



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS



EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE Artemia
UTILIZANDO Porphyra Perforata (Rhodophyta) COMO ALIMENTO

CURSO DE TITULACION
"CULTIVO DE Artemia"

M E M O R I A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

O C E A N O L O G O

PRESENTAN

JOSE LUIS BALTIERRA RODRIGUEZ
GUSTAVO CALDERON RODRIGUEZ
ENRIQUE SANCHEZ JUAREZ

ENSENADA, BAJA CALIFORNIA, MAYO DE 1987.

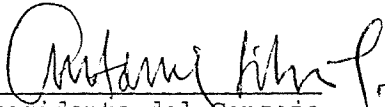
R E S U M E N

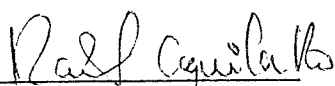
Se presentan los resultados del crecimiento y sobrevivencia de Artemia de Yavaros, Sonora (México), obtenidos de su cultivo en laboratorio. Se inició con una densidad de 3 organismos/ml, utilizando una dieta inerte en base a la macroalga Porphyra perforata, la cual no había sido reportada anteriormente como alimento para dicho organismo. El experimento se realizó en botellas de vidrio de 1 litro, y tuvo una duración de 11 días. La salinidad y temperatura se mantuvieron en los rangos de 33 ± 1 partes por mil $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ respectivamente. Se probaron por duplicado 4 niveles de alimento: 222, 296, 370, y 445 mg/litro. El mayor crecimiento del organismo (6.35 mm.) se registró en el nivel más alto de alimento, mientras que el menor (5.34 mm.), se presentó en el nivel más bajo; observándose una relación directa entre la cantidad de alimento suministrado y las tallas finales alcanzadas. La sobrevivencia al final del experimento fluctuó entre 16.0% y 36.6% en los niveles de alimento probados. Los factores que influyeron en la baja sobrevivencia observada fueron: la formación de grumos debido al alto contenido de carbohidratos en la macroalga (53.1%), y el manejo inadecuado de los organismos durante el cultivo. De los resultados obtenidos en este trabajo se concluye que P. perforata representa un alimento adecuado para el crecimiento de Artemia de la localidad de Yavaros, Sonora, sugiriéndose las concentraciones de 0.025 a 0.082 mg/artemia, para el período de 1 a 3 días; y de 0.212, 0.199, 0.168 y 0.204 mg/artemia, para los períodos de 3 a 5, 5 a 7, 7 a 9 y 9 a 11 días respectivamente.

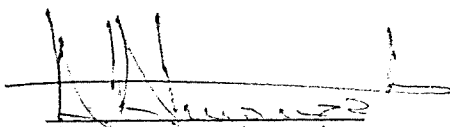
EVALUACION DEL CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA
DE Artemia, UTILIZANDO Porphyra perforata
(Rhodophyta) COMO ALIMENTO.

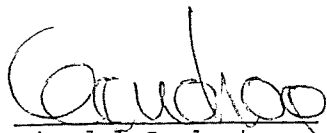
M E M O R I A
QUE PRESENTAN:
JOSE LUIS BALTIERRA RODRIGUEZ
GUSTAVO CALDERON RODRIGUEZ
ENRIQUE SANCHEZ JUAREZ

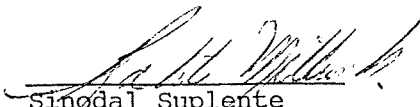
Aprobada por:


Presidente del Consejo
M.C. Antonio Silva Loera


Sinodal Propietario
Oc. Raúl Aguilar Rosas


Sinodal Propietario
Oc. Antonio E. Almanza H


Sinodal Suplente
Oc. Victor Gendrop F.


Sinodal Suplente
M.C. Roberto Millán N.

AGRADECIMIENTOS

Al M. C. Antonio Silva Loera, por sus consejos durante la dirección de este trabajo.

A nuestros sinodales Ocean. Antonio E. Almanza H., Ocean. Raúl Aguilar R., M. C. Roberto Millán N. y Ocean. Víctor Gendrop F., por sus constructivas críticas en la revisión de este trabajo.

A la Téc. Lab. Luz E. Hernández L. de la Pesquera Zapata S.A. de C.V. por su apoyo en la realización del análisis proximal de la macroalga.

Al Biol. Alfredo Mena Herrera, Director del Centro Regional de Investigaciones Pesqueras Manzanillo, Col. por las facilidades ofrecidas para lograr este trabajo.

I N D I C E

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Posición taxonómica y distribución geográfica de <u>Porphyra perforata</u> (Agardh 1883).	5
1.3 Objetivo	6
2. MATERIALES Y METODOS	7
2.1 Diseño experimental	7
2.2 Selección de la cepa de <u>Artemia</u>	8
2.3 Preparación y suministro de alimento	8
2.4 Sistema de cultivo	11
2.5 Crecimiento en longitud total	14
2.6 Tasa de crecimiento	15
2.7 Sobrevivencia y mortalidad	15
2.8 Estimación de la disponibilidad de alimento diario, por organismo	17
3. RESULTADOS	18
3.1 Crecimiento en longitud total	18
3.2 Tasa de crecimiento y disponibilidad de alimento	20
3.3 Sobrevivencia y mortalidad	22
4. DISCUSION	24
4.1 Crecimiento en longitud total	24
4.2 Tasa de crecimiento y disponibilidad de alimento	30
4.3 Sobrevivencia y mortalidad	31
5. CONCLUSIONES	34
6. RECOMENDACIONES	35
7. LITERATURA CITADA	37
8. APENDICE	42

LISTA DE TABLAS

TABLA		PAGINA
I	Lista de algunas fuentes de alimento vivo e inerte, que han sido utilizadas en el cultivo de <u>Artemia</u> .	4
II	Análisis proximal (realizado en los laboratorios de la Pesquera Zapata, S.A. de C.V.) de <u>Porphyra perforata</u> y <u>Tetraselmis suecica</u> , presentados en por ciento de base húmeda.	29

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Vista transversal del sistema de cultivo de <u>Artemia</u> , utilizado en el experimento.	13
2	Crecimiento de <u>Artemia</u> durante el período de cultivo en los cuatro niveles de alimento.	19
3	Tasas de crecimiento de <u>Artemia</u> en los intervalos de tiempo durante el experimento de 11 días.	21
4	Cantidad de alimento disponible por <u>Artemia</u> durante el período de cultivo, para los cuatro niveles de alimento.	23
5	Sobrevivencia de <u>Artemia</u> durante el período de cultivo, para los cuatro niveles de alimento probados	25
6	Crecimiento comparativo de <u>Artemia</u> alimentada con <u>Porphyra perforata</u> y <u>Tetraselmis suecica</u> .	27

A P E N D I C E

NUMERO		PAGINA
I	Resultados obtenidos de los criterios que determinan la calidad de los quistes de <u>Artemia</u> de Yavaros, Son. (México) y Bahía de San Francisco (E.U.A.)	43
II	Resumen de las pruebas estadísticas, aplicadas a los datos de crecimiento, obtenidos en el experimento.	44
III	Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de <u>Artemia</u> , alimentada con la macroalga <u>Porphyra perforata</u> .	45
IV	Tasas de crecimiento en los intervalos de tiempo, para <u>Artemia</u> alimentada con la macroalga <u>Porphyra perforata</u> .	46
V	Disponibilidad de alimento diario para <u>Artemia</u> , en los niveles de alimento probados.	47
VI	Tasas de crecimiento (K) y cantidad de alimento disponible por organismo en los intervalos de tiempo del cultivo, para los niveles de alimento probados.	48
VII	Tasas de sobrevivencia (S) y coeficiente de mortalidad (m) de <u>Artemia</u> , estimadas para los niveles de alimento probados.	49
VIII	Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de <u>Artemia</u> en densidades de 5 y 8 organismos/ml, alimentada con la macroalga <u>Porphyra perforata</u> .	50
IX	Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de <u>Artemia</u> , en densidades de 3, 5 y 8 organismos/ml, alimentada con la microalga <u>Tetraselmis suecica</u> .	51

1. INTRODUCCION

Artemia es un crustáceo ampliamente utilizado en actividades acuiculturales, siendo de hecho el organismo en el cual casi el 99% de los acuicultores cifran sus esperanzas para alimentar larvas de peces y crustáceos de importancia comercial (Sorgeloos y Persoone, 1975).

Entre las razones por las que Artemia tiene gran demanda en la actividad acuicultural se pueden mencionar las siguientes:

a) Gran rango de tolerancia a los factores físico-químicos (salinidad, temperatura y oxígeno disuelto), cualidad que permite realizar su cultivo bajo condiciones de control poco riguroso, a diferencia de las requeridas por otros organismos (Provasoli y D'Agostino, 1969).

b) Amplia distribución en el ambiente natural a nivel mundial (Persoone y Sorgeloos, 1980)

c) Ciclo de vida relativamente corto, que puede ser aprovechado para la obtención de biomasa en poco tiempo (Dobbeleir et al, 1980).

d) Su estado enquistado permite un fácil transporte de los sitios de producción a los de consumo, así como almacenamiento por grandes períodos de tiempo (Castro y Gallardo, 1982).

e) Alto contenido energético que se obtiene de una fuente aparentemente inerte, es decir quistes secos que solo requieren ser sumergidos en agua para producir nauplios en solo 24 horas (Benijts et al, 1976).

