SECRETARIA
DE
EDUCAQON PUBLICA

INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS

CICIMAR

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE
CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA MARINA

LABORATORIO DE

BIOLOGIA EXPERIMENTAL

ASPECTOS BIOLOGICO-POBLACIONALES DE *Pseudodiaptomus euryhalinus* (COPEPODA: CALANOIDEA) PARA SU UTILIZACION EN ACUACULTURA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS MARINAS
P r e s e n t a :

B. M. Juan Carlos Payán Aguirre

JULIO, 1994 · LA PAZ, B.C.S.

C O N T E N I D O .

Página

RESUMEN.

ABSTRACT.

1.- INTRODUCCION 1

1.1.- Antecedentes de cultivo 5

2.- OBJETIVOS 7

3.- MATERIAL Y METODOS 8

3.1.- Origen y mantenimiento de la especie 8

3.2.- Experimentos 9

3.2.1.-Régimen alimenticio ..... .

3.2.2.-Densidad de alimento 13

3.2.3 .-Talla promedio y duración de los estadios..1 5

3.2.4.-Método de producción a mediana escala.....1 6

4.- RESULTADOS.....2 0

4.1.-Régimen alimenticio 2 0

4.2.-Densidad de alimento 3 1

4.3.-Talla promedio y duración de los estadios.....4 1

4.4.-Método de producción a mediana escala.....4 4

5.- DISCUSION.....5 0

6.- CONCLUSIONES.....5 4

7.- SUGERENCIAS.....5 6

8.- LITERATURA CITADA.....5 7

RELACION DE TABLAS.

Página

1.- Raciones alimenticias expresadas en porcentaje.....11

2.- Regímenes utilizados en la alimentación del copépodo, los cuales se reportan para cada estadio y periodo de fijación.....12

3.- Densidades utilizadas en la alimentación del copépodo, las cuales se reportan para cada estadio y periodo de fijación.....14

4.- Resultado del análisis de varianza para los regímenes.

5.- Constantes "k" y "r" del modelo de crecimiento logístico para los regímenes alimenticios.....26

6.- Resultado del análisis de varianza para las densidades de microalgas.....32

7.- Desarrollo individual de Pseudodiantomus eurvhalinus reportado en tiempo (días) y talla (micras).....43

8.- Proporciones de los estadios durante el tiempo de cultivo.....49

RELACION DE FIGURAS.

Página

1.- Estructura utilizada para el cultivo a mediana escala de Pseudodiaotomus euryhalinus.....18
2.- Fraccionador de muestras utilizado para no afectar a la población del copépodo durante el cultivo.....19
3.- Resultado del análisis MDS para el estadio nauplio en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados.....22
4.- Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito en el día 6 para los regímenes alimenticios considerados....22
5.- Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados...23
6.- Resultado del análisis MDS para el número total de copépodos en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados.....24
7.- Crecimiento poblacional con los regímenes alimenticios...25
8.- Crecimiento poblacional con el régimen A.....27
9.- Crecimiento poblacional con el régimen B.....27
10.- Crecimiento poblacional con el régimen C.....28
11.- Crecimiento poblacional con el régimen D.....29
12.- Crecimiento poblacional con el régimen E.....30
13.- Resultado del análisis MDS para el estadio nauplio del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.....33
14.- Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito del día 9 para las densidades de alimento aplicadas.....33
15.- Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito del día 12 para las densidades de alimento aplicadas....34

16.- Resultado del análisis MDS para el estadio adulto del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.....34
17.- Resultado del análisis MDS para las hembras del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.....35
18.- Crecimiento poblacional con las diferentes densidades de microalgas.....35
19.- Crecimiento poblacional con la densidad de 25,000 microalgas/ml.....36
20.- Crecimiento poblacional con una densidad de 75,000 microalgas/ml.....37
21.- Crecimiento poblacional con una densidad de 125,000 microalgas/ml.....37
22.- Crecimiento poblacional con una densidad de 250,000 microalgas/ml.....39
23.- Crecimiento poblacional con una densidad de 500,000 microalgas/ml.....39
24.- Crecimiento poblacional con una densidad de 1,000,000 microalgas/ml.....40
25.- Crecimiento individual del macho.....41
26.- Crecimiento individual de la hembra.....42
27.- Variación de los parámetros fisicoquímicos durante el periodo de cultivo.....45
28.- Cantidad residual de microalgas durante el periodo de cultivo.....46
29.- Crecimiento poblacional en el sistema de producción.....47

ASPECTOS BIOLOGICO-POBLACIONALES DE Pseudodiaptomus eurvhalinus (COPEPODA: CALANOIDEA) PARA SU UTILIZACION EN ACUACULTURA.

RESUMEN.

Se realizaron cuatro experimentos para conocer algunos requerimientos alimenticios en términos de tipo y concentración de alimento y su reflejo en las características poblacionales de Pseudodiaotomus eurvhalinus (COPEPODA: CALANOIDEA) para su utilización como alimento de larvas de peces. En los primeros dos experimentos se determinó la proporción y densidad de las microalgas Tetraselmis suesica e Isochrvsis tahitiana con las cuales fue alimentado dicho copépodo. Se encontró que la mejor densidad fué de 75,000 cél/ml en una proporción de 3:1 de T. suesica con respecto a I. tahitiana. En el tercer experimento se determinó la duración y talla promedio de los estadios, encontrandose que a partir de 1a eclosión en el día 9 la hembra tiene una tasa de crecimiento mayor que el macho, en el día 10 se empezarón a formar parejas y es hasta el día 14 que se observan hembras grávidas, bajo estas condiciones experimentales. En el último experimento se evaluó un sistema de producción de 100 1, según el modelo de crecimiento logistico y se encontró que la máxima densidad poblacional fue de 4.4 copépodos/ml y que para mantener un sistema de producción a mediana escala se debe "cosechar" cuando la densidad sea de 2.2 org/ml. Aunque en observaciones posteriores se ha demostrado que esta producción puede ser superada en forma consistente. Se considera que los datos obtenidos permiten el mantenimiento y la utilización rutinaria de la especie con fines de acuacultura.

SOME ASPECTS OF THE BIOLOGY AND POPULATION OF *Pseudodiaptomus eurvhalinus* (COPEPODA: CALANOIDEA) ESPECIALLY RELATED WITH AQUACULTURE.

ABSTRACT.

Four experiments were done to study some characteristics of the *Pseudodiaptomus eurvhalinus* (COPEPODA: CALANOIDEA) population, used as food for crustacean and fish larvae. In the first two experiments, the proportions and density of the microalgae *Isochrvsis tahitiana* and *Tetraselmis suesica* needed for growth of the copepods were determined. The best density was 75,000 cells/ml mixed 3:1, *T. suesica* : *I. tahitiana*. In a third experiment, the mean sizes and life times were studied. The female growth rate was faster than the male up to day 9. At day 10, they mated. At day 14, the was gravid. A 100 1 production system was assessed in the final experiment. A growth density of 4.4 copepods/ml and a harvesting density of 2.2 copepods/ml was used to mantain a medium scale production system. Further observations showed that production may be improved. The present conditions allow maintenance and routine use of the species for aquaculture.

1.- INTRODUCCION

En el cultivo de crustáceos y peces marinos, los primeros estadios son generalmente alimentados con organismos vivos, lo que incrementa la supervivencia y permite el óptimo crecimiento en las fases críticas del desarrollo de sus larvas (San-Feliu, 1978; Theilacker y Kimball, 1984). Este alimento se puede obtener básicamente en dos formas, a saber: a) por captura con red de plancton o bombeando y filtrando agua para retener el plancton y b) mediante cultivos de laboratorio. Los primeros presentan varios inconvenientes tales como el estar sujetos a condiciones ambientales desfavorables como vientos fuertes, ciclones, etc; durante el transporte suele haber grandes e incluso totales mortalidades por falta de oxígeno y tensión por hacinamiento (Vidal, 1980; Yúfera y Pascual, 1984). Asimismo, en el medio natural suele ser muy variable la cantidad y la calidad de los organismos recolectados, esta variación se da en las diferentes estaciones y localidades (Yúfera y Pascual, 1984). Por otro lado, en la captura por arrastre se presenta gran cantidad de especies entre las cuales se pueden encontrar formas parásitas y competidoras para las mismas larvas que se quiere alimentar.

En lo que respecta a los cultivos de laboratorio se requiere desarrollar los llamados cultivos de apoyo, los cuales son cultivos colaterales al cultivo principal, que tienen como características que se trata de alimento vivo, generalmente con

propiedades nutricionales adecuadas, de fácil aceptación y asimilación, con mayor permanencia y accesibilidad para el consumidor así como menor deterioro de la calidad del agua (Martínez, 1986). Además, por lo general estos cultivos se pueden enriquecer nutricionalmente con vitaminas, ácidos grasos, etc. Este tipo de cultivos colaterales incluye a microalgas, rotíferos, cladóceros, copépodos y *Artemia*, entre otros.

Las primeras fases de las larvas de crustáceos requieren proteína vegetal, por lo que consumen principalmente microalgas; en cambio, las larvas de peces marinos requieren generalmente como primer alimento en el laboratorio a los rotíferos, debido a su balance nutricional adecuado, tipo de movimiento y tamaño de 130 a 320 μm (Theilacker y McMaster, 1971; Lubzens, 1987). Después de los rotíferos para los peces, y las microalgas para los crustáceos, se les suele proporcionar nauplios de *Artemia*, que son usados con mayor frecuencia como aporte de proteína animal (Kitani, 1984; Rodriguez y Reprieto, 1984; Matsunaga *et. al.*, 1987), la *Artemia* se compra en estado de quiste, su costo depende de la cepa y la calidad de la presentación y se cotiza en N$ 150.00 pesos/kg en el mercado nacional. Es conveniente mencionar algunas de las ventajas que presentan los quistes de *Artemia*, pues de los cultivos de apoyo convencionales son los organismos mas ricos, nutricionalmente hablando, y ademas se asegura la disponibilidad para su utilización como alimento; otra ventaja muy importante es que sus quistes pueden ser almacenados por períodos grandes,

hasta de diez años, (Castro y Gallardo, 1982); por lo que se puede disponer de la cantidad deseada de estos nauplios, simplemente poniéndolos a eclosionar; si la situación amerita mayor rapidez en la disponibilidad pueden descapsularse y ponerse a eclosionar, de esta manera el proceso de eclosion tarda aproximadamente la mitad del tiempo normal (Castro y Gallardo, 1982).

Los copépodos son organismos que presentan un tamaño intermedio entre los rotíferos y la Artemia, con una composición nutricional y características conductuales diferentes. A este respecto, Watanabe et al (1983) menciona que son ricos en ácidos grasos esenciales de la familia linoléica Ω3, lo cual representa ventajas respecto al contenido nutricional de la Artemia, ya que esta es extremadamente variable y baja en los ácidos grasos esenciales específicamente en 20:5Ω3 y 22:6Ω3, precisamente los ácidos grasos indispensables para los peces marinos (Kanazawa et al, 1986); también Pedersen (citado por Stottrup et al, 1986), encontró en un examen de digestión en larvas cultivadas del arengue Clupea harensus, que los copépodos de campo pasan mas rápido por el intestino y se digieren mas rápido que la Artemia. Es importante resaltar que al incluir copépodos en la alimentación se va a dar continuidad en el tamaño del alimento suministrado. Para Cynoscion parvipinnis, se ha reportado un mejor crecimiento en presencia de copépodos que cuando solo se les ofrecio'rotíferos (Ramirez-Sevilla, 1988)

Por otro lado, en el ambiente natural los copépodos son el componente del zooplancton normalmente más abundante y el principal alimento de la mayoría de los animales marinos en sus fases larvarias (Margalef y Vives, 1972; Levinton, 1982; Odum, 1983).

Los copépodos han sido objeto de estudio bajo condiciones controladas por varios investigadores. Una de las recopilaciones mas completas es dada por Kinne (1977) en donde se describen tipos de alimento, sistemas de producción, duración en el mantenimiento de varias especies de copépodos, entre otros aspectos.

Como sujeto del presente estudio se eligió a Pseudodiantomus eurvhalinus ya que presenta algunas características deseables, tales como escape de adultos al sifoneo durante la limpieza del recipiente en el cual son cultivados, gran resistencia a variaciones de temperatura (19 a 35 °C) y de salinidad (37 a 55 ppm[1]) (Obs. pers.).

Según Walter (1986, 1989) la distribución de Pseudodiantomus eurvhalinus comprende desde el sur de la Bahía de San Francisco California EE. UU. hasta las líneas de costa del norte de la Baja California, México. Sin'embargo, Palomares (1989) lo registra en Bahía Magdalena en la costa occidental de la Península de Baja

[1] ppm = partes por mil

California Sur y la Bahía de Topolobampo. Por otro lado, esta cepa fue colectada en la Bahía de La Paz, lo que permite suponer que su distribución incluye el Golfo de California.

1.1.- ANTECEDENTES DE CULTIVO.

Básicamente de las 7 subclases de copépodos (Barnes, 1977), tres son las que se han trabajado como cultivo en laboratorio (harpacticoideos, calanoideos y cyclopoideos). De estos, los harpacticoides son los mas comunes, debido a que en términos generales soportan mayor hacinamiento y tienen una tasa reproductiva mas alta (Kahan y col., 1982).

Se han hecho algunos intentos de producir masivamente copépodos para utilizarlos en acuacultura, el cultivo masivo de copépodos para alimento larvario se inició en los años setenta por los franceses y japoneses (Yúfera y Pascual, 1984). Las cosechas se han utilizado principalmente para alimentar larvas de peces como lenguados, carángidos, espáridos y serránidos (Bautista, 1991). Kahan (1979) reporta la mayor densidad de copépodos bajo cultivo descrita, con 169 organismos por ml para la especie Tisbe holothuriae, los cuales alimenta con vegetales picados como lechuga y zanahoria, la desventaja que presentan estos alimentos es que al descomponerse producen una alta concentración de bacterias y protozoarios.

En México Se han reportado dos trabajos de cultivo de copépodos con la especie Acartia californiensis publicados por Trujillo-Ortiz (1986, 1990), los cuales están orientados a describir el ciclo de vida en uno y la producción de huevos y porcentaje de eclosión en el otro.

El único antecedente de cultivo con relación, al género Pseudodiaptomus, proviene de Jacobs (citado por Parris y Wilson, 1978), quien consiguió mantener cuatro generaciones del calanoideo no planctónico Pseudodiaotomus coronatus, sin abordar otros aspectos.

En B.C.S. y específicamente en el CICIMAR se continúa trabajando con esta especie, habiéndose logrado duplicar la densidad poblacional registrada en este trabajo (Matus-Nivon, com. per.), y se han realizado ensayos utilizando como alimento a Pseudodiaptomus eurvhalinus para larvas de curvina Cvnoscion parvioinnis y con la cabrilla Paralabrax maculatofasciatus con resultados satisfactorios (Contreras-Olguín, com. per.).

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE

2.- OBJETIVOS.

A.- Obtener los parámetros del crecimiento individual de Pseudodiantomus eurvhalinus.

B.- Establecer la metodología, tipo de alimento, y ración para el cultivo experimental de este copépodo.

C.- Conocer la capacidad de carga de un sistema de cultivo experimental de mediana escala diseñado para tal fin, y estimar la cantidad aproximada de copépodos que se pueden obtener de este sistema para ser utilizados como alimento de larvas de peces y crustáceos.

3.- MATERIAL Y METODOS.

Para lograr los objetivos propuestos se dividió el trabajo en tres fases: la primera se realizó para conocer las proporciones y la densidad de microalgas que se utilizaría en los ensayos subsecuentes (estos ensayos se realizaron en noviembre de 1989 y marzo de 1990 respectivamente); la segunda incluyó el ensayo para conocer la duración y talla promedio de cada estadio, y la tercera fase consistió en ensayar un sistema a mediana escala de producción a nivel de laboratorio (ambas realizadas en octubre y noviembre de 1991), en el último caso para estimar la cantidad máxima de organismos que puede dar este sistema se realizaron observaciones en el período de un mes.

