días del cultivo (3 - 9 días) se pueden utilizar las densidades de 5 a 7.5 larvas/ml y para la segunda semana la sobrevivencia más alta obtenida fué de 83.99% para la densidad D1, a diferencia de la D2 y la D3, que

obtuvieron sobrevivencias del 63.10 % y 63.39 % respectivamente, por lo que para fines prácticos en el cultivo de esta especie, en los estadios veliger más avanzados (10 - 17 días) sería conveniente utilizar densidades no mayores de 2.5 larvas/ml.

El incremento en la temperatura para la segunda semana del experimento, produjo un aumento considerable en la sobrevivencia, como se muestra en la figura 13, lo que lleva a pensar que los rangos de temperatura antes descritos en los resultados de este trabajo en combinación con las raciones alimenticias de 3,000 cel/larva/día, producen condiciones adecuadas para la sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*, como menciona Carvajal - Rascón (1987), quien señala que las mejores temperaturas para llevar a cabo el cultivo larvario de esta especie son las más cercanas a los 26°C.

### **III).- Posible combinación de la ración alimenticia y la densidad de cultivo, de acuerdo a los resultados obtenidos:**

Basados en los mejores resultados logrados en este trabajo se podría postular que es posible obtener buenos crecimientos y sobrevivencia aplicando densidades de 5 a 7.5 larvas/ml durante la primera semana, con una ración alimenticia de *Isochrysis galbana* de 2,500 cel/larva y para la segunda semana aplicar densidades no mayores de 2.5 larvas/ml, con una ración alimenticia de *Isochrysis galbana* de 5,000 a 7500 cels/larva.

## CONCLUSIONES:

1.- Los efectos que produce la ración en el crecimiento de *Lyropecten subnodosus*, muestran tendencias favorables hacia las raciones mayores, por lo cual el crecimiento depende directamente de la ración alimenticia.

2.- La sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*, muestra tendencias favorables hacia las raciones alimenticias menores en combinación con densidades bajas de 2.5 larvas/ml.

3.- Las densidades de cultivo de 2.5, 5, 7.5 y 10 larvas/ml, no afectaron significativamente el crecimiento de *Lyropecten subnodosus*, obteniéndose crecimientos finales promedios de  $196.58 \pm 0.7 \mu\text{m}$ .

4.- Las densidades de cultivo de 2.5, 5 y 7.5 larvas/ml no afectaron significativamente la sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*, obteniéndose sobrevivencias promedio de  $62.55 \pm 11 \%$  y  $70.15 \pm 12 \%$  para la primera y segunda semana respectivamente.

5.- La densidad de 10 larvas/ml produce una baja considerable en el porcentaje de sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*, obteniéndose sobrevivencias de  $33.69 \%$  y  $44.98 \%$ , para la primera y segunda semana respectivamente.

6.- La alta variación en las temperaturas registradas en el transcurso del experimento, afectaron significativamente tanto al crecimiento larval como a la sobrevivencia de *Lyropecten subnodosus*.

## LITERATURA CITADA:

- Alderdice, D.F. (1972). **Factor combinations responses of marine poikilotherms to enviromental factors actin in concert.** Marine Ecology. 1(3):1059- 1722.
- Anguiano-Beltrán.C. (1989). **Efecto de la temoperatura, salinidad y concentración de alimento sobre el desarrollo larval de *Mytilus californianus*.** Tesis profecional. F.C.M., U.A.B.C. Ensenada B.C.,México. 95 pags.
- Baqueiro, E., Massó,J.A. y Guajardo,H.(1982). **Distribución y abundancia de moluscos de importancia comercial en Baja California Sur.** Serie divulgación Inst. Nal. Pesca, Sria. de Pesca, 11:32 pp.
- Bayne, B.L.(1965).**Growth and the delay of metamorphosis of larvae *Mytilus adulis* (L.).** Ophelia 2(1):1-47.
- Bayne, B.L. (1976). **Marine mussel : Their Ecology and physiology .** Cambridge: Cambridge University press pp.449.
- Baqueiro,E., Peña, I. y Massó, J.A.(1981). **Analisis de una población sobreexplotada de *Argopecten circularis* (Swerby,1835) en la ensenada de la paz,B.C.S.Mex.** Ciencia Pesquera Inst. Nal.Pesca,Mex.,I (2):57-65.
- Bernard, F.R.(1988). **Catalogue of the living Bivalvia of the Eastern Pacific Ocean: Bering Strait to Cape Hom.**The Festivus, 20(6):46 pp.
- Bourne, N., Hudgson, A and Whyte, J.(1989). **A Manual for Scallop Culture in British Columbia.** Canadian Technical report of Fisheries and Aquatic Sciences, 167 pp.
- Buestel,D.,Guenole,A. and Mingant, C.(1985). **Prégrossissement du Naissain Coquill Saint-Jacques *Pecten maximus* (L.) En Rade de Brest Cinquieme RéunionInternacinale Sur les Pectinides.** Infremer. Centerde Brest, B.P. 337, 292773 Brest Cedex France.
- Cadman, R.L. and Weinstein, M.P (1988). **Effects of temperature and salinity on the growth of laboratory- reared juvenile blu crabs *Callinectes sapidus* Rathbun .** J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 121: 193-207.