Ultimamente ha cobrado interés la engorda de Artemia hasta la etapa adulta, con el fin de que esta pueda ser aprovechada para la producción de quistes en cultivos extensivos o en laboratorio, mediante el control de los factores que inducen a la oviparidad (Lavens y Sorgeloos, 1984); o para obtener grandes cantidades de biomasa de alto contenido proteico, que puedan ser de utilidad para alimentar peces o invertebrados adultos (Johnson, 1980).

El cultivo de Artemia implica la producción de alimento vivo o inerte con características bioquímicas y tamaño de partícula adecuadas, para que este pueda ser aprovechado por el organismo al realizar sus funciones metabólicas durante el crecimiento, desde nauplio hasta edad adulta.

El presente estudio se realizó como parte del trabajo de laboratorio, durante el Curso de Titulación impartido en la facultad de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el período Agosto-Noviembre de

1986.

1.1 Antecedentes

Las investigaciones sobre la alimentación de Artemia se han desarrollado aprovechando su característica peculiar de ser un filtrador no selectivo, que le permite captar sin discriminación partículas vivas o inertes (Provasoli y Shiraishi, 1959).

Algunas de las dietas que han sido utilizadas en el cultivo controlado de Artemia, se muestran en la Tabla I. Entre las dietas vivas que han dado resultados favorables en el crecimiento y sobrevivencia de Artemia, se encuentra la microalga Chlamydomonas spangnicolo que tiene una alta tasa de asimilación por el organismo (Sick, 1976).

De las dietas inertes, el salvado de arroz (Sorgeloos et al., 1980) y el suero de la leche (Dobbeleir et al., 1980) han sido probados como alimentos favorables para Artemia en cultivos en pequeña escala.

En cultivos de Artemia a gran escala, las dietas inertes obtenidas de los subproductos agrícolas representan una gran ventaja, debido a su bajo costo y su gran disponi-

TABLA I.- Lista de algunas fuentes de alimento vivo e inerte, que han sido utilizadas en el cultivo de Artemia.

DIETAS VIVAS

- Diatomeas: Chaetoceros sp., Cyclotella sp., Phaeodactylum sp., Nitzchia sp.
- Chlorophyceae: Dunaliella sp., Chlamydomonas sp., Chlorella sp., Platymonas sp., Stichococcus sp., Stephanoptera sp., Brachiomonas sp.
- Chrysophyceae: Isochrysis sp., Monochrysis sp., Stichochrysis sp., Syracosphaera sp.

DIETAS INERTES

- Microalgas secas: Chlorella sp., Scenedesmus sp., Spirulina sp.
- Macroalgas secas: Enteromorpha sp.
- Varias: Levaduras de trigo, pescado molido, yema de huevo, hígado homogeneizado, salvado de arroz, suero de leche, harina de coco y melaza de caña de azúcar.

(Tomadas de Dobbeleir et al. 1980; Johnson, 1980; Sick, 1976)

bilidad local a nivel mundial, a diferencia de las dietas vivas que implican altos costos de producción, relacionados con la adquisición de nutrientes inorgánicos costosos. Esto último se puede subsanar mediante la utilización de desechos orgánicos (Landau, 1985).

En cuanto al uso de macroalgas como alimento para Artemia, el único antecedente con que se dispone es el de Johnson (1980), que usó Enteromorpha sp. en polvo en sus experimentos, señalando que previamente no habían sido probadas en Artemia.

Dentro del contexto anterior, no se tienen referencias del uso de Porphyra sp. como dieta para Artemia, u otros animales. Esta alga es ampliamente utilizada para consumo humano en países orientales, entre los que destaca Japón, donde se le conoce como "nori" o "amanori", cuyo valor nutricional está dado por su composición, que es esencialmente de carbohidratos, con bajos niveles de proteína y lípidos (Hansen et al, 1981).

1.2 Posición taxonómica y distribución geográfica de Porphyra perforata (Agardh, 1883).

División: Rhodophyta
Clase: Bangiophyceae
Orden: Bangiales
Familia: Bangiaceae
Género: Porphyra
Especie: perforata

Esta macroalga crece principalmente en las partes laterales de las rocas semiprotegidas en la zona mesolitoral superior (Aguilar-Rosas, 1982). Su distribución geográfica es desde Alaska hasta Baja California (Abbott y Hollenberg, 1976).

En Baja California se ha localizado en 21 sitios dentro del área comprendida desde la frontera con Estados Unidos hasta la región frente al Ejido Eréndira, B.C. (Aguilar-Rosas et al, 1982) en dicha área se le ha encontrado presente durante todo el año, aunque presenta una abundancia estacional bastante marcada durante los meses de primavera (Aguilar-Rosas, 1982).

1.3 Objetivo

El objetivo del presente trabajo fué el de evaluar el crecimiento y la sobrevivencia de Artemia, utilizando como

dieta única a la macroalga Porphyra perforata.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Diseño experimental

No existe un criterio definido en cuanto a la concentración óptima del alimento para Artemia cuando se utilizan dietas inertes, toda vez que los estudios realizados por Teramoto y Kinoshita (1961), Sorgeloos (1973), Clauss et al, (1979) y Johnson (1980) muestran una amplia variación al respecto. En este trabajo las concentraciones de alimento se seleccionaron tomando como base los rangos reportados por dichos autores.

Para el suministro de P. perforata se tomó como base una densidad inicial de 3 organismos/ml y las concentraciones de 0.0740, 0.0986, 0.1233 y 0.1483 mg/artemia, que extrapoladas al volumen de un litro, dieron por resultado los niveles de alimento de 222, 296, 370 y 445 mg/l. Estos niveles permanecieron constantes durante todo el experimento, independientemente de la mortalidad en los recipientes de cultivo

2.2 Selección de la cepa de Artemia

Previo a la evaluación del crecimiento y la sobrevivencia de Artemia, se realizaron pruebas para determinar la calidad de los quistes procedentes de la Bahía de San Francisco, Cal. (E.U.A.) y del Estero de Yavaros, Sonora (México)

Una vez aplicados los criterios que definen la calidad de los quistes (Sorgeloos et al, 1978 y Vanhaecke y Sorgeloos, 1982), se seleccionó la cepa de Yavaros, Son., ya que las condiciones de ésta fueron superiores. Los resultados para ambas cepas se presentan en el Apéndice I.

Otra razón por la cual se seleccionó la cepa de Yavaros, Son. fué, que no se cuenta con antecedentes en la utilización de Artemia de esa localidad, en pruebas de crecimiento en laboratorio.

2.3 Preparación y suministro de alimento

La colecta de P. perforata se hizo en Septiembre de 1986 en el área denominada "Barco hundido", cerca de San Miguel, B.C., la cual ha sido registrada como una zona de ocurrencia de esta macroalga (Aguilar-Rosas et al, 1982).

El proceso seguido para obtener alimento con un tamaño de partícula adecuado, para que este sea ingerido por los

organismos es el siguiente:

- a) Lavado en agua de mar filtrada y esterilizada; separación de organismos epibiontes.
- b) Secado en horno a temperatura de $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- c) Trituración del alga mediante un molino de mano.
- d) Separación de las partículas ≤ 160 micrómetros con un tamiz de esa luz de malla.
- e) Secado en horno de las partículas mencionadas en el inciso (d), a temperaturas de $35 \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 1 hora.
- f) Pulverización con molino de mano.
- g) Separación de las partículas ≤ 120 micrómetros con tamiz de esa luz de malla.

Una vez efectuado el proceso anterior, el producto obtenido se diluyó en agua de mar filtrada y esterilizada en un vaso de precipitado de 250 ml, dejándose la solución en reposo durante 12 horas, a fin de que las partículas más

grandes se asentaran en el fondo del vaso. Tomando en cuenta que el tamaño de la partícula debe ser menor de 50 micrómetros, para que esta pueda ser ingerida por Artemia (Dobbeleir et al, 1980), se procedió a filtrar el sobrenadante obtenido después del reposo, en un tamiz de 44 micrómetros de luz de malla.

A fin de determinar la cantidad del producto obtenido hasta ese tamaño de partícula, la solución fué centrifugada, secada y pesada encontrándose que por cada 1.5 grs. de alimento seco de un tamaño de partícula ≤ 120 micrómetros se obtuvieron 0.445 ± 0.011 gr de P. perforata en solución de tamaño ≤ 44 micrómetros. El resultado anterior se determinó del promedio de 3 repeticiones.

El nivel de alimento requerido para cada prueba, se preparó por diluciones con agua de mar filtrada y esterilizada.

La alimentación de los organismos en este experimento se inició 36 horas después de la eclosión, una vez que estos agotaron sus reservas de vitelo, tal como lo señalan Provasoli y D'Agostino (1969).

En relación al suministro de alimento Reeve (1963a) y Provasoli y D'Agostino (1969) mencionan que el crecimiento rápido y la conversión eficiente de alimento se logra cuando la concentración de éste se mantiene constante. Atendiendo estas observaciones, la macroalga fué suministrada a Artemia en dos raciones diarias, una por la mañana y otra por la tarde.

2.4 Sistema de cultivo

El experimento se realizó en botellas de vidrio de 1 litro de capacidad, a las cuales les fué desprendido el fondo. Durante el cultivo las botellas se colocaron con la parte cónica hacia abajo, por donde se inyectó un volumen constante de aire, para mantener la recirculación continua del medio de cultivo.