3.1.- ORIGEN Y MANTENIMIENTO DE LA ESPECIE.

La obtención de los copépodos utilizados en este trabajo se realizó mediante la recolecta de una muestra con una malla de plancton de 333 μm. La muestra se extrajo de una charca de un estanque de concreto al exterior, con mas de 1.5 m² de espejo con una profundidad aproximada de 3 cm, durante el mes de Octubre a la cual le daba directamente la luz del sol y con una amplia variación de temperatura y con salinidad muy alta (mas de 50 ppm), cabe mencionar que en dicha charca'únicamente había adultos y hembras grávidas.

La muestra se colocó en un recipiente de plástico de nueve litros de capacidad, para su inmediato traslado al laboratorio de Biología Experimental del CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS (CICIMAR) lugar donde se realizaron los ensayos.

La muestra se filtró a traves de un tamiz de 400 μm, para separar y desechar organismos pequeños y después, por medio de un microscopio estereoscópico, se dejaron solamente los adultos del copépodo calanoideo Pseudodiaptomus eurvhalinus, que se encontraban en el tamiz.

Los organismos separados se mantuvieron en un recipiente circular de plástico de quince litros de capacidad, permaneciendo en período de acondicionamiento durante cinco días a una temperatura de 23 $\pm$ 1 °C, y a una salinidad de 35 $\pm$ 1 ppm, teniendo como alimento a las microalgas Tetraselmis suesica e Isochrvsis tahitiana, producidas en el laboratorio.

3.2.- EXPERIMENTOS.

3.2.1.- REGIMEN ALIMENTICIO.

Una vez que transcurrieron cinco días de manutención se realizó el siguiente ensayo.

Con la ayuda de un microscopio estereoscópico se seleccionaron quince parejas del copépodo, cuyas hembras estuviesen grávidas, se pusieron en un frasco de un litro de capacidad, con agua de mar tamizada a 35 μm y se aforó con una cantidad específica de alimento de microalgas, las cuales se contaron según el método descrito por Treece y Yates (1990) a un volumen de 500 ml para cada tratamiento, se mantuvo iluminación contínua, para evitar que las microalgas contribuyeran a abatir la concentración de oxígeno, una temperatura de 24° C, y salinidad de 35 ppm. Se cambió cada tercer día el agua y el alimento, cuidando de no dañar o perder parte de la población de copépodos.

Las especies de microalgas utilizadas durante los ensayos fueron Tetraselmis suesica e Isochrysis tahitiana, cuyo tamaño 10 y 5 μm respectivamente, coinciden en tamaño con las utilizadas por otros investigadores como Stottrup (1986), Urry (1965), Zurlini y col. (1978), Trujillo-Ortiz (1990) como alimento en cultivo de copépodos. Por otro lado hay la disponibilidad de estas especies en el laboratorio del CICIMAR, ya que se utilizan para alimentar moluscos y rotíferos.

Se probaron cinco regímenes alimenticios de los cuales, se registra, en porcentaje, la composición de los mismos (tabla 1).

REGIMEN	Tetraselmis	Isochrysis
A	0	100
B	25	75
C	50	50
D	75	25
E	100	0

Tabla 1. Raciones alimenticias expresadas en porcentaje.

Estos ensayos tuvieron una duración de 12 días para cada régimen, arreglados en cuatro series, cada uno por duplicado (tabla 2). Las cuatro series se hicieron con el fin de poder fijar cada tres días una de ellas, asumiendo que el crecimiento poblacional se comportaría en forma similar en todas ellas.

La densidad total del alimento en cada uno de los regímenes utilizados fué de 50,000 cel/ml.

Así, cada tercer día se fijó una serie con formol al 4 %, una vez fijadas las series se procedió a contar la totalidad de los organismos por estadio.

La tabla 2 muestra la forma de colocación de los datos que se tomaron durante este ensayo para el día 3, pero debe entenderse que en igual forma se tomaron los datos los días 6, 9 y 12.

DIA	ESTADIO	REGIMEN A	B	C	D	E
3	**NAUPLIO**					
3	**COPEPODITO**					
3	**ADULTO**					
3	HEMBRA GRAVIDA					

Tabla 2. Regímenes utilizados en la alimentación del copépodo, los cuales se reportan para cada estadio y periodo de fijación.

El modelo aplicado a los datos obtenidos fué el de crecimiento logístico descrito por Rabinovich (1980), para conocer el crecimiento poblacional, y un análisis de varianza de una vía, para saber si hay diferencia significativa en los tratamientos, en caso de existir, se aplicó el Análisis de la Mínima Diferencia Significativa (MDS)(Sokal y Rohlf, 1981).

3.2.2.- DENSIDAD DE ALIMENTO.

Para establecer la densidad de microalgas que se utilizaría en el sistema de cultivo, se siguió el mismo procedimiento que en el ensayo anterior; las densidades de microalgas aplicadas se especifican en la tabla 3.

Se utilizó el mejor régimen de microalgas que resultó en el ensayo anterior (75 % Tetraselmis y 25 % Isochrysis). Para este ensayo se montaron cinco series que fueron preservadas de acuerdo al esquema descrito con anterioridad, por lo que se tienen tres días más de desarrollo, esto se hizo con la finalidad de analizar el ciclo de vida de dicho organismo. Se mantuvieron las mismas condiciones de temperatura (24° C), salinidad (35 ppm) y luz contínua, y se utilizaron recipientes de un litro de capacidad, como en el ensayo previo se aforo a un volumen de 500 ml.

La tabla 3 muestra la forma de colocación de los datos que se tomaron durante este ensayo para el día 3, pero debe de entenderse que en igual forma se tomaron los datos para los días 6, 9, 12 y 15.

El modelo aplicado a los datos obtenidos fue el de análisis de varianza de una vía para cada estadio, en el día 3, 6, 9, 12 y 15.

TIEMPO	ESTADIO	DENSIDADES					
		2533	7533	12533	25033	500E3	1E6
3	N						
3	C						
3	A						
3	H						

Tabla 3.- Densidades utilizadas en la alimentación del copépodo, las cuales se reportan para cada estadio y periodo de fijación.

3.2.3.- TALLA PROMEDIO Y DURACION DE LOS ESTADIOS.

Para conocer la talla promedio y duración aproximada de cada estadio, se eligieron treinta hembras grávidas tomadas al azar a partir del cultivo de mantenimiento (recipiente de plástico de 12 1 con una temperatura de 23° C y una salinidad de 35 ppm), cada una se puso en un tubo de ensaye, con treinta mililitros de agua de mar a 35 ppm y a una temperatura de 24° C, la alimentación dada a estas hembras fue 75 % de Tetraselmis y 25 % de Isochrysis, con una densidad de 75,000 microalgas/ml.

Conforme las hembras colocadas en los tubos fueron desovando, se etiquetó el tubo marcando datos: fecha, temperatura, salinidad y concentración de alimento. Con el fin de poder preservar los organismos se fijó con formol al 4 % el contenido de dos tubos por día a partir del desove, hasta que se completaron dos series hasta los quince días de desarrollo. Los organismos se contaron y se midieron en su totalidad, conociendo así la talla promedio y duración de los estadios bajo estas condiciones de cultivo.

Para conocer la tasa de crecimiento y duración promedio de cada estadio, aunque esta especie es de crecimiento discreto se ajustó a un modelo de crecimiento contínuo, ya que la talla se obtuvo por promedio de las dos réplicas. Se utilizó el modelo de Von Bertalanffy (Ehrhardt, 1981).

3.2.4.- METODO DE PRODUCCION A MEDIANA ESCALA.

Para conocer la máxima cantidad de organismos que se pueden "cosechar" cada determinado tiempo, así como la capacidad porteadora de carga del medio, bajo las condiciones de laboratorio (35 ppm y a una temperatura de 24° C), con una alimentación de 75 % Tetraselmis y 25 % Isochrysis con una densidad de 75,000 microalgas/ml., se colocó un número conocido de P. eurvhalinus, asimismo se determinó su estructura poblacional, la cual se reporta en la tabla 8 (página 49).

Las características de la estructura en la cual se puso a los organismos son las siguientes: material de madera, forma rectangular y dimensiones de 1.2 x 0.8 x 0.13 metros (figura 1), cubierta con una capa de resina; el fondo de la caja fue marcado cada diez centímetros con una capacidad real de 110 litros, este diseño se eligió porque tiene la ventaja de que puede ser muestreado fácilmente.

En este recipiente se puso un volumen de 100 litros de agua de mar, con aireación, luz constante, y una temperatura de 24°C. Diariamente se hicieron mediciones sobre los factores abióticos: temperatura ambiental, máxima y mínima, temperatura del agua contenida en la estructura, pH, y salinidad. Asi mismo se determinó y corrigió de acuerdo al diseño original, y en la medida de lo posible la concentración de alimento.

La frecuencia del muestreo para conocer el crecimiento y estructura poblacional fué de tres días.

Posteriormente se determinó el tamaño de muestra por medio de la fórmula dada por Daniel, (1980), para el 95 % de confianza, el volumen de cada muestra fue de un litro, el cual se tomó al azar.

Se diseñó un fraccionador de muestras, de un litro de capacidad, el cual se dividió en 16 cámaras (figura 2), determinandose que una muestra al azar de un 1/16 era suficiente para obtener datos representativos de la densidad y estructura poblacional, las quince restantes se regresaban a la caja, para no afectar considerablemente la estructura de la población, ni el número de los organismos presentes en el sistema.

De las muestras procedentes del fraccionador, se contaron los organismos y se determinó su estructura poblacional en cada una de las 16 celdas, posteriormente se utilizó una tabla de contingencia, para un 95 % de confianza (Zar, 1984) para conocer si había diferencia significativa en el número de organismos o si habia alguna tendencia para irse a una u otra celda.

El crecimiento poblacional en el sistema de producción, también se ajustó al modelo de crecimiento logístico (Rabinovich, 19'80). Una vez conociendo la máxima capacidad de carga del sistema (K), y mediante la fórmula K/2 se obtuvo el punto en el cual se

debe de "cosechar" para hacer el sistema de producción continuo o semicontínuo, y así el sistema de producción alcance la máxima tasa de recuperación que cabe esperar en las condiciones de cultivo establecidas.

Para conocer si la población mantuvo la proporción de estadios durante el periodo de cultivo se determinó la proporción de cada uno de ellos en cada lote preservado.

Para determinar la tendencia de incremento de cada uno de los estadios, en su distribución en el sistema de cultivo, se aplicó un análisis de tabla de contingencia para cada estadio (Spiegel, 1986).

Las microalgas se contaron diariamente, agregándose la cantidad de microalgas que hiciera falta, para tener la ración seleccionada en la composición correcta.

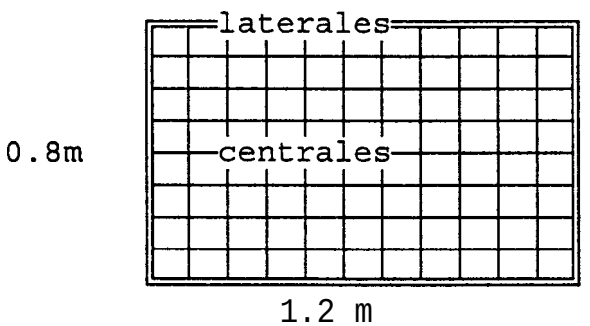

Figura 1. Estructura utilizada para el cultivo a mediana escala de Pseudodiaptomus eurvhalinus.

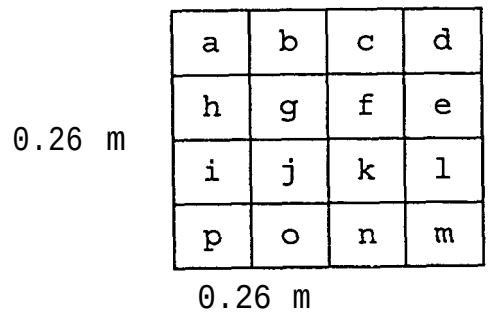

Figura 2. Fraccionador de muestras utilizado para no afectar a la población del copépodo durante el cultivo.

4.- RESULTADOS.

Las réplicas de los ensayos para conocer el régimen adecuado y la densidad no funcionaron como tales, ya que la variacion del número de organismos por tratamiento fue muy alta, encontrándose casos en que una réplica tenía menos del 50 % en comparación con la otra, esto causó que la variación dentro y entre los tratamientos fuera muy alta.

Por tal razón los resultados de estos ensayos se analizaron por medio de un análisis de varianza de una vía entre cada tratamiento para cada fecha de fijación, para conocer si los tratamientos fueron significativamente diferentes entre sí en cada periodo de cultivo y, posteriormente, por medio de una prueba de la mínima diferencia significativa (MDS), para conocer la igualdad o diferencia entre ellos.

Asi mismo se eliminó el efecto de la alta variabilidad utilizando los promedios de las réplicas obtenidas para su análisis.

4.1.- REGIMEN ALIMENTICIO.

a). Los resultados del análisis de varianza para conocer el mejor régimen se muestran en la tabla 4.

En esta tabla se observa que solamente en los estadios nauplio del día 12, copepodito de los días 6 y 12 y en la suma de la

población en el día 12, los tratamientos muestran diferencia significativa en el crecimiento poblacional de los copépodos.

ESTADIO Y TIEMPO.	VALOR OBTENIDO F	DIFERENCIA EN TRATAMIENTOS..
NAUPLIO 3	0.25	
NAUPLIO 6	2.1	
NAUPLIO 9	1.09	
NAUPLIO 12	8.14	X
COPEPODITO 6	5.78	X
COPEPODITO 9	2.53	
COPEPODITO 12	7.78	X
ADULTO 3	1.75	
ADULTO 6	1.0	
ADULTO 9	2.83	
ADULTO 12	4.35	
HEMBRA GRAVIDA 3	1.9	
HEMBRA GRAVIDA 6	0.27	
HEMBRA GRAVIDA 9	0.75	
HEMBRA GRAVIDA 12	0.27	
TOTAL 3	0.01	
TOTAL 6	1.34	
TOTAL 9	1.45	
TOTAL 12	6.51	X

Tabla 4.- Resultado del análisis de varianza a los regimene

Aplicando un análisis de la mínima diferencia significativa (MDS), se obtiene que, en el caso de nauplio del día 12 (figura 3), solamente el régimen A difiere significativamente del resto, los que se pueden considerar similares desde el punto de vista estadístico.

CENTRO DE
BIB
I.P.N.
DONATIVO

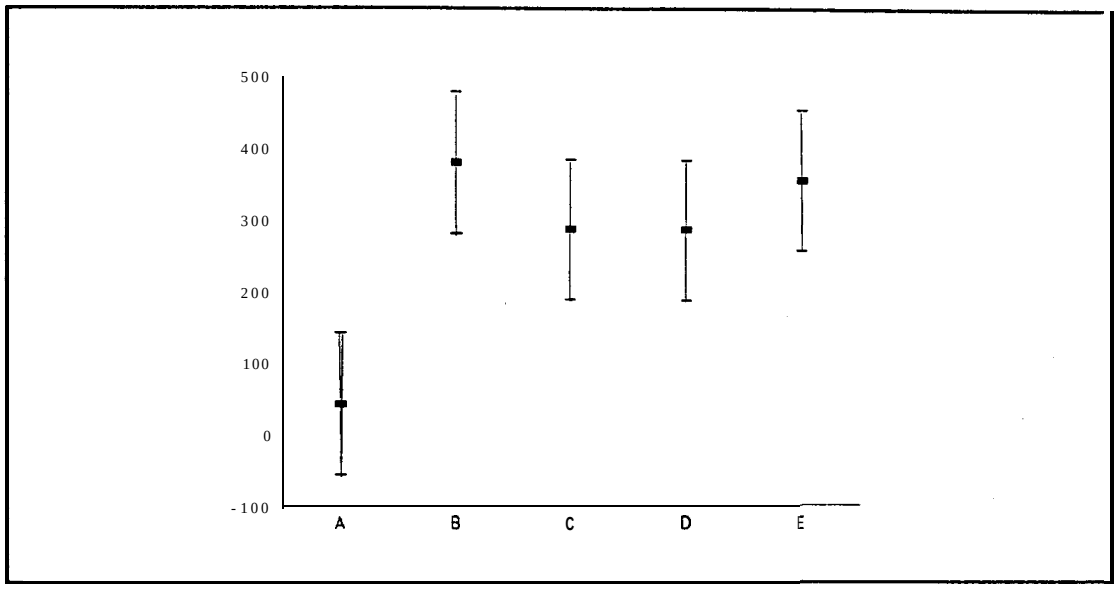

Figura 3. Resultado del análisis MDS para el estadio nauplio en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados.