- Cahalan, J.A., Siddall, S.E. and Luckenbach, W.M. (1989). **Effects of flow velocity, food concentration and particle flux on growth rates of juvenile Bay Scallop *Argopecten irradians***. J.Exp. Mar. Biol. Ecol., 129:45-60.
- Carvajal - Rascón, M. (1987). **Cultivo larvario de la almeja mano de león *Liriopecten subnodosus*, a partir del crecimiento y maduración gonadal de los reproductores**. Tesis M.C. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, escuela de Ciencias Marítimas y Alimentarias, Dep. de Ciencias Marinas. Guaymas, Son.Mex. 66pp.
- Castagna, M. and Krauter, J.N. (1981). **Manual for growing the hard clam *Mercenaria***. Special Report in Applied Marine Science and Ocean Engineering, 249:110 pp.
- Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID). (1988). **Producción de larvas y juveniles de especies marinas**. Taller Internacional. Organizado por la Universidad del Norte - Sede Coquimbo, Patrocinio CIID, Canadá. 118 pp.
- Comely, C.A. (1972). **Larval culture of the scallop *Pecten maximus* (L)**. J.Cons. int. Explor.Mer. 34(3): 365-378.
- Costello, T.J., Hudson, J. L., Dupuy, J.L. and Rivkin, S. (1973). **Larval culture of the calico scallop, *Argopecten gibbus***. Proc. Nat Shellfish 63: 72-76.
- Davis, H.C. (1958). **Survival and growth of clam and oyster larvae at different salinities**. Biol Bull., Woods Hole 114: 296-307.
- Dupouy, H. (1983). **Bilan et Perspectives de la pêche et de la culture des Pectinides (coquille Saint-Jacques et Pétoncle) dans le Monde**. Pêche Marit. , 704 - 712pp
- FAO. (1990). **Anuario estadístico de pesca**.
- Felix-Pico, E.F. (1993). **Estudio biológico de la almeja catarina, *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835) en Bahía Magdalena B.C.S., Mex**. Tesis M.C., Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, 43 pp.

- González-Vera, C.(1992). **Análisis de crecimiento y sobrevivencia de larvas del mejillon *Mytilus galloprovincialis* bajo diferentes densidades de cultivo y frecuencias de cambio de agua.** Tesis profesional. F.C.M., U.A.B.C. Ensenada B.C., México. 43 pags.
- Gruffydd, L.I.D.and Beaumont, A.R.(1972). **A method for rearing *Pecten maximus* larvae in the laboratory.** Marine Biology 15:350-355.
- Keen, A.M.(1971).**Sea shells of Tropical West American .** Stanford University Press. Stanford, California 1064 pp.
- Kinne,O. (1970). **Environmental factors.** New york Wile-intercience. Marine Ecology. 1(1): 681pp.
- Kirby,S.W and Barber, R.T. (1974). **Suspension - feeding aquaculture system, effects of phytoplankton concentration and temperature on growth of bay scallop.** Acuaculture. 3 : 135- 145.
- Loosanoff, V.L. (1953). **Behavior of clam larvae in different concentration of food organism.** Anat. Rec. 117 : 586-587.
- Loosanoff, V.L. , Davis,H.C. and Chanley, P.E. (1955). **Foods requirements of larvae of some bivalve larvae .**Proc. Nat. Shell Fish. Ass. 45: 66-83.
- Loosanoff, V.L. and Davis,H.C. (1963). **Rearing of bivalve mollusks.**Adv.Mar.Biol. 1:1-136.
- Loosanof, V.L.,Miller ,W.S. and Smith, P.B.(1951). **Growth and setting of larva of *Venus mercenaria* in relation to temperature.**J.Mar.Res.,10:59-81
- Mottet , M.G. (1979) **A review of the fishery biology of scallop.** Washington.Dep.Fish. Prog.Tech.Rep, 39: 292 pp.
- Mottet, M.G. (1980). **Research problems concerning the culture of clam spat and sedd.** State of Washington, Departament of Fisheries. Technical Report , 63:105 pp.