El agua de mar utilizada en el experimento, fue pasada a través de un filtro rápido de arena y esterilizada posteriormente con luz ultravioleta. La concentración de salinidad, se determinó mediante un refractómetro manual American Optical, presentando valores dentro del rango de 33 ± 1 partes por mil.

A efecto de mantener constante la temperatura en el

medio, los recipientes fueron introducidos en una pileta rectangular de madera (2.0 x 1.20 x 0.80 mts) recubierta en su interior con fibra de vidrio y resina epóxica, donde se colocaron 3 calentadores con termostato y un volumen constante de agua. De esa manera se logró mantener la temperatura dentro del rango $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$. No se tuvo control de otros parámetros sin embargo para mantener el medio de cultivo en condiciones favorables se realizaron recambios totales de agua cada 24 hrs. El diseño del sistema de cultivo se muestra en la Fig. 1.

El experimento se llevó a cabo en pruebas por duplicado y la densidad inicial de organismos se determinó mediante la relación:

$$\frac{V}{N} = \frac{V1}{N1}$$

donde:

- V = Volumen total del medio de cultivo.
- N = Número total de organismos en el medio de cultivo.
- V1 = Volumen de la muestra.
- N1 = Número de organismos en la muestra (promedio de 3 observaciones).

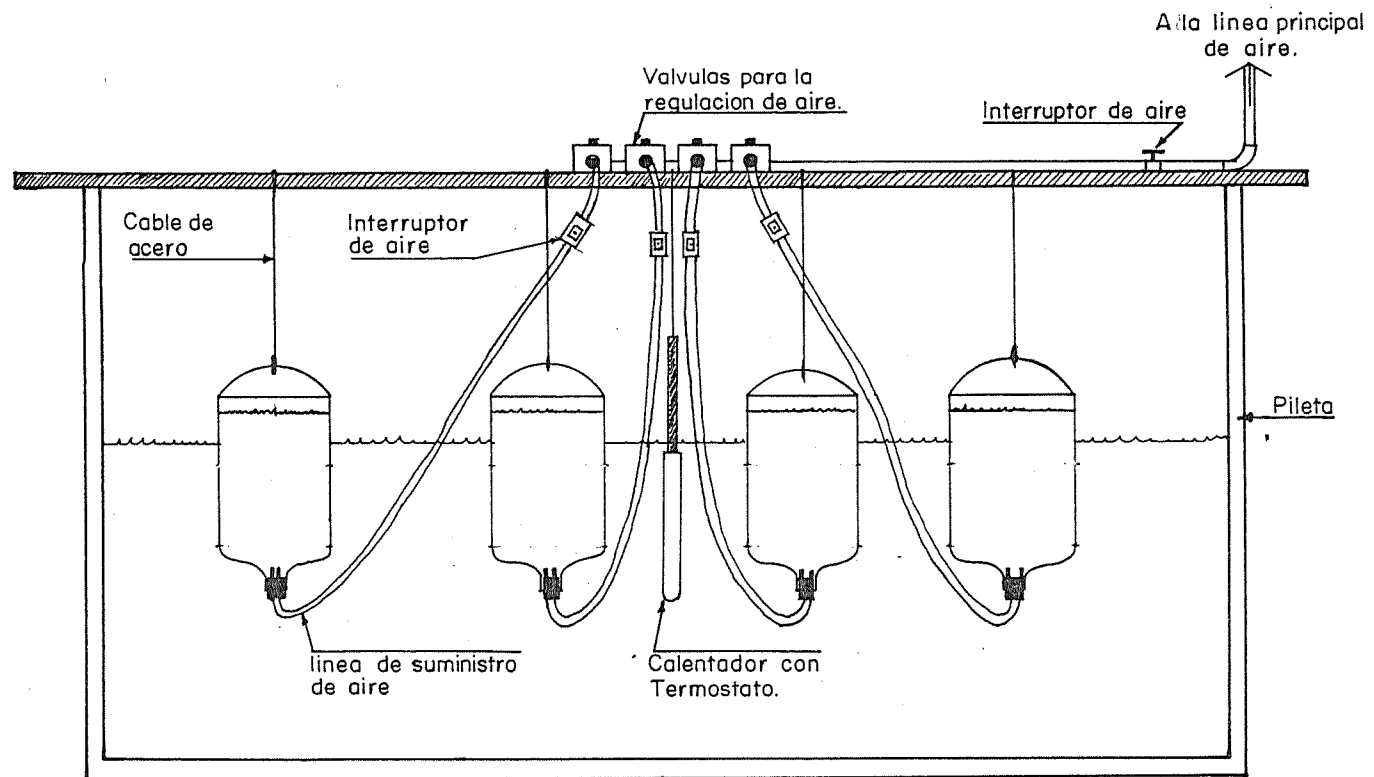


Fig. 1.- VISTA TRANSVERSAL DEL SISTEMA DE CULTIVO DE Artemia UTILIZADO EN EL EXPERIMENTO.

2.5 Crecimiento en longitud total

Esta biometría se realizó tomando como base lo señalado por Gilchrist (1960), que consideró como longitud total desde el margen anterior de la cabeza frente al ojo nauplio hasta la base de la furca caudal.

El crecimiento promedio en cada prueba se obtuvo cada 48 hrs., mediante la medición de 7 organismos, los cuales fueron extraídos del medio de cultivo y puestos en frascos vacíos de 10 ml., agregándoles unas gotas de formol al 10% con el fin de inmovilizarlos.

Las mediciones de longitud se realizaron, colocando a los organismos en una caja de sedimentación con rejilla cuadrículada en el fondo, graduada en milímetros. Las observaciones se efectuaron en un microscopio estereoscópico.

El experimento se dió por terminado cuando los organismos alcanzaron la talla de reproducción, que se definió como el momento en que la mayor parte de hembras y machos empezaron a formar parejas.

Los datos de crecimiento fueron sometidos a las pruebas de normalidad de residuos (Kolmogorov-Smirnov) y de homogeneidad de varianzas (Bartlett), con el fin de aplicar el

ANOVA paramétrico de 2 vías (Sokal y Rohlf, 1979).

Para el análisis anterior, se utilizaron los paquetes estadísticos MINITAB y ESIMLS del Centro de Cómputo del CICESE (Centro de Investigación Científico y Estudios Superiores de Ensenada).

2.6 Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento para cada período del experimento, se obtuvo mediante la relación:

$$K = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{t_2 - t_1}$$

donde:

K = Tasa de crecimiento para un período de tiempo dado

L_1 = Longitud inicial

L_2 = Longitud final

t_1 y t_2 = Tiempo (días, correspondientes a L_1 y L_2)

2.7 Sobrevivencia y mortalidad

El número de organismos sobrevivientes se obtuvo cada 72 horas, mediante el conteo en 15 muestras de la pobla-

ción, en alícuotas de 1 ml, tomadas con una pipeta automática.

La tasa de sobrevivencia y el coeficiente de mortalidad de los datos observados se determinaron a partir de las relaciones:

$$(1) \quad S = \frac{N}{N_0} \times 100, \text{ y}$$

$$(2) \quad M = 100 - S$$

donde:

S = Tasa de sobrevivencia (%)

M = Coeficiente de mortalidad total (%)

N = Número de organismos al final del intervalo

No = Número de organismos al inicio del intervalo

La estimación del número de organismos sobrevivientes para cada día entre mediciones, se obtuvo a partir del cálculo de las tasas de mortalidad y sobrevivencia en cada intervalo, mediante las relaciones siguientes:

$$(3) \quad Z = - \frac{\ln S}{t - t_0} \quad , \text{ y}$$

$$(4) \quad N = N_0 e^{-z(t - t_0)}$$

donde:

Z = Tasa instantánea de mortalidad total en el intervalo.

S = Tasa de sobrevivencia en el intervalo

N = Número de organismos al final del intervalo

No = Número de organismos al inicio del intervalo

t y to = Tiempo correspondiente a N y No.

(1), (2), (3) y (4), tomados de Ehrhardt (1981).

2.8 Estimación de la disponibilidad de alimento diario por organismo.

En virtud de que los niveles de alimento se mantuvieron constantes durante todo el experimento, la disponibilidad de éste por organismo varió en función de la sobrevivencia diaria.

La disponibilidad de alimento se calculó mediante la relación:

$$DA = \frac{R}{N}$$

donde:

DA = Cantidad de alimento disponible diario por individuo (mg/artemia)

R = Cantidad total (mg) de alimento suministrado en la muestra.

N = Número de organismos sobrevivientes

3. RESULTADOS

3.1 Crecimiento en longitud total

Los datos obtenidos en las 4 pruebas cumplieron con los requisitos de normalidad de residuos y homogeneidad de varianzas, para la aplicación del ANOVA paramétrico de dos vías. El resultado de este análisis, muestra para un nivel de significancia de 0.05, que las diferencias en longitud causadas por los factores alimento (C2), tiempo (C3) y la interacción entre ambos, fueron significativas (Apéndice II)

El apéndice III, presenta los datos promedio con la desviación estándar del crecimiento de Artemia, obtenidos de las réplicas para los 4 niveles de alimento probados. En éste se observa que la talla máxima alcanzada al término de los 11 días de prueba fue de 6.35 mm, presentándose en el nivel de mayor alimento (445 mg/l); mientras que la talla mínima de 5.34 mm, se registró en el menor nivel de alimento (222 mg/l).

En la figura 2, se muestran las diferencias en crecimiento para los 4 niveles de alimento, durante el período de cultivo.