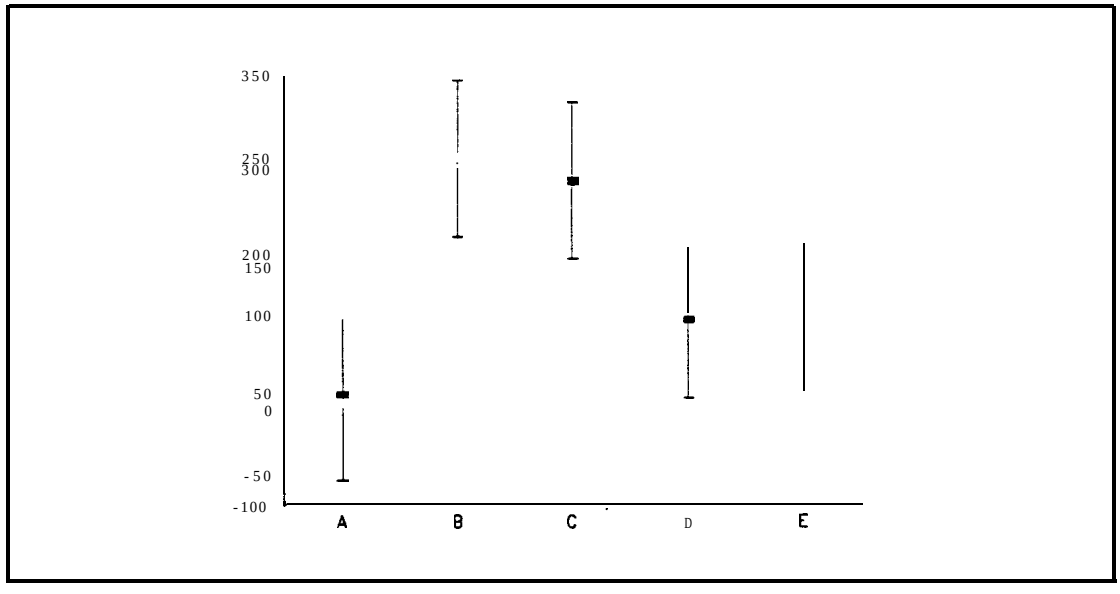

Figura 4. Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito en el día 6 para los regímenes alimenticios considerados.

Al aplicar el análisis MDS, a los datos de copepodito del día 6 (figura 4), se observa que los regímenes B y C difieren estadisticamente del A, no mostrando diferencia D y E con los tres anteriores.

En el caso de copepodito del día 12 (figura 5), los regímenes B,C,D y E se consideran similares estadisticamente, al igual que el A y B, siendo el A diferente al C, D y E. Cuando se aplica al total de organismos en el día 12 (figura 6) ocurre lo mismo que para copepodito 12. A todos los análisis se les aplicó el 95 % de confianza (α = 0.05).

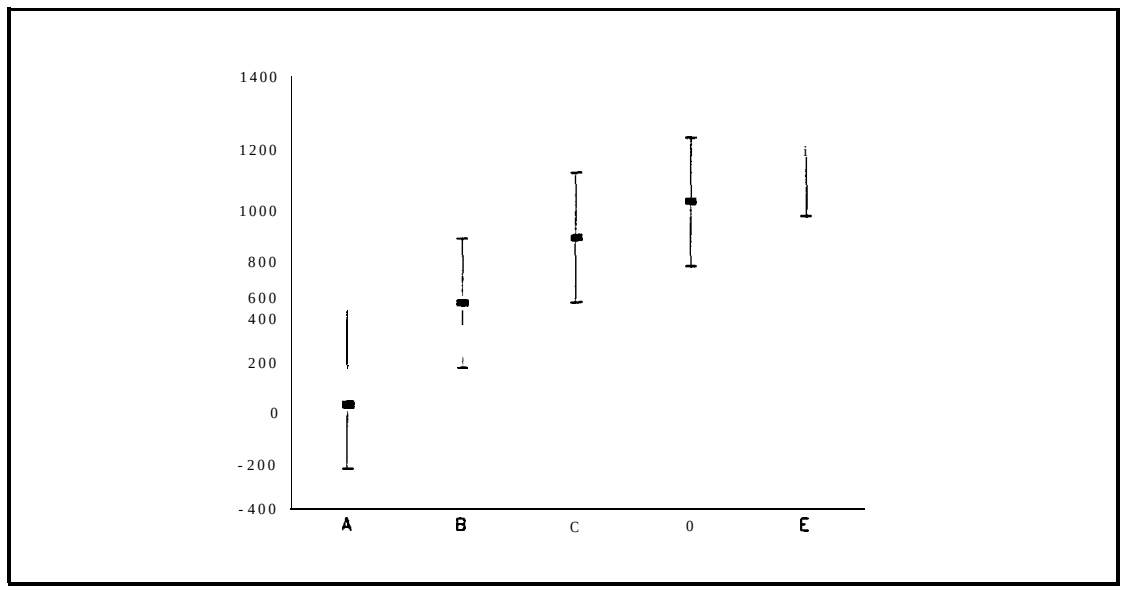

Figura 5. Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados.

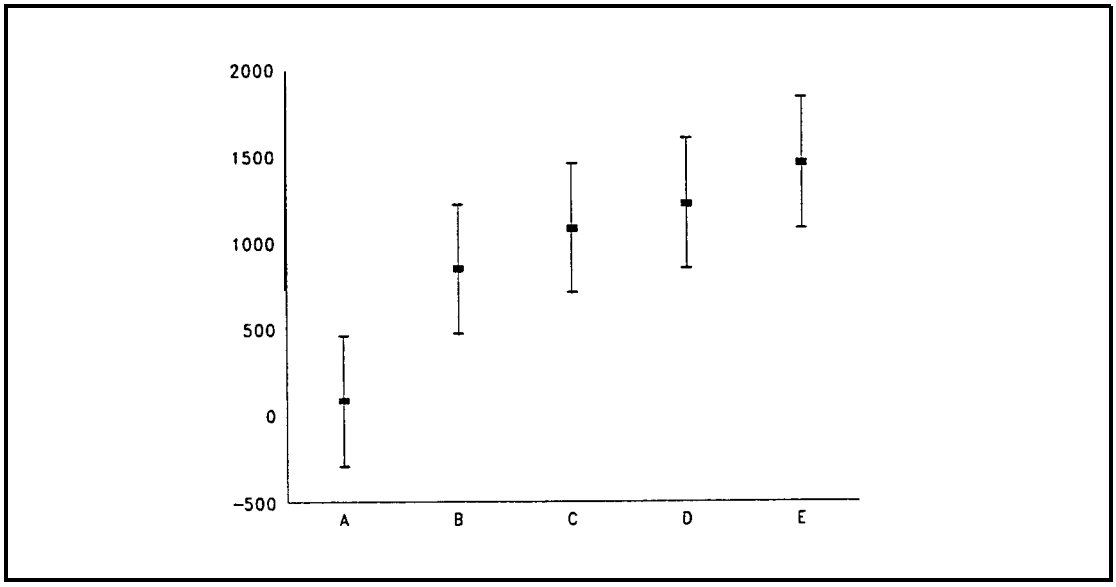

Figura 6. Resultado del análisis MDS para el número total de copépodos en el día 12 para los regímenes alimenticios considerados.

b). Al comparar el crecimiento poblacional de copépodos en los diferentes intervalos de tiempo (figura 7) se observa que en el día 3 es superior con el régimen A que con los otros, en el día 6 se comporta igual que con el resto de los regímenes excepto en el régimen E (con un incremento aproximado del 700 %); sin embargo, en el día 9 hay una marcada disminución del número de organismos, la cual es mas acentuada el día 12. Para el régimen B, hasta el noveno día el número de organismos se comporta igual que las tres restantes, bajando el numero poblacional el día 12. Para los últimos 3 regímenes el comportamiento hasta el día 9 es similar excepto en el E, que es mas bajo respecto a los otros dos, sin embargo en el día 12 se aprecia una diferencia marcada, ya

que aumenta el número de organismos del régimen C al E, con 35,40 y 53 % respecto al día 9.

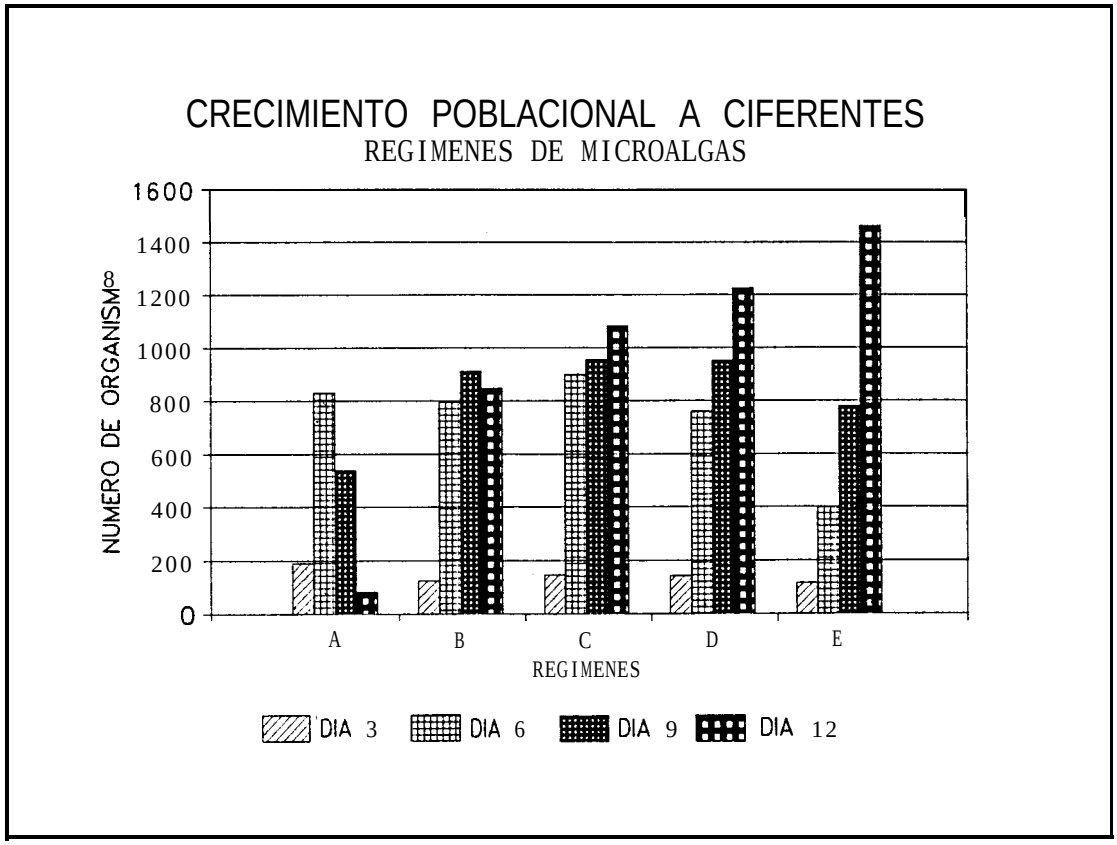

Figura 7. Crecimiento poblacional con los regímenes alimenticios.

En la tabla 5 se observan las constantes K (capacidad máxima de carga de un sistema) y r (pendiente de la curva del modelo), que describen el patrón de crecimiento de cada uno de los regímenes de acuerdo al modelo logístico de crecimiento poblacional. Con base en ella se aprecia que, el régimen E tiene la capacidad de carga mayor, siguiendole el C y D respectivamente, sin embargo al ver la

figura 7, el E y D tienen mayor número de organismos; esta aparente discordancia es consecuencia de la amplia variabilidad de los datos señalados con anterioridad.

REGIMEN	K	r
A	645.7	0.15
B	880.0	0.152
C	960.0	0.996
D	936.3	0.811
E	988.6	0.532

Tabla 5.- Constantes "k" y "r" del modelo de crecimiento logístico para los regímenes alimenticios.

La distribución por estadios de vida del copépodo muestra en el régimen A (figura 8) una abundancia muy irregular, aunque cabe hacer la aclaración de que en este ensayo el número de adultos y de hembras grávidas se mantuvo constante, ya que el ciclo de vida bajo estas condiciones se concluye después del día 12. En el sexto día se observa que el incremento en el número de nauplios es bastante notorio y de hecho en ninguno de los otros regímenes se observa, con excepción del día 9; donde destacan los copepoditos, después disminuyen progresivamente hasta el día 12.

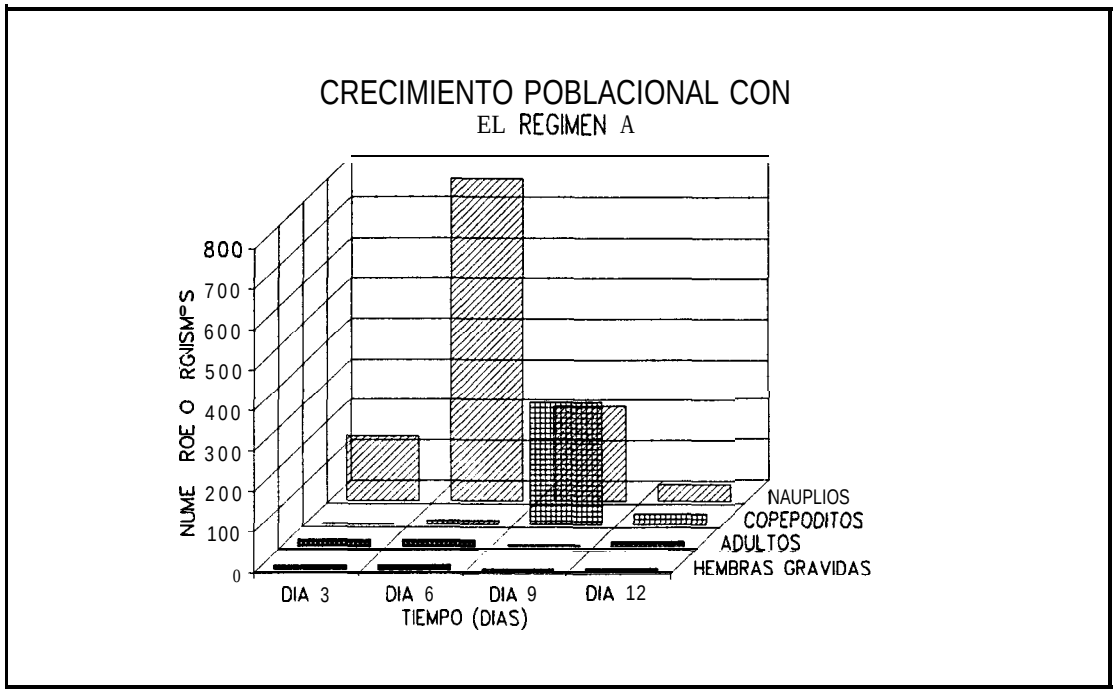

Figura 8. Crecimiento poblacional con el régimen A.