- Parsons, G.J. and Dadswell M.J. (1992). Effect of stocking density on growth, production and survival of the giant scallops, *Placopecten magellanicus*, held in intermediate suspension culture in Passamaquoddy Bay, New Brunswick. *Aquaculture*, 103: 291-309.
- Reyes-Sosa, C. (1990). El cultivo de pectínidos en México. Serie Científica. Universidad Autónoma de Baja California Sur, 1:25-29.
- Rhodes, E.W. and Landers, W.S. (1973). Growth of oyster larvae, *Crassostrea virginica*, of various sizes in different concentrations of the *Chrysophyte*, *Isochrysis galbana*. *Proc. Natl. Shellfish. Ass.* 63: 53-59
- Rojas, L., Velez, A. y Azuate, O. (1988). Efecto individual y combinado de la densidad y la ración de alimento sobre la supervivencia y crecimiento de la vieiria, *Pecten ziczac*. *Bol. Ins. Oceanogr. Univ. Oriente.* 27(1&2):57-62.
- Sastry, A. N. (1965). The development and external morphology of pelagic larval and post-larval stages on the bay scallop, *Aequipecten irradians concentricus* Say, reared in the laboratory. *Bull. Mar. sci.* 15: 417-435.
- Smith, W.L. and Chanley, M.H. (1972). Laboratory cultivation of assorted bivalve mollusks. *Culture of Marine Invertebrate animals* (Eds). Plenum press. New York and London. pp.297-318.
- Velez-Rojas, A. y Lodeiros-Seijo, C. (1988). El cultivo de moluscos en Venezuela. Memorias segunda reunion grupo de trabajo tecnico, Cultivo de Moluscos en America Latina,. Universidad del Norte Coquimbo, Chile y CIID, Canadá. pp.345-370.
- Winter, J. (1970). Feeding and food utilization in *Artica islandica* (L.) and *Modiolus modiolus* at different food concentrations. In: J.H. Steele *Marine food chains*. Oliver and Boyd. Univ. Calif. Press. Berkeley, pp. 126-206 (Ed. Edimburgh)

## APENDICE I

Tabla I.- Análisis de varianza para la tasa de crecimiento durante el primer experimento con diferentes raciones alimenticias (primera semana)

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
4	22.01	3	7.34	1.3	0.34
7	26.22	3	8.74	0.96	0.46
9	142.17	3	47.38	3.6	0.07

Tabla II.- Análisis de varianza para la tasa de crecimiento durante el primer experimento con diferentes raciones alimenticias (segunda semana)

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
12	41	3	13.67	0.61	0.63
14	253.66	3	84.57	62.47	0.14
17	52.89	3	17.63	0.54	0.66

## APENDICE II

Tabla I.- Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia durante el primer experimento con diferentes raciones alimenticias (primera semana)

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
4	0.01	3	0	1.91	0.21
7	0.06	3	0.02	2.94	0.1
9	0.02	3	0.01	0.28	0.84

Tabla II.- Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia durante el primer experimento con diferentes raciones alimenticias (segunda semana)

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
12	0.05	3	0.02	2.98	0.1
14	0.03	3	0.01	3.19	0.08
17	0.03	3	0.01	0.94	0.47

### APENDICE III

Tabla I.- Análisis de varianza para la tasa de crecimiento larval durante el segundo experimento (diferentes densidades de cultivo) primera semana

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
4	150.67	3	50	2.4	0.9
7	66.92	3	22.31	2.23	0.16
9	88.84	3	29.61	2.11	0.18

Tabla II.- Análisis de varianza para la tasa de crecimiento larval durante el segundo experimento (diferentes densidades de cultivo) segunda semana

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
12	2	3	0.67	0.05	0.98
14	208.25	3	69.42	1.68	0.25
17	103.23	3	34.41	0.8	0.53

## APENDICE IV

Tabla I.- Análisis de varianza para el porcentaje de sobrevivencia larval durante el segundo experimento (diferentes densidades de cultivo) primera semana

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
4	0.35	3	0.19	13.32	0
7	0.26	3	0.1	12.37	0
9	0.26	3	0.09	8.23	0.01

Tabla II.- Análisis de varianza para el porcentajes de sobrevivencia larval durante el segundo experimento (diferentes densidades de cultivo) primera semana

Días de muestreo.	Suma de cuadrados.	G.L.	Cuadrados medios.	"F" observada.	Nivel de significancia
12	0.37	3	0.13	30.26	0
14	0.29	3	0.1	51.76	0
17	0.3	3	0.08	29.66	0