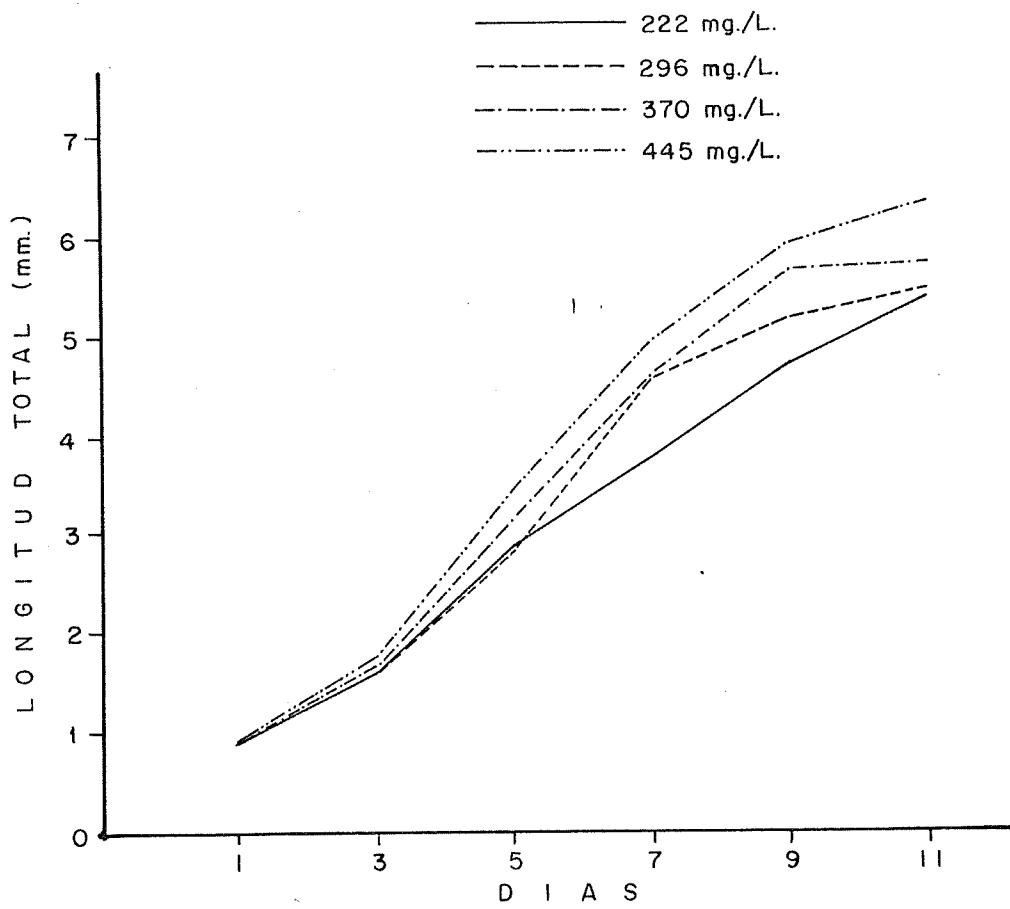


Fig. 2.- CRECIMIENTO DE Artemia, DURANTE EL PERIODO DE CULTIVO EN LOS CUATRO NIVELES DE ALIMENTO.

3.2 Tasa de crecimiento y disponibilidad de alimento

Los resultados del cálculo de las tasas de crecimiento para cada uno de los intervalos del experimento se presentan en el Apéndice IV; observándose que las mayores tasas se registraron en el intervalo de 3 a 5 días, exceptuando el nivel de alimento de 296 mg/l, en el cual ocurrió en el intervalo de 1 a 3 días.

De manera similar las menores tasas de crecimiento se registraron en el intervalo final de 9 a 11 días, en todos los niveles de alimento.

La Figura 3, muestra el comportamiento de las tasas de crecimiento durante el experimento, observándose que en general presentan un patrón decreciente a partir del intervalo de 5 a 7 días.

En relación con la cantidad de alimento disponible por organismo en el medio de cultivo, el apéndice V presenta los valores estimados para cada día; observándose que la disponibilidad de alimento por individuo, desde el inicio hasta el final del experimento se incrementó en 333.7, 273.5, 344.9 y 626.3 por ciento para los niveles de alimento, de 222, 296, 370, y 445 mg/l respectivamente.

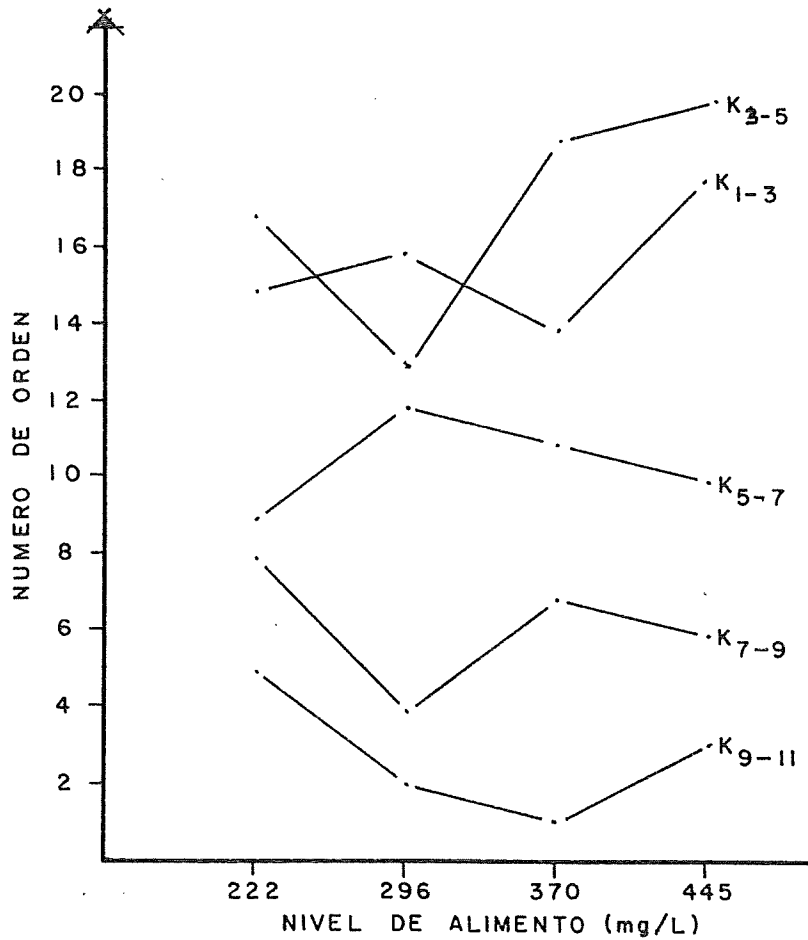


Fig. 3.- TASAS DE CRECIMIENTO DE Artemia EN LOS INTERVALOS DE TIEMPO, DURANTE EL EXPERIMENTO DE 11 DIAS.

La Figura 4, muestra la cantidad de alimento disponible por Artemia, para los 4 niveles de alimento probados durante el período de cultivo.

Al relacionar las tasas de crecimiento y la cantidad promedio de alimento disponible por organismo en cada intervalo de tiempo, se encontró que las mayores tasas de crecimiento, para los períodos de 1 a 3, 3 a 5, 5 a 7, 7 a 9 y 9 a 11 días, se presentaron en las concentraciones de 0.182, 0.212, 0.199, 0.168 y 0.204 mg/artemia respectivamente (Apéndice VI).

3.3 Sobrevivencia y mortalidad.

En el apéndice VII, se presentan los registros de sobrevivencia y mortalidad estimadas para Artemia, durante el período de cultivo. Al término del experimento la mayor tasa de sobrevivencia (36.6%) correspondió a la prueba con el nivel de alimento de 296 mg/L, mientras que la menor (16.0%) se presentó en el medio que contenía 445 mg/L.

Las máximas mortalidades se presentaron en el intervalo de 1 a 3 días, con valores de 16.9, 21.2, 22.7 y 26.3 por ciento, correspondientes a los niveles de alimento de 222, 296, 370, y 445 mg/L respectivamente, mientras que las mínimas se presentaron en intervalo de 9 a 11 días, con valores