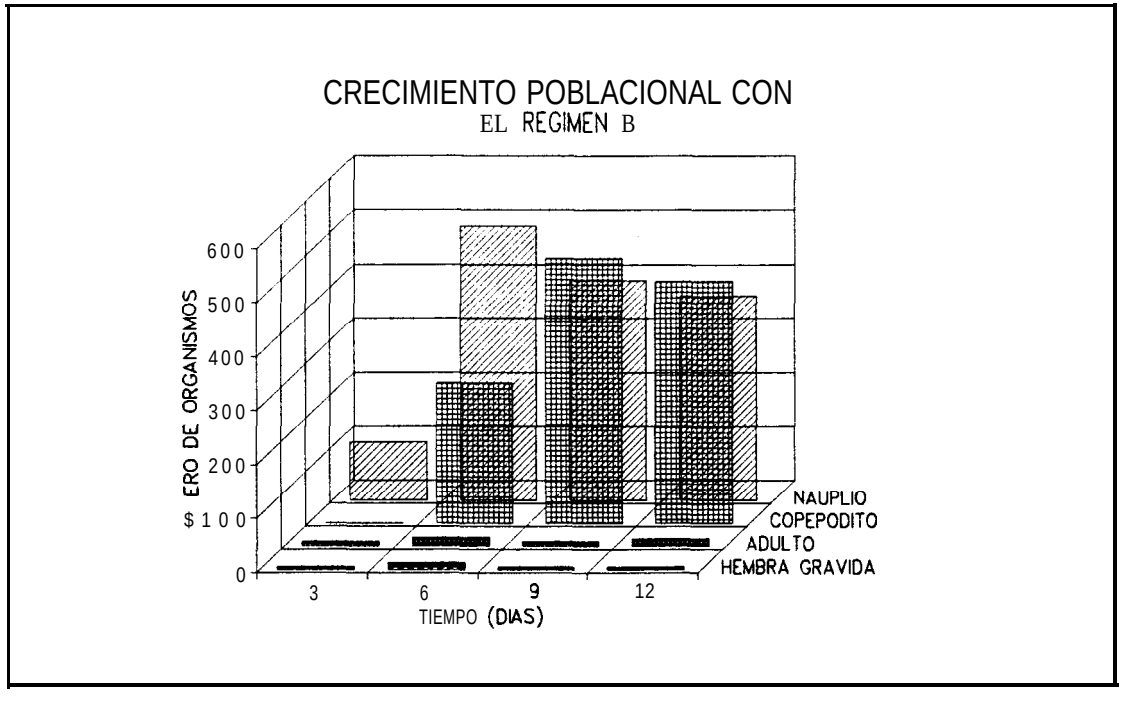

Figura 9. Crecimeiento poblacional con el régimen B.

El régimen B (figura 9) muestra un crecimiento mayor en el número de organismos que el régimen A, y en el día 12 el número poblacional decrece, aunque menos que en el caso del regímen A, tambien se puede observar que el número de nauplios disminuye en el día 9, y que los copepoditos dominan a partir de este día y hasta el día 12.

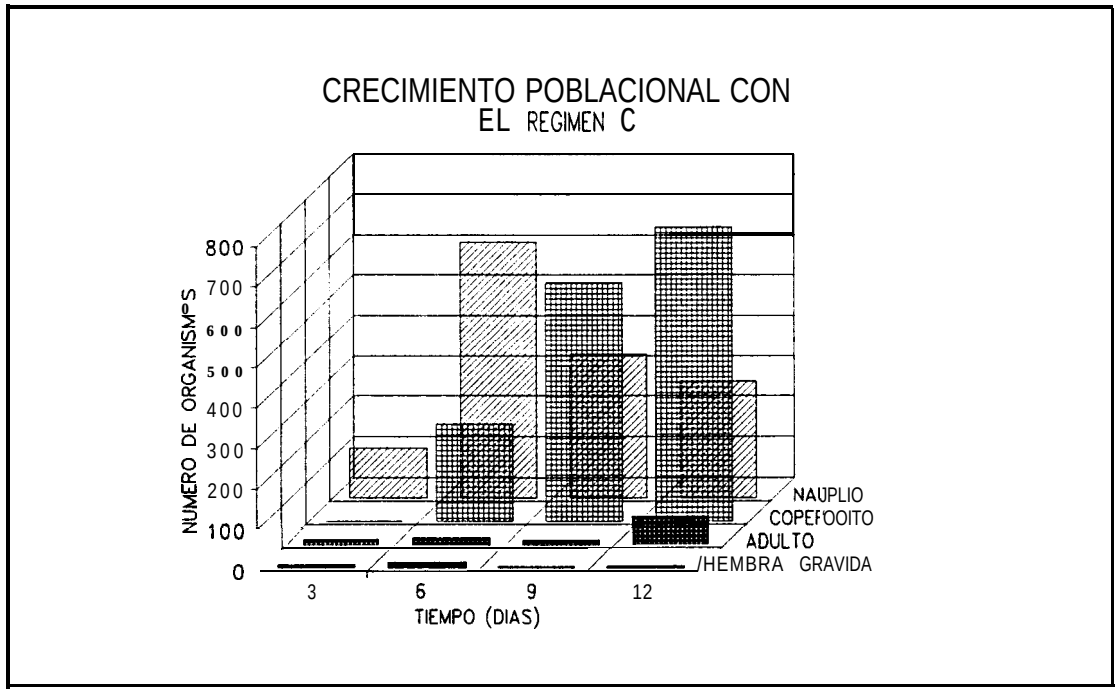

Figura 10. Crecimiento poblacional con el régimen C.

En el régimen C (figura 10), se observa un marcado incremento de los nauplios el día 6 disminuyendo el día 9 y aun mas el 12; con respecto a los copepoditos, a partir del día 6 se presenta un incremento constante. Lo mas importante de este régimen, con respecto a los dos anteriores, es la incorporación de los

copepoditos a adultos y el hecho de que en este régimen no disminuyó el número total de organismos durante el ensayo, como en los dos anteriores.

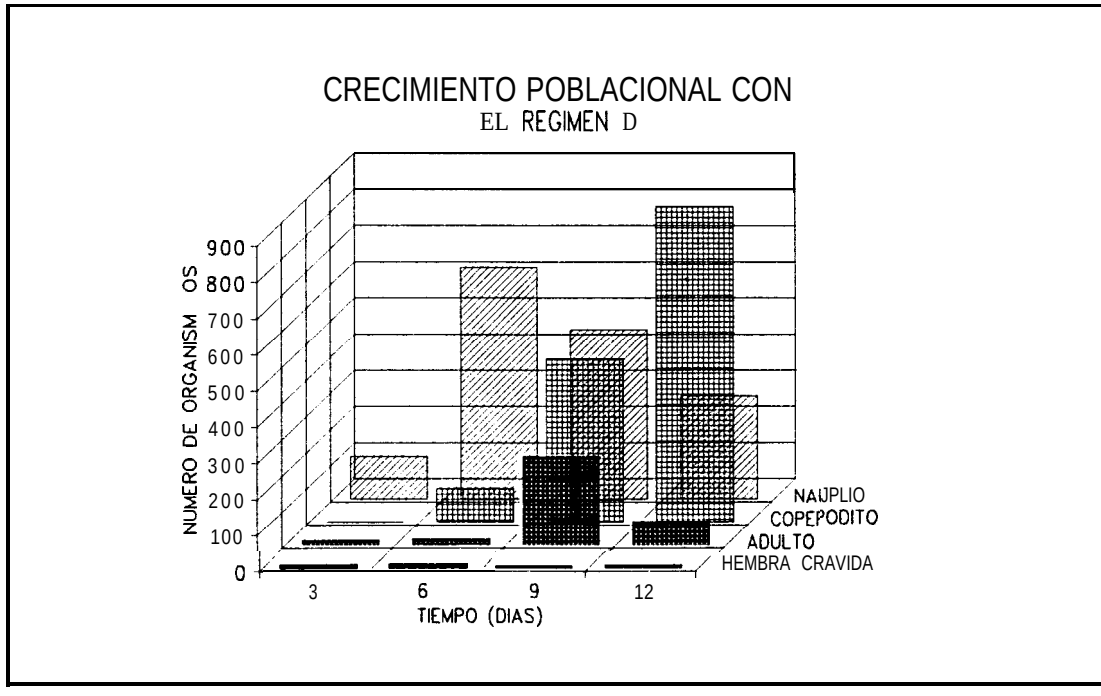

Figura 11. Crecimiento poblacional con el régimen D.

En el régimen D (figura 11), el número de nauplios se comporta de igual forma que los anteriores, aunque el número es mayor. Al igual que el regimen C se observa una incorporación de copepoditos a adultos, aunque en este caso es desde el día 9.

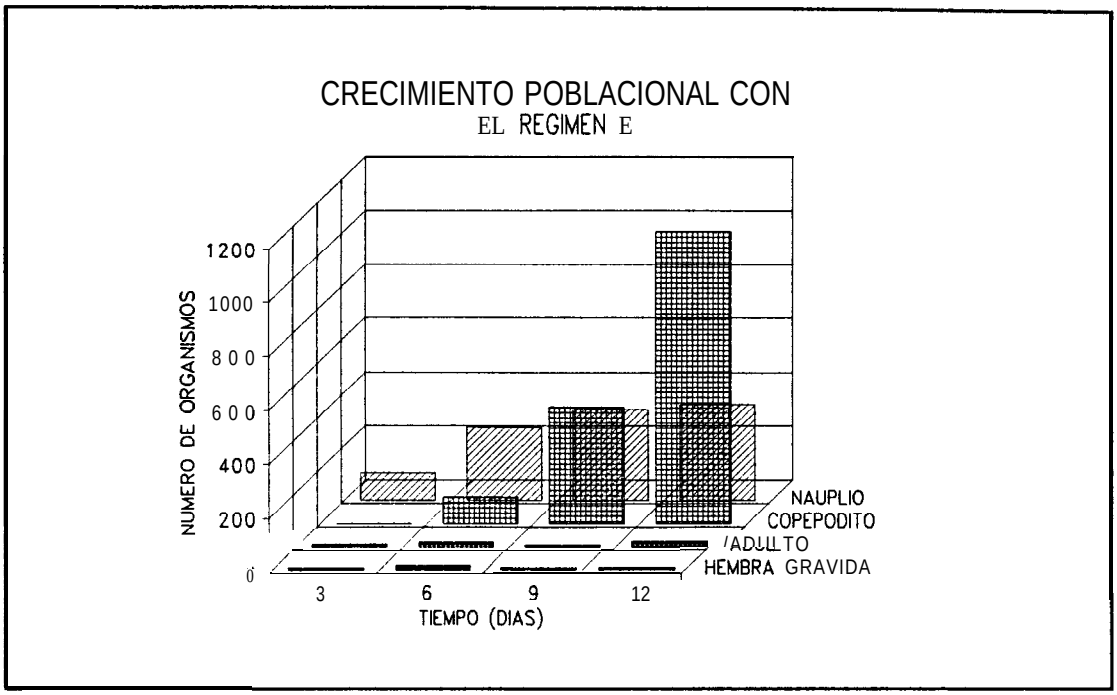

Figura 12. Crecimiento poblacional con el régimen E.

Finalmente, en el régimen E (Figura 12), el día 12 se presenta el mayor numero de organismos y solo el crecimiento de la población de nauplios se comporta diferente a los regímenes anteriores, debido a que siempre hay un incremento gradual. En cambio, en los regímenes A - D, en el día 6 hay un incremento hasta del 700 % y del día 9 en adelante disminuyen. Para los copepoditos, al igual que los otros regímenes se describe un crecimiento logístico, aunque en el caso de este estadio el incremento del día 12 hace que el número de organismos sea mayor que cualquiera de los regímenes anteriores, observándose un crecimiento de tipo exponencial, es importante mencionar que aquí no hay incremento en el número de adultos.

4.2.- DENSIDAD DE ALIMENTO.

a). En este caso cabe hacer la aclaración que se aplicó el análisis de varianza a las 6 densidades y en todos los análisis se encontró que había diferencia significativa, por lo tanto, se decidió eliminar a las 3 últimas densidades 250,000; 500,000 y 1,000,000 de microalgas/ml, ya que en esos casos las diferencias estadisticas encontradas fueron consecuencia de que el número poblacional de copépodos fue muy bajo.

Al aplicar el análisis de varianza a las densidades de 25,000; 75,000 y 125,000 microalgas/ml se observa que hay diferencia significativa entre los estadios nauplio del día 15, copepodito de los días 9 y 12, adulto del día 15 y hembra grávida del día 15 (tabla 6).

El método MSD se ilustra en las figuras 13, 14, 15, 16 y 17; puede apreciarse que en 4 de los 5 casos las densidades de 75,000 y 125,000 microalgas/ml son iguales. En copepodito 12 (figura 15) las densidades de 25,000 y 125,000 microalgas/ml tienen la misma respuesta poblacional, siendo inferiores a la densidad de 75,000 microalgas/ml.

ESTADIO/TIEMPO	VALOR OBTENIDO F	DIFERENCIA EN TRATAMIENTOS.
NAUPLIO 3	1.48	
NAUPLIO 6	0.44	
NAUPLIO 9	0.28	
NAUPLIO 12	1.14	
NAUPLIO 15	84.99	X
COPEPODITO 6	1.11	
COPEPODITO 9	108.89	X
COPEPODITO 12	17.24	X
COPEPODITO 15	0.86	
ADULTO 3	4.11	
ADULTO 6	0.58	
ADULTO 9	1.85	
ADULTO 12	6.19	
ADULTO 15	36.38	X
HEMBRA GRAVIDA 3	1.61	
HEMBRA GRAVIDA 6	1.68	
HEMBRA GRAVIDA 9	0.13	
HEMBRA GRAVIDA 12	0.37	
HEMBRA GRAVIDA 15	22.21	X

Tabla 6. Resultado del análisis de varianza para las densidades de microalgas.

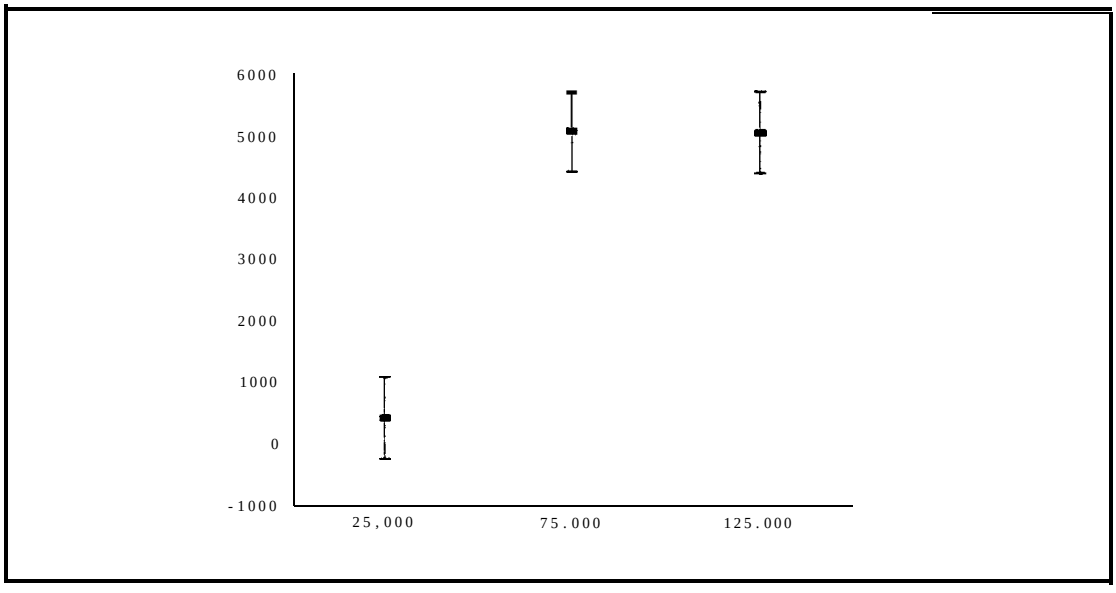

Figura 13. Resultado del análisis MDS para el estadio nauplio del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.

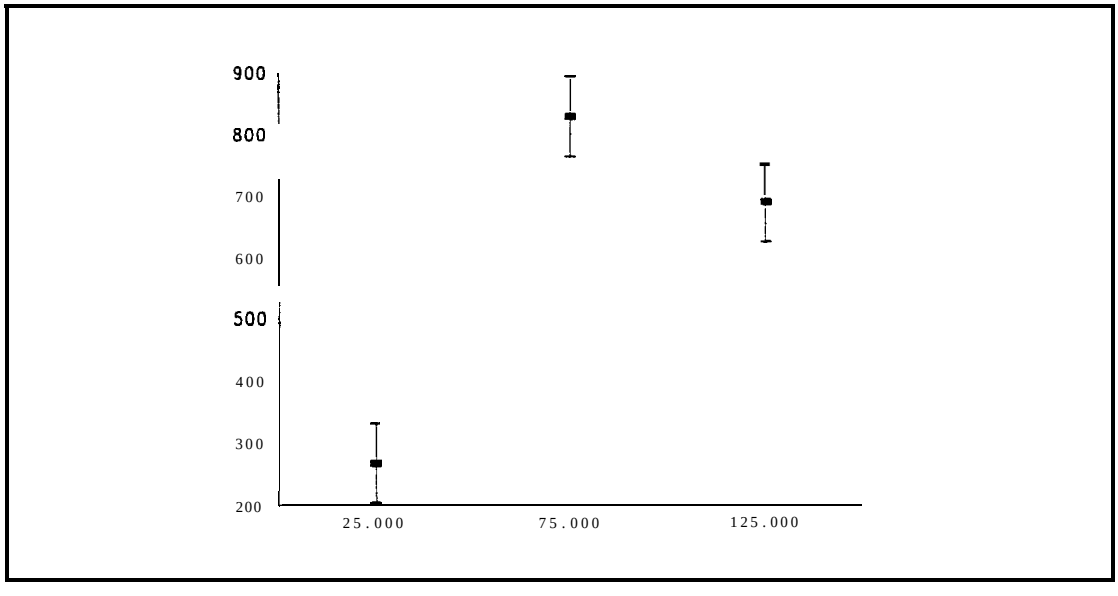

Figura 14. Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito del día 9 para las densidades de alimento aplicada.

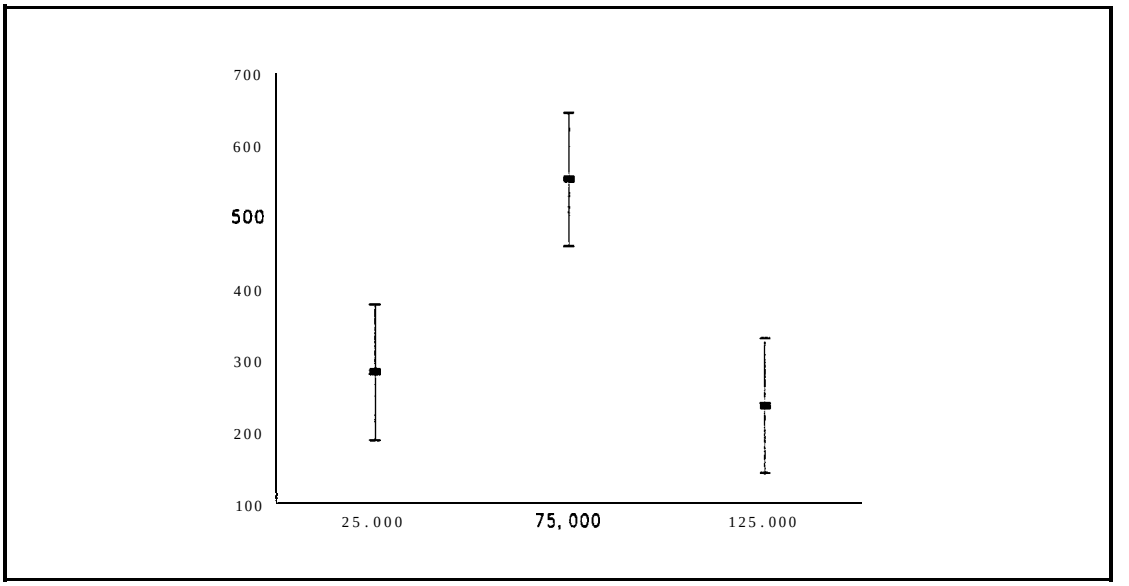

Figura 15. Resultado del análisis MDS para el estadio copepodito del día 12 para las densidades de alimento aplicadas.

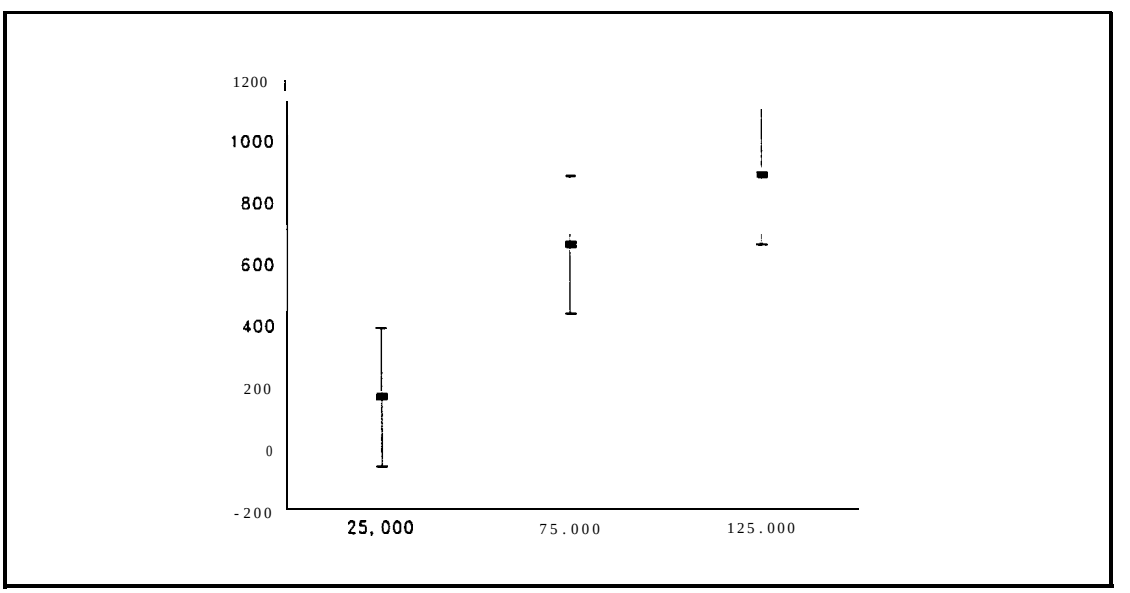

Figura 16. Resultado del análisis MDS para el estadio adulto del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.

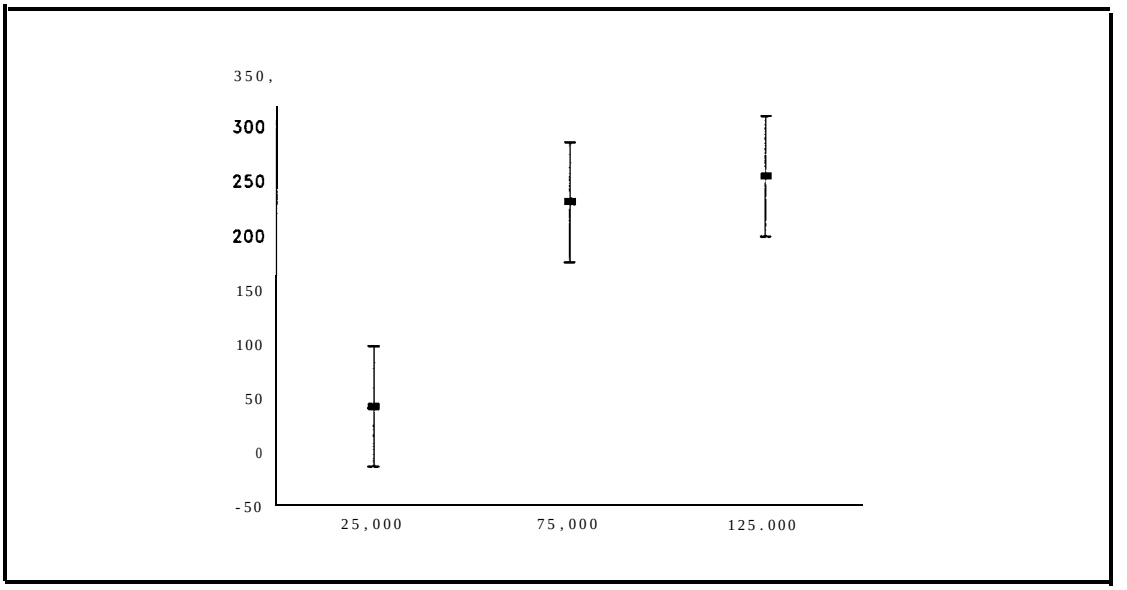

Figura 17. Resultado del análisis MDS para las hembras del día 15 para las densidades de alimento aplicadas.

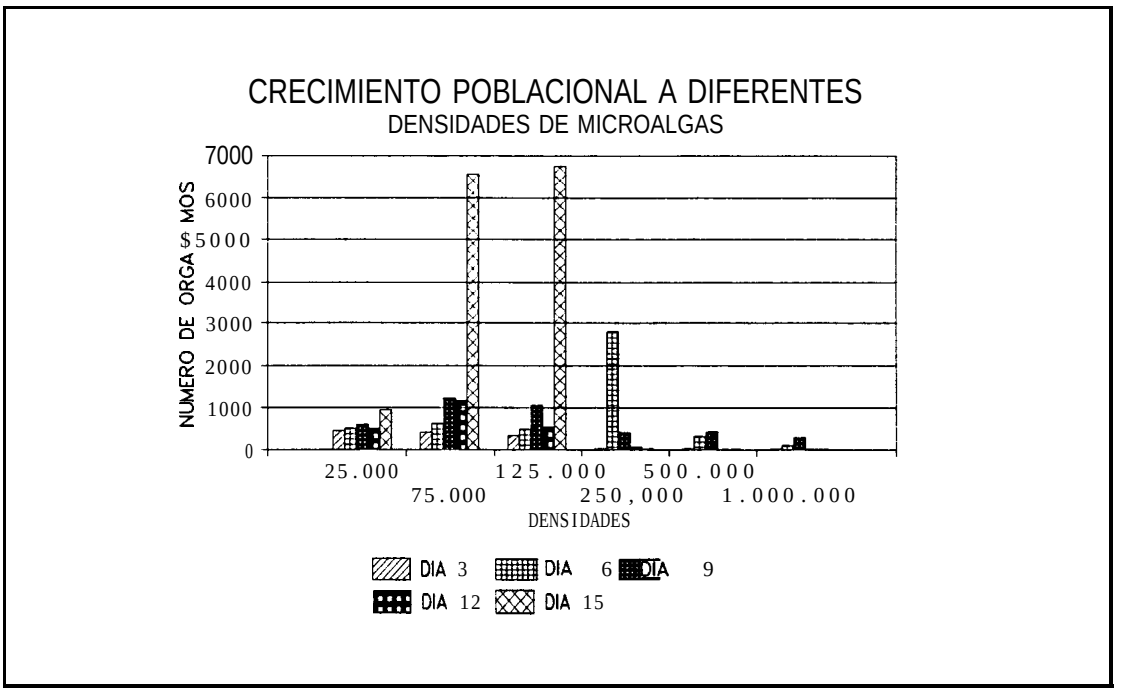

Figura 18. Crecimiento poblacional con las diferentes densidades de microalgas.

b). En las figuras 18, 19, 20 y 21 se muestra el crecimiento poblacional de los copépodos a diferentes densidades de microalgas, se aprecia que el máximo nivel poblacional se alcanza al suministrar entre 75,000 y 125,000 cél/ml (figuras 20 y 21), siendo esta última mayor en número poblacional; la densidad de 25,000 células/ml (figura 19), muestra un crecimiento similar a las anteriores, pero con mucho menos organismos que las ya mencionadas. En la densidad de 250,000 (figura 22), hay un incremento en el sexto día que no se presentó en el ensayo anterior descrito en el inciso 4 .1., ni en las otras densidades de este ensayo.

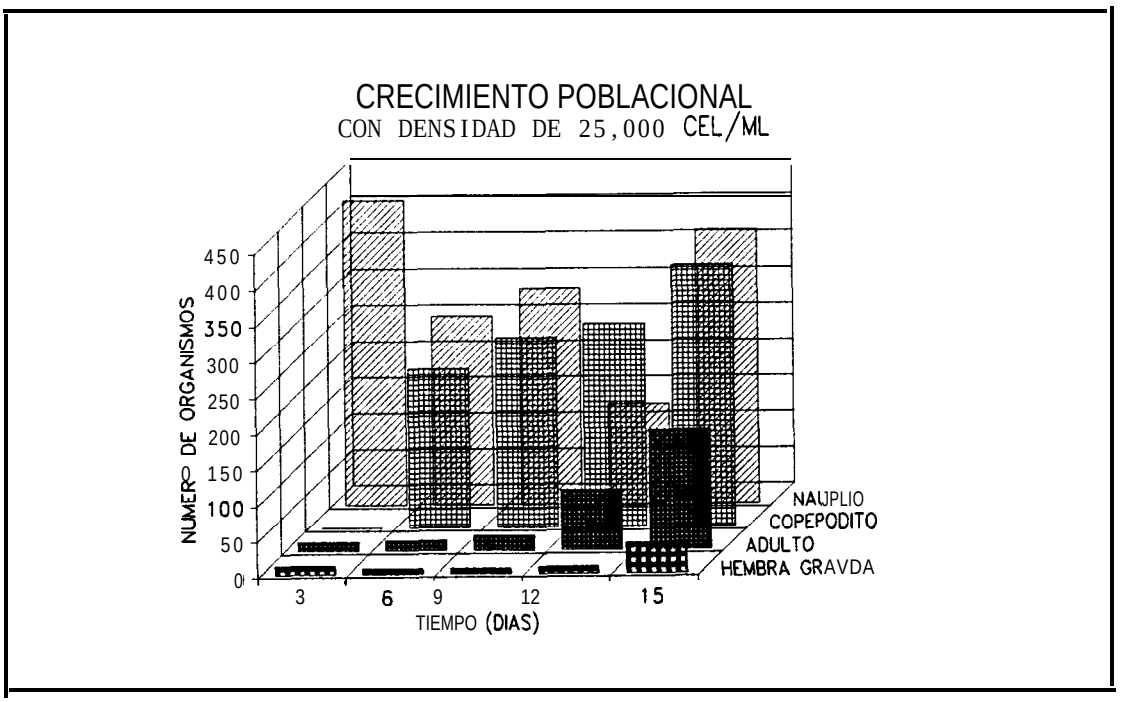

Figura 19. Crecimiento poblacional con la densidad de 25,000 microalgas/ml.