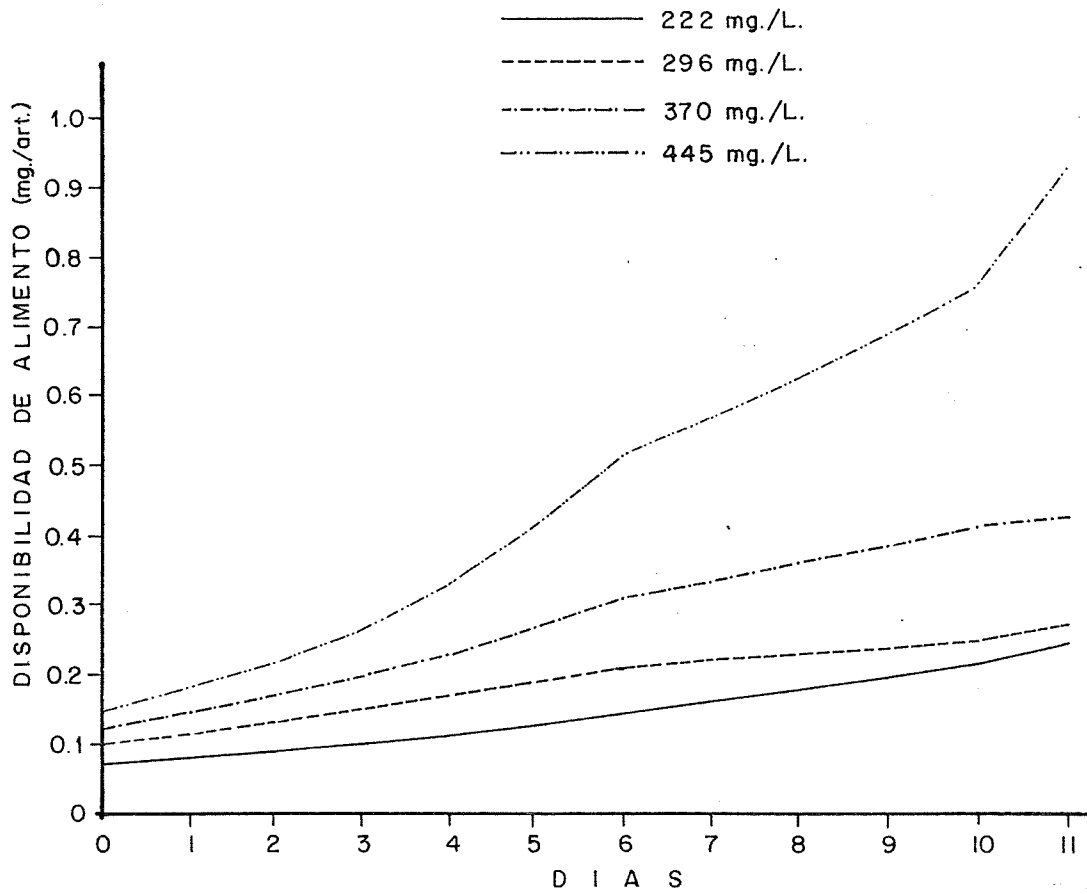


Fig.4.- CANTIDAD DE ALIMENTO DISPONIBLE POR Artemia DURANTE EL PERIODO DE CULTIVO, PARA LOS CUATRO NIVELES DE ALIMENTO.

de 8.1, 5.0, 3.1 y 5.6%, correspondientes a los niveles de 222, 296, 370 y 445 mg/L respectivamente. La mortalidad del 50% de la población de Artemia, se presentó en los niveles mayores (370 y 445 mg/L), en el lapso de 0 a 5 días; mientras que en los niveles más bajos (222 y 296 mg/L) ocurrió hasta el séptimo día.

La Figura 5, muestra la sobrevivencia de Artemia, para los niveles de alimento probados, durante el período de cultivo.

Los datos de sobrevivencia no cumplieron con los requisitos de normalidad de residuos y homogeneidad de varianza, por lo que no fué posible aplicar el ANOVA paramétrico.

4. DISCUSION

4.1 Crecimiento en longitud total.

Artemia es un organismo filtrador contínuo no selectivo (Provasoli y Shiraishi, 1959; Barker-Jorgensen, 1966), que en exceso de alimento puede morir por un efecto similar al de inanición, debido a que este no permanece en el intestino el tiempo suficiente para que las enzimas actúen sobre las partículas y se lleve a cabo la digestión (Reeve, 1963b Provasoli y D'Agostino, 1969). En base a lo anterior y tomano

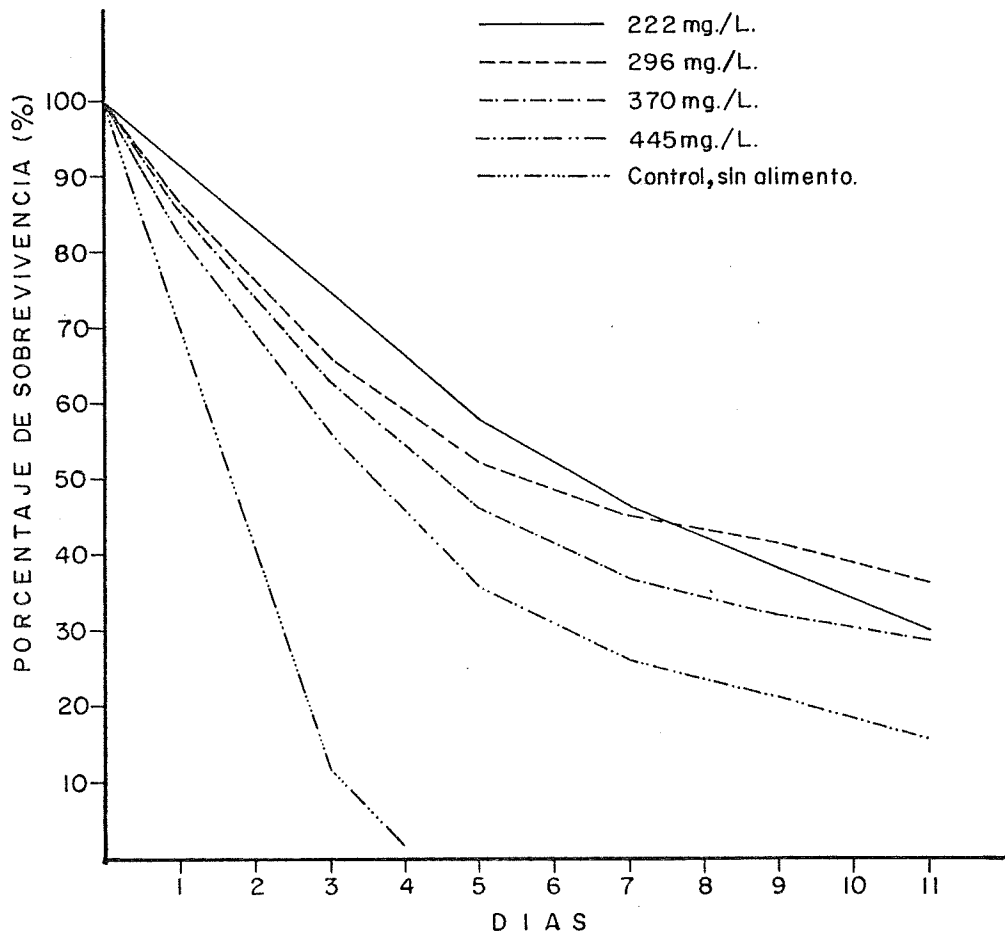


Fig. 5.- SOBREVIVENCIA DE Artemia DURANTE EL PERIODO — DE CULTIVO, PARA LOS CUATRO NIVELES DE ALIMENTO PROBADOS.

do en cuenta los resultados del análisis de varianza, es evidente que los niveles de alimento suministrados en el presente estudio, no inhibieron el crecimiento de Artemia durante el cultivo.

Las diferencias en longitud, observadas al final del experimento (figura 2), pueden ser explicadas en función de la cantidad de alimento disponible por organismo en el medio (figura 4). Lo anterior concuerda con lo señalado por Sick (1976).

En la figura 6, se muestra la comparación entre el crecimiento máximo obtenido en este estudio y el observado en experimentos colaterales a este por los grupos de trabajo responsables de las dietas en base a P. perforata (Apéndice VIII) y Tetraselmis suecica (Apéndice IX) en densidades iniciales de 5 y 3 organismos/ml respectivamente.

La diferencia observada en el crecimiento de Artemia alimentada con P. perforata al comparar los niveles de 445 y 493 mg/L, puede ser explicada en función de la cantidad de alimento suministrado, observándose que la concentración a un nivel de 493 mg/L, en recipientes de cultivo de 1 litro, posiblemente representa el límite de saturación en el cual el crecimiento se inhibe, por exceso de alimento en el medio,