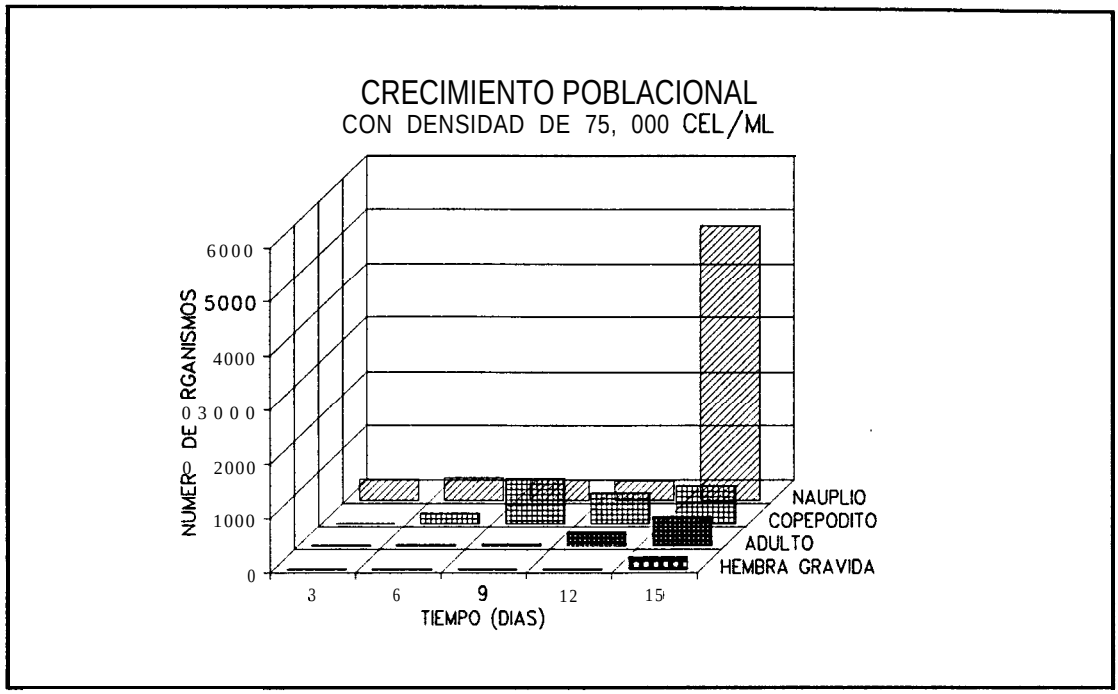

Figura 20. Crecimiento poblacional con una densidad de 75,000 microalgas/ml.

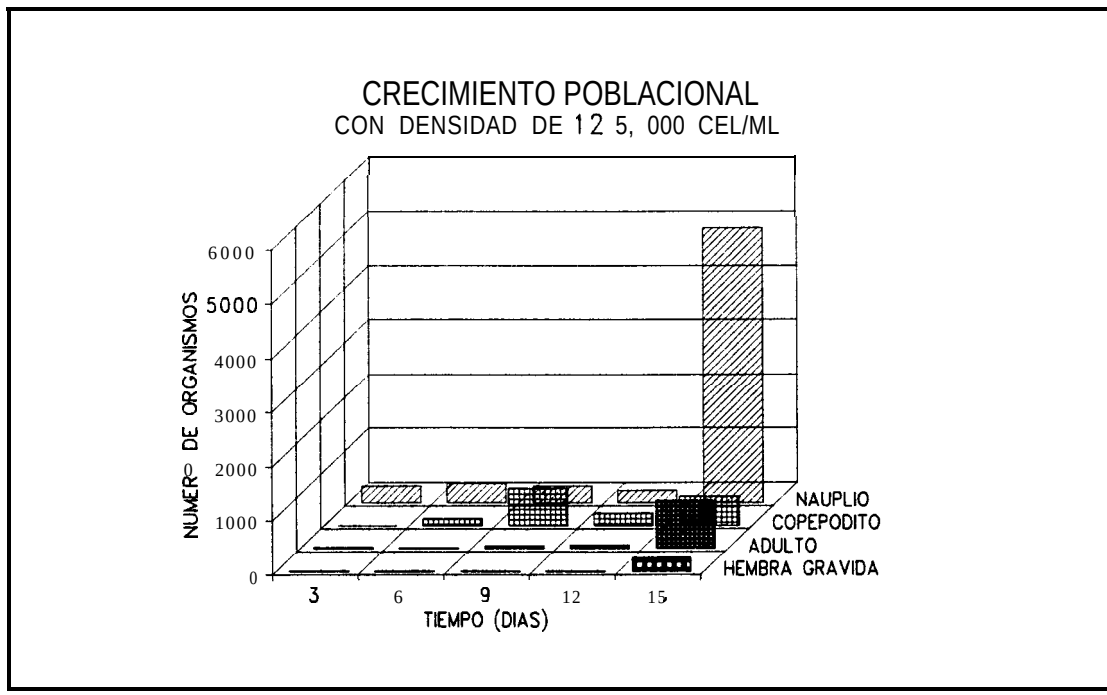

Figura 21. Crecimiento poblacional con una densidad de 125,000 microalgas/ml.

En las últimas densidades (500,000 y 1,000,000 células de alimento/ml) figuras 23 y 24 respectivamente, se observa desde el tercer día que la densidad del copépodo no sobrepasa la obtenida con raciones menores.

Para la densidad de 75,000 células/ml (figura 20), se observa un ligero decremento poblacional en el día décimo segundo con respecto al día 9. En esta densidad el día 15 se obtiene un incremento poblacional del 600 %, así mismo el número de hembras grávidas el día 12 se incrementa de 12 a 231 organismos en 3 días.

Para la densidad de 125,000 células/ml (figura 21), en el día 15 para el caso de adultos y hembras grávidas se ve un ligero incremento con respecto a la densidad anterior, sin embargo como ya se mencionó hay un inexplicable decremento de la población total de un 50 % en el día 12 respecto al día 9.

Para el caso de la densidad de 250,000 células/ml, y las superiores (figuras 22, 23 y 24), se aprecia que en el día 6 hay un número grande de nauplios, el cual se incrementa mas el día 9, en esta densidad el número máximo de organismos, se presenta en el día 9, teniendo la tendencia a abatirse en forma abrupta a partir de ese día.

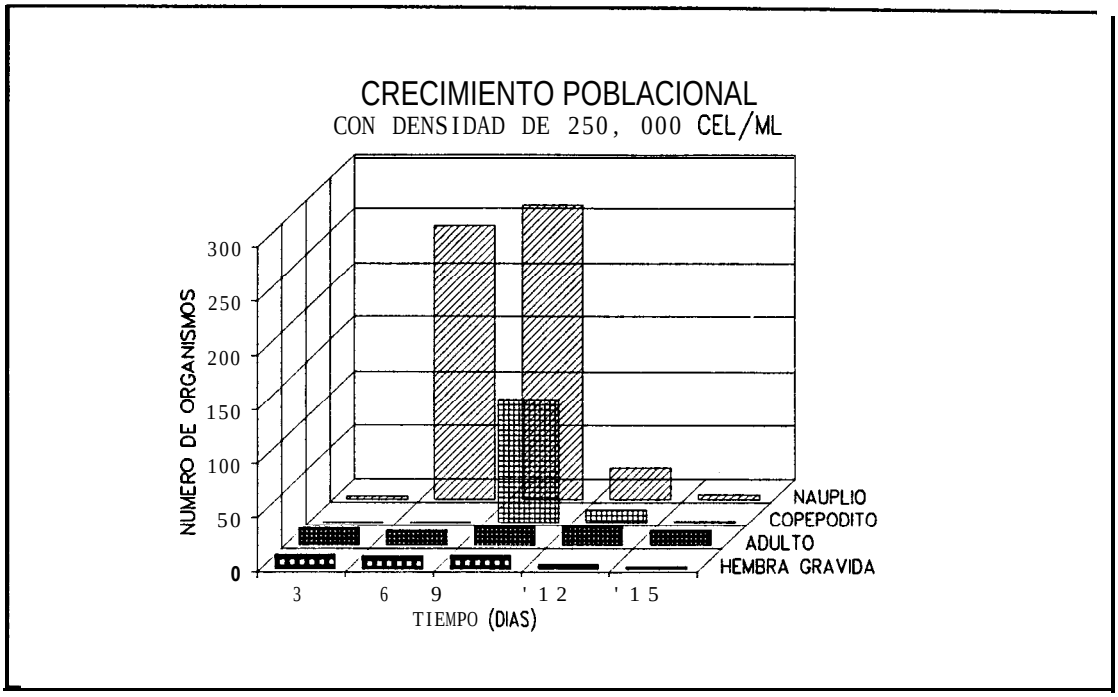

Figura 22. Crecimiento poblacional con una densidad de 250,000 algas/ml.

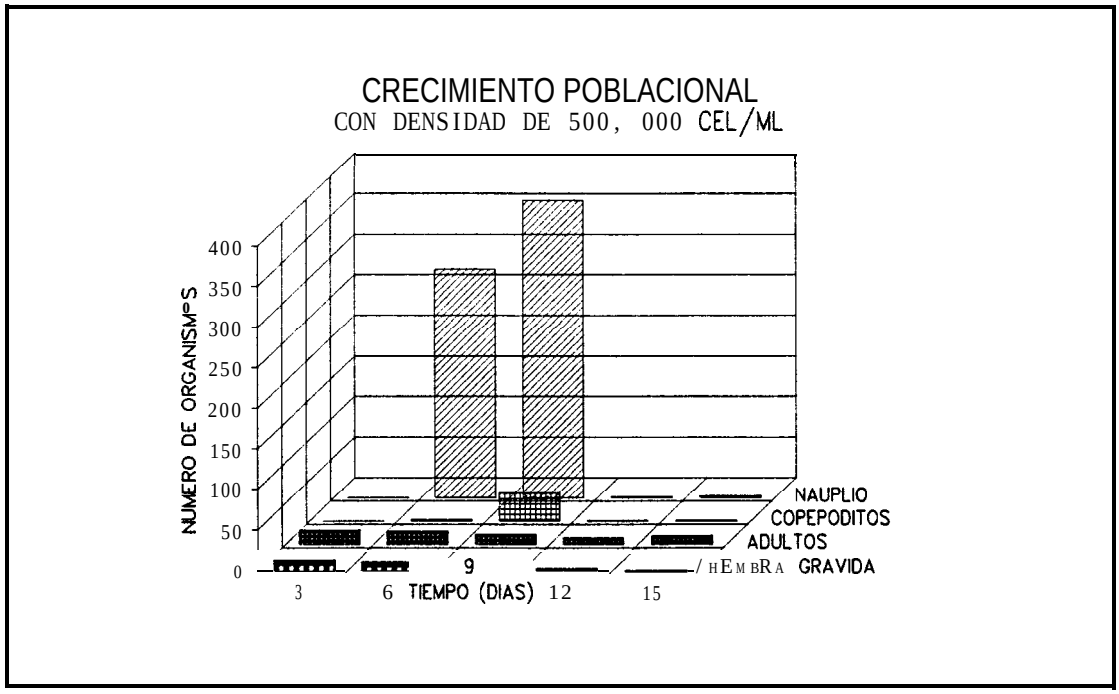

Figura 23. Crecimiento poblacional con una densidad de 500,000 microalgas/ml.

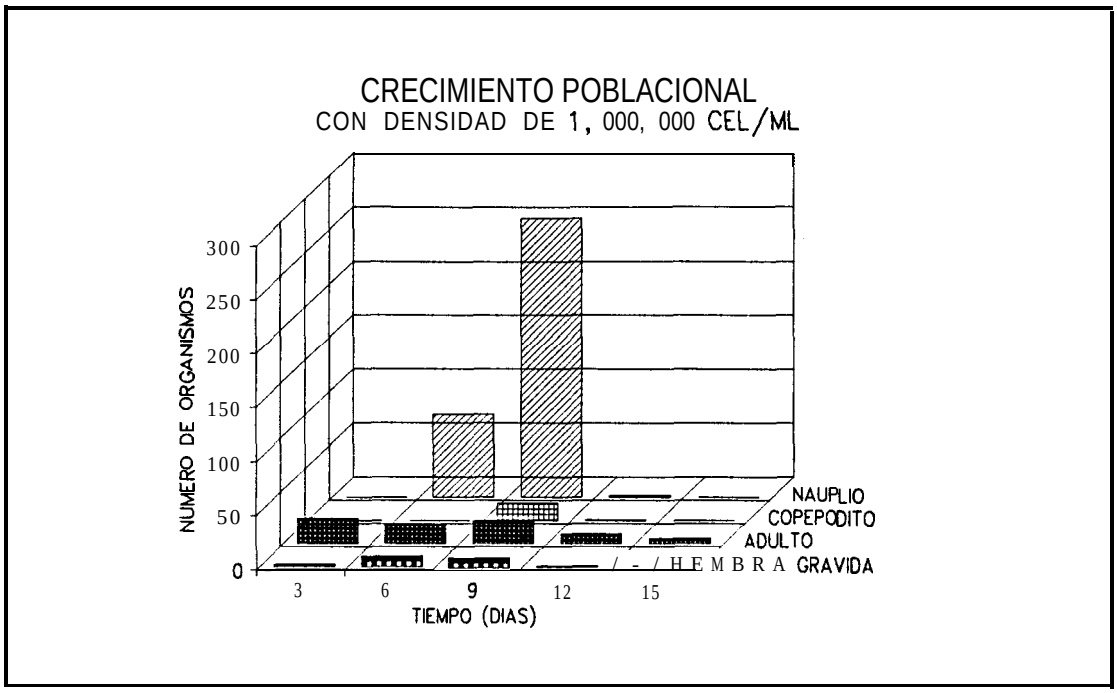

Figura 24. Crecimiento poblacional con una densidad de 1,000,000 microalgas/ml.

De todas las densidades, la que presenta menor número de organismos en todos los días es la de 1,000,000 células/ml (figura 24), siendo unicamente el día 9 cuando presenta mayor número de organismos.

4.3.- TALLA PROMEDIO Y DURACION DE LOS ESTADIOS.

Con respecto al desarrollo individual, duración y talla promedio que presenta P. eurvhalinus en sus diferentes estadios (tabla 7), se advierte que en 48 horas puede haber hasta dos cambios de estadio: por ejemplo, en el primer día hay nauplio I y II y en el segundo día hay nauplio II y III, En‘el octavo día se empiezan a diferenciar sexualmente y en el noveno día cuando las hembras muestran una tasa de crecimiento mayor que los machos (figuras 25 y 26). Asimismo en el décimo día se empiezan a formar parejas y es hasta el decimo cuarto día cuando aparecen las hembras grávidas.

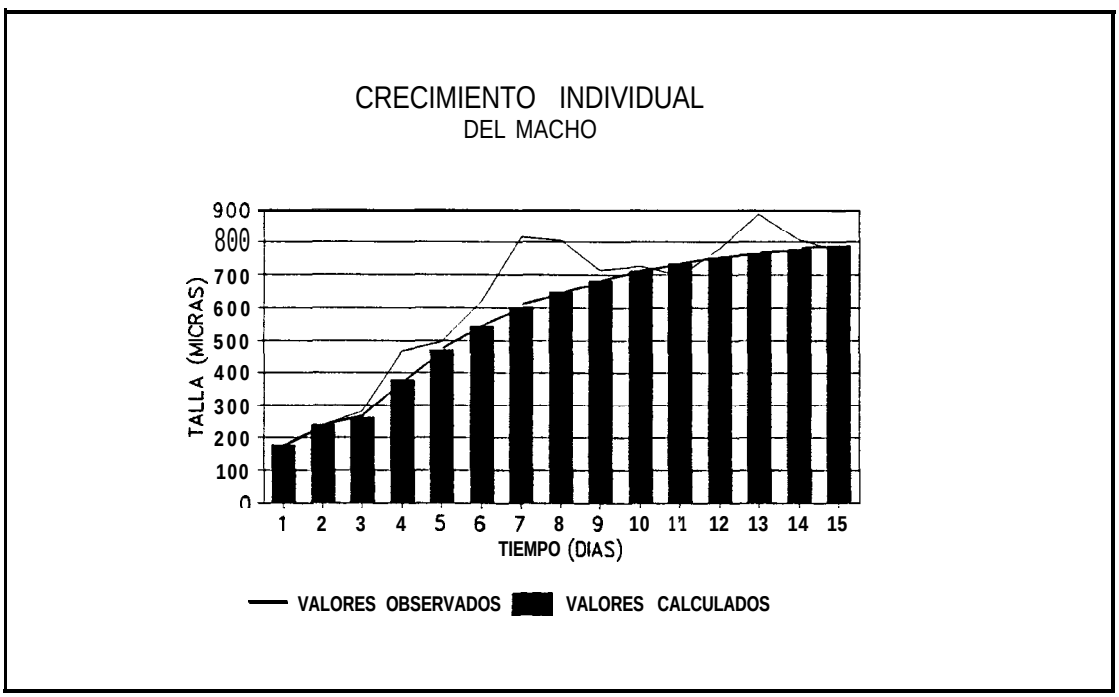

Figura 25. Crecimiento individual del macho.

CENTRO DE BIBLIOTECAS
I.P.N.
DONATIVO

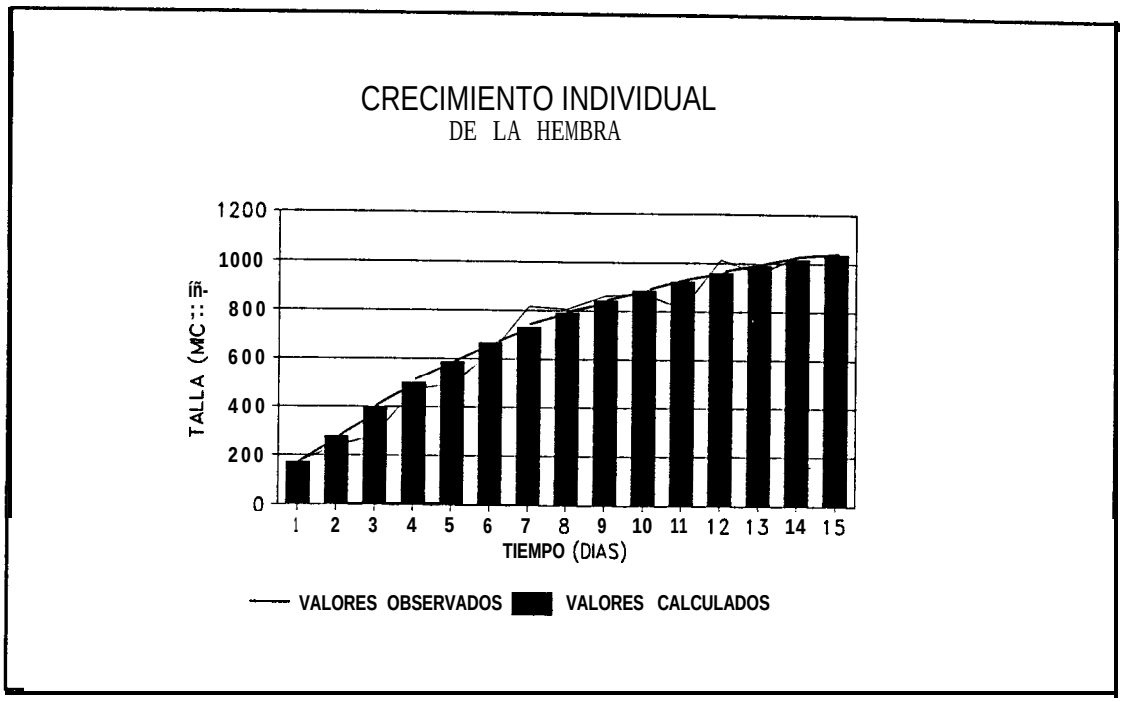

Figura 26. Crecimiento individual de la hembra.

A continuación se presenta la curva de crecimiento estimada para cada sexo de acuerdo al modelo de Von Bertalanffy (Ehrhardt, 1981).

Modelo de crecimiento individual.

HEMBRAS $L_t = 1187.04\ (1 - e^{-0.138(t-0.061)})$

MACHOS $Lt = 821.08\ (1 - e^{-0.234(t-1.36)})$

TIEMPO DIAS	ESTADIO	TALLA MACHO	TALLA HEMBRA
1	N1 - N2	174	174
2	N2 - N3	240	240
3	N4 - N5	281	281
4	N5 - N6	467	467
5	C1 - C2	494	494
6	C2 - C3	586	586
7	C4 - C5	619	619
8	ADULTO	647	647
9	ADULTO	683	841
10	SE FORMAN	712	885
11	PAREJAS	735	924
12	PAREJAS	752	958
13	PAREJAS	767	988
14	HEMBRAS	778	1013
15	GRAVIDAS	787	1036

Tabla 7.- Desarrollo individual, de Pseudodiaptomus eurvhalinus reportado en tiempo (días) y talla (micras).

4.4.- METODO DE PRODUCCION A MEDIANA ESCALA.

Al aplicar la fórmula para conocer cuantas muestras se deben tomar del sistema de producción, el resultado indica que se debe tomar una muestra en el centro, una de la orilla y una de la esquina; sin embargo, para reducir el error por muestreo se tomaron dos muestras de los cuadros centrales, dos de los laterales y una de la esquina (figura 1). Se observa que los adultos tienen la tendencia a ir hacia los lados y esquinas.

Para el caso del fraccionador de muestras,una vez que se aplicó la tabla de contingencia se encontró que no hay diferencia entre celda y celda.

El sistema de producción presentó la siguiente variación en los parámetros fisicoquímicos (figura 27): temperatura del agua de 18° a 27° C, salinidad de 36 a 40 ppm, temperatura ambiental máxima y mínima de 26° a 36° C y de 19° a 26° C, respectivamente.

La variación de la salinidad, fue consecuencia de las caracteristicas de diseño de la estructura de madera ya que ésta presenta un espejo o superficie del agua de 0.96 m², lo cual produjo una evaporación diaria de cuatro litros, reponiéndose este volumen con agua dulce para mantener una salinidad de 35 ppm. Es evidente'que una variación diaria en la salinidad de 5 o 6 ppm es elevada, sin embargo, se considera que la actividad reproductiva y

el crecimiento poblacional de esta especie no se ve afectado, porque resiste una amplia variación en la salinidad que se denota por las condiciones en que se encontró esta especie.

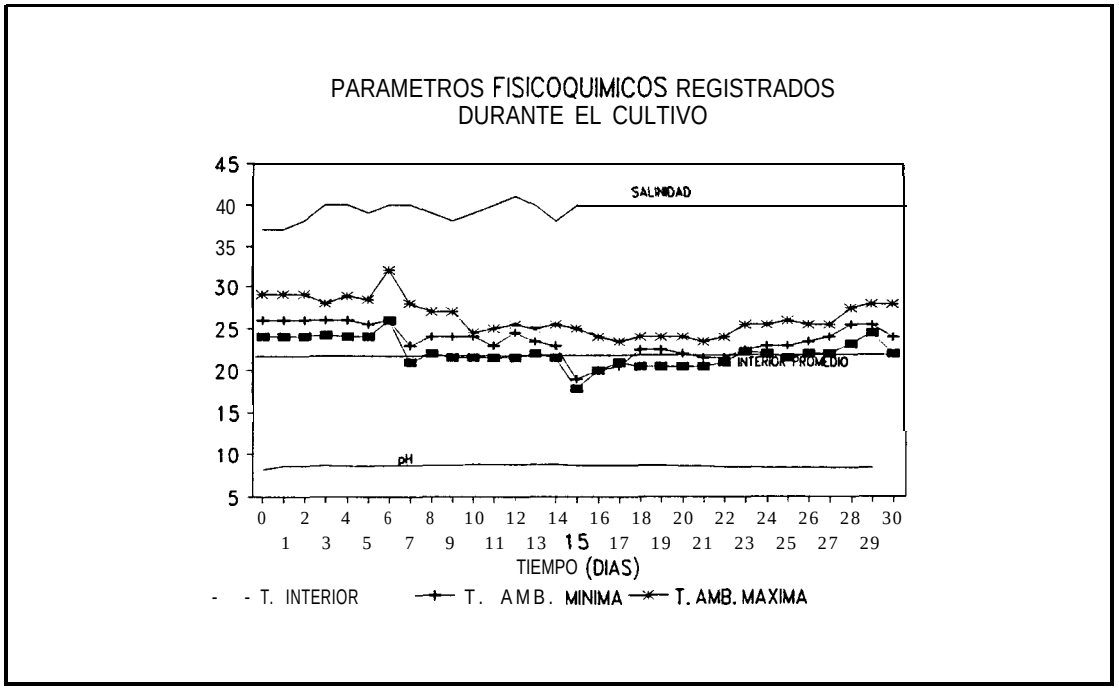

Figura 27. Variación de los parámetros fisicoquímicos durante el periodo de cultivo.

Para el caso del pH el incremento (0.18) que se observa en los dos primeros días de cultivo y que se mantiene prácticamente constante hasta la conclución del experimento.

Diariamente se contaron las densidades de las microalgas que permanecían en el sistema de producción (figura 28), las cuales fueron ajustadas a 56,250 para T. suesica y 18,750 células/ml para I. tahitiana.

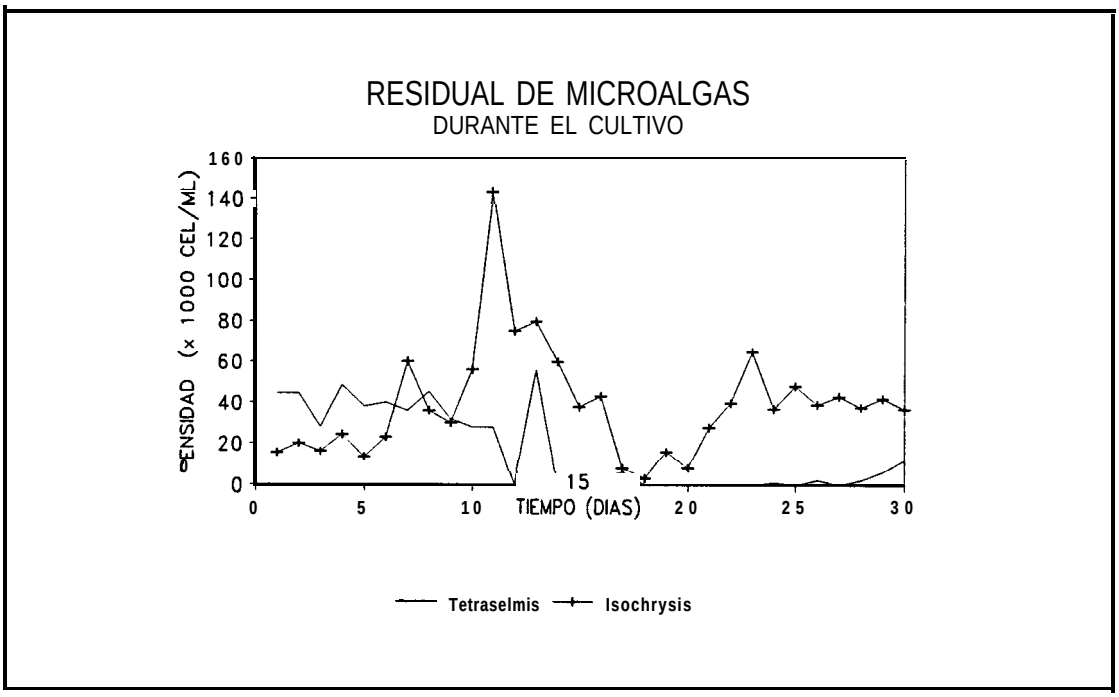

Figura 28. Cantidad residual de microalgas durante el periodo de cultivo.

Se presentaron una serie de problemas con la producción de T. suesica mientras que para el caso de I. tahitiana la poblacion proliferó en el sistema de cultivo superando los requerimientos planteados.

Para el caso de T. suesica los primeros 11 días no se mantuvo la densidad propuesta, ya que se encontraron densidades entre 30,000 y 44,000 cél/ml, se considera que la tasa de división y la cantidad agregada fueron suficientes para mantener la población y su crecimiento (1 copépodo/ml); en el periodo comprendido entre los días 12 al 29 se presentaron días que no hubo residual (desde el día 20 al 22 no se adicionaron microalgas). El día 14 se estima una

densidad de 56,000 células/ml de T. suesica, pero en ocasiones se observaban acumulaciones. Sin embargo para los días 29 y 30 el residual de esta microalga tendió a incrementarse.

Para I. tahitiana desde el inicio hubo desajustes al esquema planteado, ya que se debió de mantener en 18,750 cél/ml y en términos generales osciló entre 30,000 y 60,000 cél/ml, del día 18 al 21 no varió el residual (el día 21 la población de copépodos alcanza su máxima densidad 5.1 copépodos/ml) después de el día 21 se volvió a incrementar el número de células de I. tahitiana.

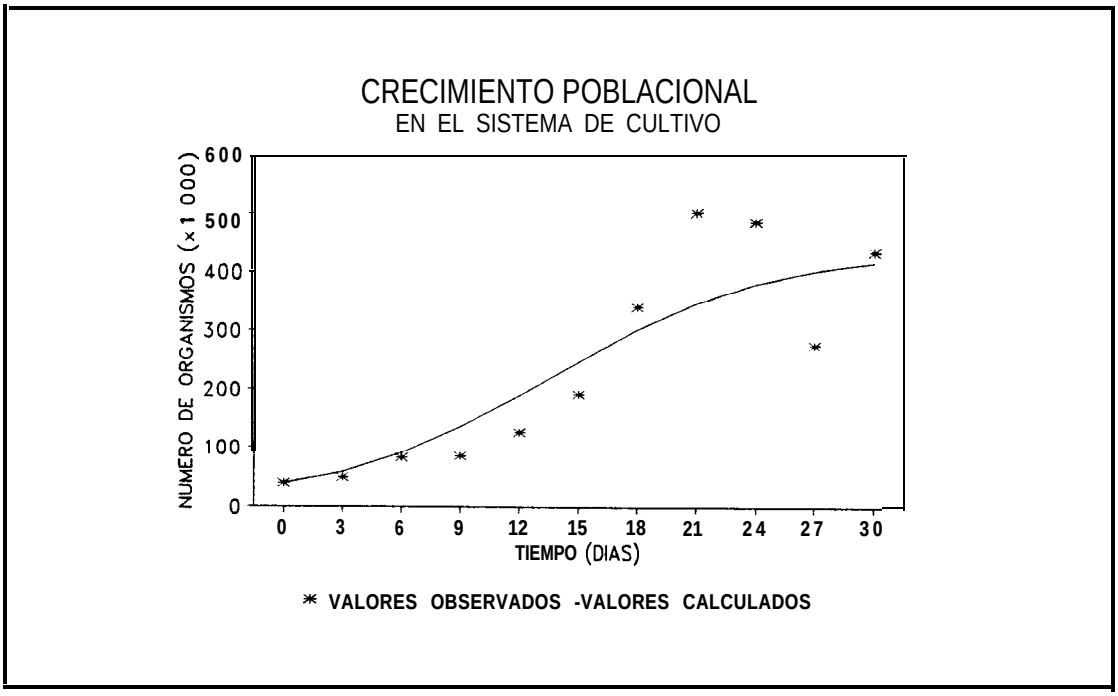

Figura 29. Crecimiento poblacional en el sistema de producción.

El modelo de crecimiento logístico en el sistema de producción esta esquematizado (figura 29), según el modelo, alcanza una densidad máxima de 4.4 organismos/ml, aunque los datos observados indican que es 5.1 organismos/ml.