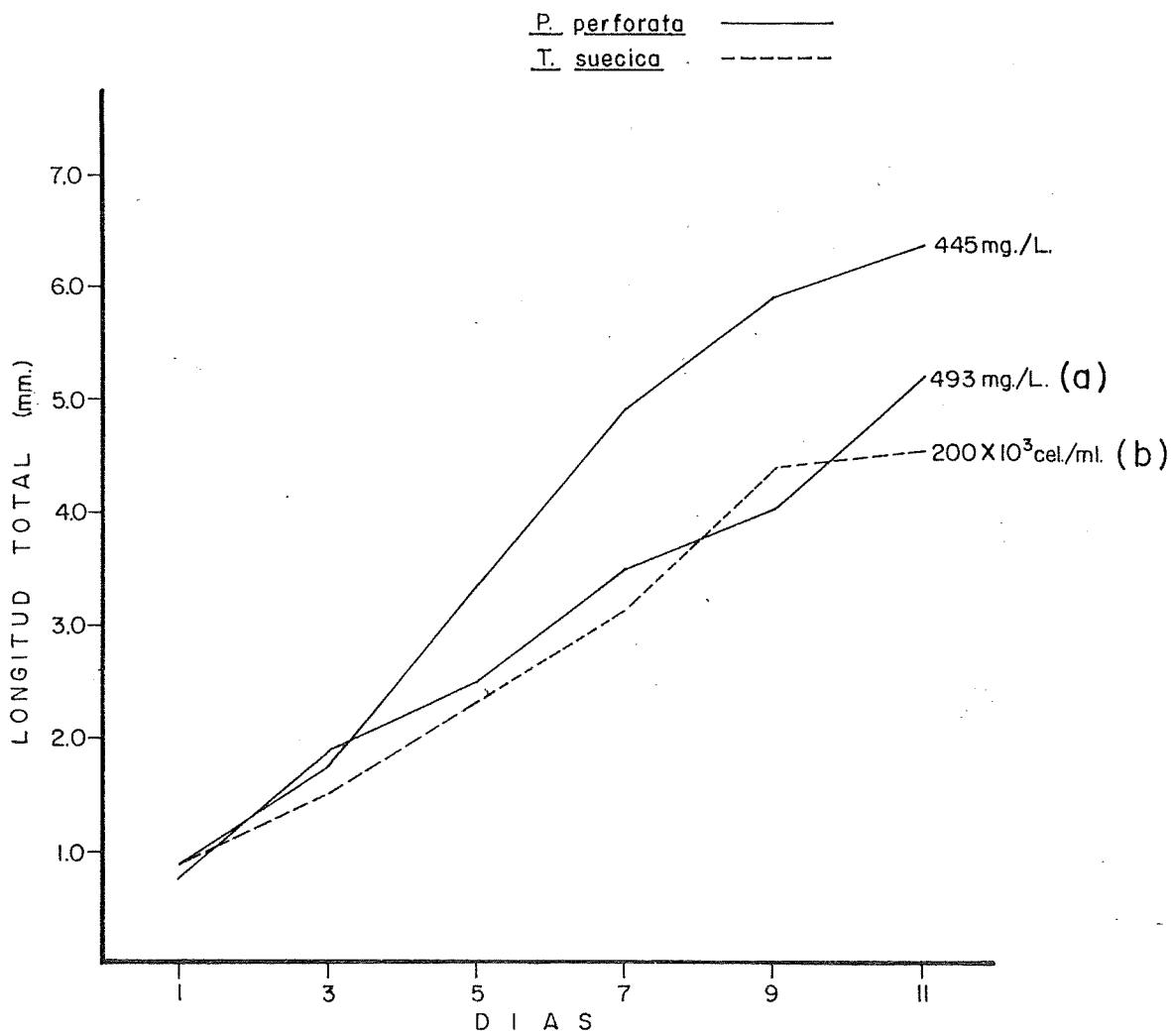


Fig. 6._ CRECIMIENTO COMPARATIVO DE Artemia ALIMENTADA CON Porphyra perforata Y Tetraselmis suecica.

(a) Datos tomados del apendice VIII

(b) Datos tomados del apendice IX.

tal como lo señalan Provasoli y D'Agostino (1969).

Con base a lo antes expuesto, es de esperarse que en niveles superiores a dicho límite y bajo condiciones constantes de sobrealimentación, el organismo deje crecer y posteriormente muera como sucedió en el experimento colateral a este, realizado por el grupo que trabajó con una población inicial de 5 organismos/ml, en el nivel de alimento de 616 mg/L, en donde se presentó una mortandad total a los 7 días (Apéndice VIII).

El crecimiento de Artemia alimentada con la microalga T. suecica fué inferior al obtenido con P. perforata, lo cual puede ser explicado en función al mayor contenido de proteínas de la macroalga (18.8%), comparado con el de la microalga (13.0%), tal y como lo muestra el análisis proximal en la tabla II.

Las diferencias observadas en el crecimiento de Artemia al comparar las dietas antes mencionadas, concuerdan con lo señalado por Hanaoka (1973) y Sick (1976), en cuanto a que el crecimiento de Artemia se relaciona directamente con la cantidad de proteína cruda en la dieta.

TABLA II. Análisis Proximal (realizado en los laboratorios de la Pesquera Zapata, S.A. de C.V.) de Porphyra perforata y Tetraselmis suecica, presentados en por ciento de base húmeda.

ALGA	PROTEINA	LIPIDOS	CARBOHIDRATOS	HUMEDAD	CENIZAS
P. perforata	18.8	0.41	53.1	6.6	21.1
T. suecica	13.0	0.44	8.26	74.1	4.2

En otros experimentos con la macroalga Enteromorpha sp., que contiene un nivel de 31.1% de proteína, Johnson (1980), reportó un crecimiento de 1.5 mm. en un cultivo de 7 días, el cual es inferior al de 4.92 mm. obtenido en este trabajo para ese mismo período. La diferencia observada, puede ser explicada en base a lo señalado por Hanaoka (1973), en cuanto a que una dieta que excede de 28% de proteína provoca una disminución del crecimiento, debido al incremento en la concentración de amonía en el cultivo.

Von Henting, citado por Johnson (1980), reporta que los carbohidratos son la fuente primaria de energía en el desarrollo del embrión de Artemia, mientras que los lípidos y proteínas son más importantes en etapas posteriores. No obstante lo anterior, es probable que la cantidad de carbohidratos (53.1%) en P. perforata, haya influido también en el cre

cimiento observado con esta macroalga, toda vez que su contenido de lípidos fue bajo.

4.2 Tasa de crecimiento y disponibilidad de alimento.

Las tasas máximas de crecimiento registradas en el período de 3 a 5 días con la macroalga P. perforata, estuvieron relacionadas con el desarrollo diferenciado de los torácopodos en la fase metanauplio IV, descrita por Provasoli y D'Agostino (1969).

Los resultados obtenidos en el período antes descrito, concuerdan con lo señalado por Mason (1963), que lo describe como aquél en el cual la tasa de crecimiento es mayor, y altamente dependiente del nivel de alimento; es decir, cuando éste muestra sus primeros efectos. De hecho Provasoli y Shiraiishi (1959), consideran este período como el índice donde se manifiesta la aceptabilidad de una dieta dada.

Con base a lo anterior, se puede señalar que P. perforata representa un alimento adecuado para el desarrollo de Artemia. Sin embargo, es necesario profundizar en el estudio de esta macroalga como dieta única, ya que según Dobbelaar et al (1980), la respuesta a las dietas es diferente para cada raza de Artemia, por lo que estos resultados no pueden ser generalizados.

Con respecto a los resultados que relacionan la tasa de crecimiento máxima en los intervalos, con el suministro promedio de alimento diario se puede señalar que las concentraciones adecuadas de esta macroalga para el desarrollo de Artemia, en los períodos 3 a 5, 5 a 7, 7 a 9 y 9 a 11 días puede ser de 0.212, 0.199, 0.168 y 0.204 mg/artemia respectivamente. Para el intervalo de 1 a 3 días, en el cual el nivel de alimento no afecta sensiblemente el crecimiento, la concentración adecuada de alimento puede ser hasta de 0.082 mg/artemia.

4.3 Sobrevivencia y mortalidad.

Johnson (1980), reporta una sobrevivencia entre 60 y 90% para un cultivo de Artemia en 7 días, utilizando como alimento Spirulina seca; los valores observados con P. perforata al final de ese lapso, fluctuaron entre 26.2 y 46.2% en este experimento.

Los resultados de sobrevivencia de Artemia alimentada con la macroalga, se correlacionaron negativamente con el nivel de alimento en el medio como lo muestra la Figura 5. En apariencia esto nos indica, que en cuanto a sobrevivencia se refiere P. perforata no es un alimento conveniente para el organismo. Sin embargo, es importante señalar, que durante el experimento se identificaron dos factores como causa pro

bable de las mortalidades observadas: uno relacionado con la composición química del alga y el otro debido al deficiente manipuleo de los organismos en los recambios de agua.

El primero se asocia a la alta cantidad de carbohidratos que contiene la macroalga (53.1%), que provocó la formación de grumos que posiblemente dificultaron el intercambio gaseoso, las mudas y el libre movimiento de los apéndices para natación, principalmente en estadíos iniciales (intervalo de 1 a 3 días), que es cuando según Tobías et al. (1979) los toracópodos no están desarrollados y solo un par de apéndices realizan las funciones de filtración y locomoción. Este efecto fué más notorio en las pruebas con mayor nivel de alimento (370 y 445 mg/L). En los períodos posteriores, cuando los toracópodos ya estaban desarrollados, para llevar a cabo las funciones de filtración, locomoción e intercambio gaseoso (Dobbeleir et al., 1980), dicho efecto persistió pero en menor escala.

El segundo factor se presentó debido a la falta de una técnica adecuada para recambiar el agua, que ocasionó un incremento en la mortalidad principalmente durante los procesos de muda en el lapso de 0 a 5 días, que puede ser atribuída a un manipuleo excesivo de los organismos poco resistentes y no al efecto en sí del alimento.

Lo anterior tiene sentido si observamos que conforme el organismo estaba más desarrollado (6 a 11 días), la mortalidad decreció, debido a que este ya era más resistente al manejo.

El efecto combinado de los factores antes mencionados fue causa probable de las altas mortalidades observadas en el lapso de 0 a 5 días.

Johnson (1980), reporta para los días 1 a 3 una sobrevivencia de 93% de la población de Artemia, utilizando como alimento Dunaliella tertiolecta, Spirulina sp. (seca), Enteromorpha sp., Rhodotorula sp. y Salvado de arroz, en concentraciones dentro del rango de 0.025 y 0.10 mg/artemia. La concentración de 0.082 mg/artemia en este trabajo se encuentra en ese rango, aunque es conveniente para reducir la mortalidad en este período que la concentración de P. perforata sea exclusivamente de mantenimiento, pudiendo estar en un rango de 0.025 a 0.082 mg/artemia.