A continuación se presenta la expresión matemática que permitio el mejor ajuste a los datos observados de acuerdo al modelo logístico.

$$N_t = \frac{439692.3\ (39620)\ e^{0.178*t}}{439692.3 + 39620\ (e^{0.178*t}-1)}$$

El comportamiento de la estructura poblacional en el período de cultivo, se reporta en la tabla 8, la cual se dividio en tres partes, cada una de las cuales se considera que son las etapas de madurez de una población descrita por Rabinovich (1980), Odum (1983) y Krebs (1985).

TIEMPO	NAUPLIOS	COPEPODITOS	ADULTOS	HEMBRAS GRAVIDAS
0	0.937	0.006	0.049	0.008
3	0.739	0.150	0.100	0.011
6	0.470	0.360	0.160	0.010
9	0.425	0.362	0.207	0.006
12	0.327	0.437	0.203	0.033
15	0.651	0.206	0.132	0.011
18	0.595	0.247	0.142	0.016
21	0.514	0.344	0.129	0.013
24	0.215	0.648	0.135	0.002
27	0.081	0.449	0.464	0.006
30	0.057	0.577	0.361	0.005

Tabla 8.- Proporciones de los estadios durante el tiempo de cultivo.

5.- DISCUSION.

En el ensayo realizado para conocer el mejor régimen alimenticio, se observa que los mejores regímenes son los dos últimos, ya que logran el mayor número de organismos, como lo demostró el análisis MSD, sin embargo se ve la disyuntiva entre escoger el compuesto por el 75 % de T. suesica y el 25 % de I. tahitiana (régimen D) o el régimen E el cual es de 100 % de T. suesica, en el que se obtiene el mayor número de organismos. En los ensayos subsiguientes, se eligió al régimen D, ya que las mezclas de microalgas son mejores nutricionalmente hablando, que una sola especie de microalga (Kahan y col, 1982; Odum, 1983; Vilela, 1984; Trujillo-Ortiz, 1990).

Para el caso de las densidades se consideró mas adecuada la de 75,000 células/ml, debido a que se observó que en la densidad de 125,000 células/ml al inicio del cultivo las células se precipitaron y deterioraron la calidad del agua; sin embargo, una vez que había una densidad mayor de 3.5 copépodos/ml ya no se encontraron las precipitaciones de microalgas, lo que pudiera sugerir que en esa etapa debería aumentarse la densidad de microalgas, quizás a mas de 100,000 células/ml.

Asimismo se observa que de la densidad de 250,000 hasta 1,000,000 de células por mililitro la población de copépodos no se incrementa como en el caso de densidades inferiores.

Trujillo-Ortiz (1990) utilizó una densidad de 75,000 cél/ml (compuesta por un 50 % de Isochwsis tahitiana y 50 % de Tetraselmis sp) para Acartia californiensis sin explicar cual fue el criterio para elegir esta densidad y el porcentaje de microalgas. Peterson (1986) en su investigación sobre Calanus marshallae encuentra que la mortalidad de los nauplios y los primeros estadios de copepoditos fue alta en concentraciones altas de fitoplancton; así mismo Vidal (1980) menciona que la tasa de crecimiento de los copepoditos de Calanus pacificus se ve incrementada a temperaturas altas y bajas concentraciones de alimento, lo cual coincide con los resultados de este estudio, con relacion a la concentración de alimento.

Según Peterson (1986) la relación entre la talla y el estadio para Calanus muestra un cambio en la longitud-estadio tanto en organismos de campo como en el laboratorio que puede ser diferenciado en cuatro fases.

a.- N1-N2.

b.- N2-N6.

c.- N6-C3[2].

d.- C3-C5.

2 N significa nauplio.
C significa copepodito.

Así, se describe que los primeros dos estadios crecen rápido porque no se alimentan exógenamente, sino que utilizan las reservas vitelinas, en nauplio 3 tiene un pequeño retardo porque tiende a recuperar el peso y en copepodito 5 hay un retardo porque necesita acumular reservas lipídicas para el evento reproductivo, una de las cosas interesantes encontradas por Peterson (1986) es que en el paso de N6 a Cl el tiempo de cambio no es reducido, aunque se esperaría que fuera mayor por los cambios morfológicos: maxilas, maxilípedos, mandíbulas, 2 pares de extremidades natatorias y la musculatura para operarlas.

Para Pseudodiaotomus eurvhalinus se encontró, que el tiempo de desarrollo de los estadios es similar, habiendo una clara diferencia en el cambio de N3 a N4, N6 a Cl y de C5 a adulto. Posiblemente en el cambio de N2 a N3 no se observa el retardo encontrado por Peterson, debido a que las observaciones en este ensayo fueron en un período de 24 horas.

De acuerdo con el modelo de crecimiento logístico, el sistema de producción tiene una capacidad porteadora de 440,000 organismos, lo cual quiere decir que se debe "cosechar" cuando en el sistema de cultivo se tengan aproximadamente 220,000 organismos (K/2), este número se logra en aproximadamente 15 días para estas condiciones de experimentación. Esta producción a nivel comercial aparentemente no es conveniente por los costos de producción, sin embargo para investigación si, ya que se conoce la calidad nutricional del

alimento una vez hechos los analisis bromatólogicos de los copépodos.

Para el caso de la distribución de estadios en la población, según el análisis de las tablas de contingencia para un 95 % de confianza a partir del dato del día sexto hasta el dato correspondiente al día 21, permanece la proporción de los estadios, concordando con lo mencionado por diversos autores [Odum (1983); Krebs, (1985); Rabinovich (1980)], en el sentido de que una población joven o en expansión rápida comprenderá una gran proporción de individuos jóvenes, una población estable tiene una distribución mas uniforme de los estadios, en tanto que una población decadente contendrá una gran proporción de individuos adultos.

Aunque en términos generales los copépodos calanoideos se encuentran en la columna de agua los estadios adultos se asocian a un sustrato tal y como se observó en éste ensayo donde los adultos tienden hacia los lados y esquinas y las hembras grávidas hacia las esquinas durante la mayor parte del cultivo.

6.- CONCLUSIONES.

1.- Bajo las condiciones de experimentación probadas, es necesaria una densidad de 75,000 cél/ml a 125,000 microalgas/ml.

2.- Para producir nauplios los mejores regímenes son B,C,D y E, siendo los dos últimos los que tienen mayor número en el día décimo segundo. En el caso de la densidad corresponde a la de 75,000 y 125,000 microalgas/ml en el día 15.

3.- En el caso de los copepoditos se observa mayor número en los regímenes C,D y E el día 12. Las densidades que reporta mas organismos en este estadio son 75,000 y 125,000 microalgas/ml los días 9, 12 y 15, con excepción de la densidad 125,000 el día 12.

4.- A nivel poblacional el periodo de nauplios y copepoditos no parece ser denso dependiente en esta especie, así mismo su patrón de distribución parece ser aleatorio, lo que sugiere que estas fases de vida tienen un comportamiento planctónico. Para el caso de los adultos y hembras grávidas, si hay una diferencia significativa mas evidente en las hembras grávidas; de hecho, durante el cultivo se observó la tendencia a concentrarse de los adultos hacia los lados y esquinas, y en las hembras grávidas hacia las esquinas durante la mayor parte

del ensayo, posiblemente estos organismos presenten afinidad hacia las superficies del recipiente.

5.- Las densidades alcanzadas en el sistema de producción a mediana escala aparentemente no son convenientes para la producción a nivel comercial bajo las condiciones antes descritas con éste copépodo, sin embargo, para investigación si son de utilidad ya que se tiene controlado la calidad del alimento.

DONATIVO

7.- SUGERENCIAS.

1.- Realizar ensayos para conocer los intervalos de temperatura y salinidad en las cuales el copépodo alcanza las mayores densidades.

2.- Realizar estudios de la composición bioquímica de este copépodo, para conocer sus características nutritivas para el cultivo terminal.

3.- Orientar futuros ensayos a la alimentación directa de peces 0 crustáceos, con el objeto de reconocer el valor de incluir esta especie de copépodo en la dieta de cultivos terminales.

4.- Hacer un análisis de costos, y así conocer su rentabilidad para alimentar larvas de peces o crustáceos a nivel comercial.

5.- Se requiere de un cambio en la densidad de microalgas durante el cultivo, ya que al inicio del cultivo es necesaria una densidad de 75,000 cél/ml y una vez que los copépodos alcancen una densidad de 3.5 org/ml se le incremente a 125,000 microalgas/ml.

8.- LITERATURA CITADA.

- Barnes R. D., 1977, Zoología de los invertebrados, Ed. Interamericana, Tercera edicion, México, 514-521.

- Bautista P., 1991, Peces Marinos; Tecnología de cultivo, Ed. Mundi Prensa, Madrid, 148 pp.

- Castro T. y Gallardo C., 1982 , Artemia sp., Cuadernos 2 CBS, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, División Ciencias Biológicas y Salud, 43 pp.

- Daniel W. W., 1980, Bioestadistica: base para el análisis de las ciencias de la salud, 2a. reimpresión, Editorial Limusa. México, pág. 485 pp.

- Ehrhardt N. M., 1981, Curso sobre métodos de evaluación de recursos y dinámica de poblaciones, parte III: parámetros poblacionales, La Paz B.C.S., Julio de 1981, FAO-CICIMAR.

- Kahan D, Uhlig G., Schwenzer D., Horowitz L., 1982, A simple method for cultivating harpacticoid copepods and offering them to fish larvae. Aquaculture, 26: 303-310.

- Kahan D., 1979, Vegetables as food for marine harpacticoid copepods. Aquaculture, 16: 345-350.

- Kanazawa A., Watanabe T., Furuichi M., Cho C. Y., Takeuchi T., 1986, Fish nutrition and mariculture, JICA textbook, The general aquaculture course, Japan, 233 pp.

- Kinne O., 1977, Cultivation of animals. In: 0. Kinne (editor), Marine ecology, Vol. III, cultivation Part 2, Wiley London, pp. 579-1293.

- Kitani M., 1984, Guía ilustrada del cultivo de camarón, DGCyT del Mar, S.E.P., 36 pp.

- Krebs C. J., 1985, Ecología estudio de la distribución y abundancia, Ed Harla, México, 753 pp.

- Levinton J. S., 1982, Marine ecology, Prentice-Hall Inc. N.J., U.S.A., 526 pp.

- Lubzens E., 1987, Raising rotifers for use in aquaculture, Hidrobiología 147: 245-255.

- Margalef R. y Vives F., 1972, Ecologia marina, Fundación La Salle, Ciencias Naturales, H. Gines & Margalef eds., Caracas, 711 pp..

- Martínez J. F., 1986, Aislamiento y cultivo preliminar de dos especies de rotíferos eurihalinos, Bol. Inf. Depto. Zoologia, E. N. C. B., 1. P. N., (6):22-27.

- Matsunaga N., Yoshida M. K., Atienzo C. J., 1987, Introducción al conocimiento del medio acuático, Producción de larvas de abulon y camarón, manual de practicas No. 4, DGCyT del Mar, S. E. P., 39-43.

- Odum E. P.,1983, Ecología, Tercera edición, Onceava reimpresión, Nueva Editorial Interamericana, México, 639 pp.

- Palomares G. R., 1989, Ampliación de la distribución de Pseudodiantomus culebrensis (Calanoidea: Copepoda) en el golfo de California, México.,Rev. Biol. Trop., 39(1): 181.

- Parrish K. K. y Wilson D. F., 1978, Fecundity studies on Acartia tonsa (Copepoda-Calanoidea) in standarized culture, Mar. Biol. 46:65-81.

- Peterson W. T., 1986, Development, growth and survivorship of the copepod Calanus marshallae in the laboratory, Marine ecology 29: 61-72.

- Ramírez-Sevilla R., 1988, Biología del desarrollo temprano de Cynoscion parvipinnis Ayres (Pisces: Sciaenidae) y sus implicaciones acuaculturales., Tesis de maestria., Ciencias Bilogicas IPN, 75 pp.

- Ravinovich J. E., 1980. Introducción a la ecología de poblaciones animales, Consejo Nacional para la Enseñanza de la Biología, A.C., Compañía Editorial Continental S.A., México, 313 pp.

- Rodríguez M. y Reprieto G., 1984, el cultivo del camarón azul, CICTUS, Sonora, 71-86.

- San Feliu, 1978, Cultivo experimental de larvas de peces y crustáceos en tanques, Inf. Tec., Inst. Invest. Pesq.

- Sokal R. R. y Rohlf F. J., 1981, Biometry, The principles and practice of stadistics in Biological Research, Second Edition, W. H. Freeman and Company, U. S. A., 849 pp.

- Spiegel M. R., 1986, Teoría y problemas de estadística, McGraw -Hill, México, pags. 357.

- Stottrup J. G., Richardson K., Kirkegaard E. and Pihl N. J., 1986, The cultivation of Acartia tonsa (DANA) for use as a live food source for marine fish larvae, Aquaculture, 52:87-96.

- Theilacker G. y Kimball A. S., 1984, Comparative cuality of rotifers and copepods as food for larval fish, Calif. Coop. Oceanics Fish. Invest. 25: 80-86.

- Theilacker G. H. y McMaster M. F., 1971, Mass culture of the rotifer Briachionus plicatilis and its evaluation as a food for larval anchovies, Int. Joul. on Life in Ocean and Coastal Waters, 10(2): 183-188.

- Treece G. D. y Yates M. E., 1990, Laboratory manual for the culture of Penaeid Shrimp larvae, Marine Advisory Service Sea Grant College Program Texas A&M University College Station, Texas, 95 PP.

- Trujillo-Ortiz A., 1986, Life cycle of the marine calanoid copepod Acartia californiensis (TRINAST) reared under laboratory conditions, Calif. Coop. Oceanics Fish. Invest. 27: 188-204.

- Trujillo-Ortiz A, 1990, Porciento de eclosión, producción de huevos y tiempo de desarrollo de Acartia californiensis TRINAST (COPEPODA: CALANOIDEA) bajo condiciones de laboratorio, Ciencias Marinas 16 (1): l-22.

- Urry D. L., 1965, Observations on the relationship between the food and survival of Pseudocalanus elonqatus in the laboratory, J. Mar. Biol. Assoc., 45: 49-58.

- Vidal J., 1980, Physiology of zooplankton. 1. effects of phytoplankton concentration. temperature, and body size on the growth rate of Calanus pacificus and Pseudocalanus sp., Mar. Biol. 56: **111-134.**

- Vilela M. H., 1984, Productions experiments of the marine harpacticoid copepod Tigriopus brevicornis Müller, reared on various feeding regimes., Biol. Nac. Invest. Pescas **[ll]: 83-115.**

- Walter C.T., 1986, New and poorly known Indo-Pacific species of Pseudodiaptomus (Copepoda: Calanoida), with a key to the species grups, J. of Plankton Research, 8 (1): **129-168.**

- Walter C.T., 1989, Review of the new world species of Pseudodiaotomus (COPEPODA:CALANOIDA), with a key to the species, Bulletin of Marine Science, 45(3): 590-628.

- Watanabe T., Kitajima C. y Fujita S., 1983, Nutricional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish, A review. Aquaculture, 34: 115-143.

CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS
BIBLIOTECA
I.P.N.
DONATIVO

- Yúfera M. y Pascual E., 1984, La producción de organismos zooplanctonicos para la alimentación larvaria en acuicultura marina, Inf. Tecn. Inv. Pesqueras 119: 3-27.

- Zar J. H., 1984, Biostatistical análisis, 2a. ed., Prentice-Hall, N.J., U.S.A., 718 PP.

- Zurlini G., Ferrari 1. y Nassogne A., 1978, Reproduction and growth of Euterpina acutifrons (Copepoda-Harpacticoida) under experimental conditions, Marine Biology 46: 59-64.