Reeve (1963a); Provasoli y D'Agostino (1969), proponen que la forma de suministrar alimento, también influye notablemente en el desarrollo de Artemia en el cultivo, por lo que resulta conveniente que dicho suministro sea realizado en varias raciones diarias, o mediante un sistema de alimen-

tación automático, como el que reportan Bossuyt y Sorgeloos (1980), a fin de mantener constante la concentración de alimento en el cultivo.

La deficiencia en el recambio de agua, se puede subsanar también, mediante la aplicación de métodos automáticos para separación de heces fecales (Bossuyt y Sorgeloos, 1980), con el fin de evitar el manipuleo excesivo que afecta a los organismos.

5. CONCLUSIONES

- a) La macroalga Porphyra perforata es un alimento adecuado para el crecimiento de Artemia de la localidad de Yavaros, Sonora.
- b) Las máximas tasas de crecimiento se presentaron en el período de 3 a 5 días y fueron dependientes de la concentración de alimento en el medio.
- c) Los niveles de alimento probados (222, 296, 370 y 445 mg/L) no inhibieron el crecimiento de Artemia.
- d) La máxima sobrevivencia de Artemia (36.6%) se presentó en el nivel de alimento de 296 mg/L; observándose altas mortalidades en los niveles de mayor

alimento (370 y 445 mg/L).

- c) La formación de grumos debido a la alta concentración de carbohidratos en la macroalga y el excesivo manipuleo de los organismos, parecen ser los principales factores que ocasionaron altas mortalidades de Artemia durante el experimento.

6. RECOMENDACIONES

a) Considerando que los resultados obtenidos en este trabajo, representan solo una parte de las investigaciones que se deben efectuar para evaluar la aceptabilidad de una dieta, y tomando en cuenta que no existen antecedentes de la utilización de la macroalga P. perforata como alimento para Artemia, se sugiere que los estudios posteriores que se realicen sobre este aspecto, sean orientados a cubrir lo siguiente:

1. Composición bioquímica de la macroalga, en relación al contenido de ácidos grasos esenciales para el desarrollo de Artemia.

2. Capacidad reproductora de Artemia, cuando es alimentada con P. perforata.

3. El efecto en el crecimiento de peces o invertebrados adultos, que sean alimentados con Artemia cultivada con la dieta aquí descrita.

4. Evaluar la factibilidad del cultivo de P. perforata, como dieta única para producir biomasa de Artemia.

b) Se recomienda que las concentraciones de alimento para el desarrollo de Artemia, en los períodos de 3 a 5, 5 a 7, 7 a 9 y 9 a 11 días, son de 0.212, 0.199, 0.168 y 0.204 mg/artemia, respectivamente. Para el período de 1 a 3 días en el cual el alimento no afecta sensiblemente el crecimiento, la concentración puede estar en un rango de 0.025 a 0.082 mg/artemia.

7. LITERATURA CITADA

- ABBOTT I.A. y G. HOLLEMBERG, 1976. Marine algae of California. Stanford University Press, Stanford California. 827 p.
- AGUILAR-ROSAS L.E., R. AGUILAR-ROSAS, I. PACHECO R., E. BORQUEZ G., M.A. AGUILAR-ROSAS, E. URBIETA G., 1982. Algas de importancia económica de la región noroccidental de Baja California, México. Ciencias Marinas Vol. 8 (1): 49-63.
- AGUILAR-ROSAS, M.A., 1982. Un estudio sobre las algas bentónicas de Baja California, México. Tesis profesional. Escuela Superior de Ciencias Marinas. Universidad Autónoma de Baja California, México: 53 p.
- BARKER-JORGENSEN C., 1966. Feeding. En: Marine biology III. Proc. 3rd. Int. Interdisciplinary conference on Marine Biology. Eds. Edmonson W.T. New York Academy of Sciences. New York. E.U.A.: 69-133.
- BENIJTS F., E. VAN VOORDEN Y P. SORGELOOS, 1976. Changes in the biochemical composition of the early larval stages of the brine shrimp Artemia salina L. Proc. 10th. European Symp. on Mar. Biol. Sept. 17-23, 1975, Ostend, Belgium. Vol. 1: 1-9.
- BOSSUYT E. y P. SORGELOOS, 1980. Technological aspects of the batch culturing of Artemia in high densities. En: The brine shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. EDS. Persoone, G., P. Sorgeloos, O.A. Roels, E. Jaspers. Universa Press Wetteren, Belgium: 133-152.

- CASTRO T. y C. GALLARDO, 1985. Artemia sp. en la Investigación, la Enseñanza y la Acuicultura. Cuaderno CBS, 2. Universidad Autónoma Metropolitana de Xochimilco. (México) 43 p.
- CLAUSS C., F. BENIJTS, G. VAN DE PUTTE y W. GARDNER, 1979. The biochemical composition of the larvae of two strains of Artemia salina (L) reared on two different algal foods. Jour. Exp. Marine Biology. Ecology, 36: 171-183.
- DOBBELEIR J., N. ADAM, E. BOSSUYT, E. BRUGGEMAN y P. SORGELOOS, 1980. New aspects of the use of inert diets for high density culturing of brine shrimp. En: The brine shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Eds. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers. Universa Press. Wetteren, Belgium: 165-174.
- EHRHARDT, N.M., 1981. Estimación de parámetros en poblaciones. En: Curso sobre métodos en dinámica de poblaciones. Primera parte. FAO-Inst. Nal. de la Pesca. México, D.F. Sept. 1981.: 134 p.
- GILCHRIST, B.M., 1960. Growth and form of the brine shrimp Artemia salina (L). Proc. Zool. Soc. London. 134(2): 221-235.
- HANAOKA, H., 1973. Cultivation of three species of pelagic-micro-crustacean plankton. Bull. plankton Soc. Japan 20 (1): 19-29.
- HANSEN J.E., PACKARD J.E. y W.T. DOYLE, 1981. Mariculture of Red Seaweeds. Report No. T-CSGCP-002. Calif. Sea Grant Coll. Prog. Pub: 42 p.

- JOHNSON, D.A., 1980. Evaluation of various diets for optimal growth and survival of selected life stages of Artemia. En: The Brine shrimp Artemia, VOL. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. Eds. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers. Universa Press, Wetteren, Belgium: 185-192.
- LANDAU, M., G. MIYAMOTO y C. BOLIS, 1985. Growth and Amino acid composition of Artemia salina (L., 1758) fed algae brown in different media (ANOSTRACA). Crustaceana 49 (3): 318-321.
- LAVENS, P. y P. SORGeloos, 1984. Controlled production of Artemia cyst under standard conditions in a recirculating culture system. Aquacultural Engineering, (3): 221-235.
- MASON, D.T., 1963. The growth response of Artemia salina (L) to various feeding regimes. Crustaceana 5: 138-150.
- PERSOONE, G. y P. SORGeloos, 1980. General aspects of the ecology and biogeography of Artemia. En: The brine shrimp Artemia. Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture. (Eds) G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers. Universa Press, Wetteren. Belgium: 3-23.
- PROVASOLI, L. y A. D'AGOSTINO, 1969. Development of artificial media for Artemia salina. Biol. Bull. (136): 434-453.
- PROVASOLI, L. y K. SHIRAISHI, 1959. Axenic cultivation of the brine shrimp Artemia salina. Biol. Bull (117): 347-355.

- REEVE, M.R., 1963a. The filter feeding of Artemia. II. In suspensions of various particles. Jour. Exp. Biol. (40): 133-145.
- REEVE, M.R., 1963b. Growth efficiency in Artemia under laboratory conditions. Biol. Bull (125): 133-145.
- SICK, L.V., 1976. Nutritional effect of five species of marine algae on the growth, development and survival of the brine shrimp Artemia salina. Marine Biology (35): 69-78.
- SOKAL, R.R. y F.J. ROHLF, 1979. Biometría. Principios y Métodos estadísticos en la investigación biológica. H. M. Blume Ediciones, Madrid, España: 832 p.
- SORGELOOS, P., 1973. High density culturing of the brine shrimp Artemia salina L. Aquaculture (1): 385-391.
- SORGELOOS, P., M. BAEZA-MEZA, E. BOSSUYT, E. BRUGGEMAN, J. DOBBELEIR, D. VERSICHELE, E. LAVIÑA Y A. BERNARDINO, 1980. Culture of Artemia on Rice Bran: The conversion of a waste product into highly nutritive animal protein. Aquaculture (21): 393-396.
- SORGELOOS, P. y G. PERSOONE, 1975. Technical improvements for the cultivation of invertebrates as food for fishes and crustaceans. II. Hatching and culturing of the brine shrimp, Artemia salina L. Aquaculture (6): 303-317.
- SORGELOOS, P., G. PERSOONE, M. BAEZA-MEZA, E. BOSSUYT y E. BRUGGEMAN, 1978. The use of Artemia cyst in aquaculture: the concept of "hatching efficiency" and description of a new method for cyst processing. En Proc.

9th Ann. Meeting WMS. EDS. J.W. Avault Jr., Louisiana State University, Baton Rouge: 715-721.

TERAMOTO, K., y S. KINOSHITA, 1961. Some observations on the culture of Artemia. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries Vol. 27: 801-804.

TOBIAS, W.J., P. SORGeloos, E. BOSSUYT y O.A. ROELS, 1979. The technical feasibility of mass-culturing Artemia salina in the st. Croix "Artificial Upwelling", mariculture system. En: Proc. 10 th annual Meeting World Mariculture Society Ed. Avault J.W. Louisiana State University, Baton Rouge L.A. E.U.A.: 203-214.

VANHAECKE, P. y P. SORGeloos, 1982. International study on Artemia, XVIII. The hatching rate of Artemia cyst a comparative study. Aquacultural Eng. (1): 263-273.

8. A P E N D I C E

APENDICE I.- Resultados obtenidos de los criterios que determinan la calidad de los quistes de Artemia de Yavaros, Son. (México) y Bahía de San Francisco (E.U.A.)

TASA DE ECLOSION (1)				
(Tiempo en horas) al cual eclosionan el 10, 50 y 90% de los quistes de una muestra dada)				
C E P A	t_0^*	t_{10}	t_{50}	t_{90}
Yavaros, Son.	6	13	23	37
San Francisco	24	34	44	57
* Inicio de la eclosión.				
PORCENTAJE DE ECLOSION		Porcentaje de eclosión de una muestra de 100 quistes.		
Yavaros, Son.		43.0%		
San Francisco		15.5%		
EFICIENCIA DE ECLOSION		Cantidad de quistes requeridos para obtener un millón de nauplios.		
Yavaros, Son.		11.89 gramos		
San Francisco		25.34 gramos		

(1) obtenida mediante el conteo de nauplios eclosionados cada hora a partir de t_0 ; los resultados fueron calculados mediante la transformación de los datos, para aplicar el análisis PROBIT.

APENDICE II.- Resumen de las pruebas estadísticas, aplicados a los datos de crecimiento, obtenidos en el experimento.

a) Normalidad de residuos

Prueba de Kolmogorov - Smirnov

Bondad de ajuste a la dist. $N(0.00, 0.012)$ μ conocido, σ estimado.

Valor observado: 0.1180 valor tabular: 0.1279 $N = 48$
 $0.05 p = 0.10$, al 5.0% de significación, H_0 no fue rechazada.

b) Homogeneidad de Varianzas

Prueba de Bartlett

Valor observado del estadígrafo de Bartlett: 28.8698
 (Término correctivo de: 1.3472)

La probabilidad de que una variable aleatoria distribuida según una χ^2 con 23 g.d.l. exceda 28.8698 es 0.18467.

La homogeneidad de varianzas no es rechazada, para un nivel de significancia alfa de 0.050.

c) Análisis de varianza (ANOVA de dos vías)

Factor	DF	SS	MS=SS/DF	F_{obs}	$F(0.05)$
Alimento	3	3.02	1.0067	41.6	3.01
Tiempo	5	154.599	30.9198	1277.67	2.62
Alim/tiempo	15	1.8982	0.1265	5.23	2.11
Error	24	0.5800	0.0242		
Total	47	160.0974			

APENDICE III.- Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de Artemia, alimentada con la macroalga Porphyra perforata.

DÍAS	Nivel de alimento (mg/l)							
	222.0		296.0		370.0		445.0	
	\bar{L}_t	D.E	\bar{L}_t	D.E	\bar{L}_t	D.E	\bar{L}_t	D.E
1	0.89	0.064	0.93	0.021	0.94	0.035	0.90	0.007
3	1.57	0.113	1.67	0.007	1.59	0.042	1.74	0.049
5	2.86	0.099	2.81	0.474	3.12	0.346	3.43	0.085
7	3.74	0.035	4.53	0.189	4.56	0.064	4.92	0.170
9	4.69	0.106	5.15	0.069	5.61	0.057	5.91	0.064
11	5.34	0.071	5.43	0.290	5.71	0.057	6.35	0.120

APENDICE IV.- Tasas de crecimiento en los intervalos de tiempo, para Artemia alimentada con la macroalga Porphyra perforata.

Nivel de Alimento (mg/L)	Intervalos de tiempo (días)				
	1 - 3	3 - 5	5 - 7	7 - 9	9 - 11
222.0	0.29	0.30	0.13	0.11	0.07
296.0	0.29	0.26	0.23	0.06	0.02
370.0	0.27	0.34	0.19	0.10	0.01
445.0	0.33	0.34	0.18	0.09	0.04

APENDICE V.- Disponibilidad estimada de alimento diario para Artemia, en los niveles de alimento probados.

Día	Nivel de alimento (mg/L)							
	222.0		296.0		370.0		445.0	
	No. Org.	alim. dispon. mg/artemia	No. Org.	alim. dispon. mg/artemia	No. Org.	alim. dispon. mg/artemia	No. Org.	alim. dispon. mg/artemia
0	3000	0.0740	3000	0.0986	3000	0.1233	3000	0.1483
1	2745	0.0809	2608	0.1134	2571	0.1439	2475	0.1798
2	2466	0.0900	2267	0.1305	2204	0.1678	2043	0.2178
3	2237	0.0992	1971	0.1501	1889	0.1958	1685	0.2640
4	1970	0.1127	1762	0.1679	1618	0.2286	1349	0.3298
5	1735	0.1280	1574	0.1879	1387	0.2667	1080	0.4119
6	1528	0.1453	1407	0.2102	1188	0.3114	865	0.5143
7	1387	0.1601	1351	0.2189	1107	0.3341	786	0.5660
8	1259	0.1763	1297	0.2281	1032	0.3584	714	0.6231
9	1143	0.1942	1246	0.2374	962	0.3845	648	0.6866
10	1038	0.2139	1196	0.2473	897	0.4124	589	0.7553
11	899	0.2469	1097	0.2696	870	0.4252	479	0.9288
Incremento total		333.7%		273.5%		344.9%		626.3%

APENDICE VI.- Tasas de crecimiento (K) y cantidad de alimento disponible por organismo en los intervalos de tiempo del cultivo, para los niveles de alimento probados.

Días	Nivel de alimento (mg/L)							
	222.0		296.0		370.0		445.0	
	K	cant. .alim. mg/artemia	K	cant. alim. mg/artemia	K	cant. alim. mg/artemia	K	cant. alim. mg/artemia
1 - 3	0.29	0.082	0.29	0.114	0.27	0.145	0.33	0.182
3 - 5	0.30	0.106	0.26	0.159	0.34	0.212	0.34	0.297
5 - 7	0.13	0.137	0.23	0.199	0.19	0.289	0.18	0.463
7 - 9	0.11	0.168	0.06	0.224	0.10	0.346	0.09	0.595
9 - 11	0.07	0.204	0.02	0.242	0.01	0.398	0.04	0.721

APENDICE VII.- Tasas de sobrevivencia (S) y coeficiente de mortalidad (m) de Artemia estimadas para niveles de alimento probados.

DIA	222.0 mg/L				296.0 mg/L			
	No. Org.	S(%)	m(%)	m(%) EN EL INTERVALO	No. Org.	S(%)	m(%)	m(%) EN EL INTERVALO
0	3000	100.0			3000	100.0		
1	2745	91.5	8.5	8.5	2608	86.9	13.1	13.1
3	2237	74.6	25.4	16.9	1971	65.7	34.3	21.2
5	1735	57.8	42.2	16.7	1574	52.5	47.5	13.2
7	1387	46.2	53.8	11.6	1351	45.0	55.0	7.4
9	1143	38.1	61.9	8.1	1246	41.5	58.5	3.5
11	899	30.0	70.0	8.1	1097	36.6	63.4	5.0
370 mg/L								
445 mg/L								
0	3000	100.0			3000	100.0		
1	2571	85.7	14.3	14.3	2475	82.5	17.5	17.5
3	1889	63.0	37.0	22.7	1685	56.2	43.8	26.3
5	1387	46.2	53.8	16.7	1080	36.0	64.0	20.2
7	1107	36.9	63.1	9.3	786	26.2	73.8	9.8
9	962	32.1	67.9	4.8	648	21.6	78.4	4.6
11	870	29.0	71.0	3.1	479	16.0	84.0	5.6

APENDICE VIII.- Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de Artemia en densidades de 5 y 8 organismos/ml., alimentada con la macroalga Porphyra perforata

Dias	NIVEL DE ALIMENTO (mg/L)							
	370		493		616		741	
	5 organismos/ml							
	L _t	D.E.	L _t	D.E.	L _t	D.E.	L _t	D.E.
1	0.81	0.007	0.79	0.000	0.80	0.007	0.81	0.007
3	2.32	0.078	1.93	0.007	1.64	0.460	*	
5	2.48	0.071	2.62	0.042	3.02	0.685		
7	5.08	0.000	3.51	0.141	4.06	0.028		
9	5.29	0.057	4.02	0.127	*			
11	5.64	0.028	5.30	0.007				
	592		789		986		1186	
	8 organismos/ml							
1	0.61	0.007	0.57	0.000	0.57	0.000	0.53	0.007
3	1.17	0.025	1.10	0.000	1.10	0.000	1.01	0.014
5	1.33	0.014	1.17	0.035	*		*	
7	1.48	0.035	1.23	0.078				
9	*		*					

* Mortandad total en el cultivo

APENDICE IX.- Crecimiento en longitud total promedio (mm.) y desviación estándar de *Artemia* en densidades de 3, 5 y 8 organismos/ml., alimentada con la microalga Tetraselmis suecica.

Dias	CONCENTRACION DE ALIMENTO (células/ml.)							
	10 x 10 ³		60 x 10 ³		150 x 10 ³		200 x 10 ³	
	L _t	D.E.	L _t	D.E.	L _t	D.E.	L _t	D.E.
	<u>3 organismos/ml</u>							
1	0.81	0.007	0.90	0.141	0.85	0.071	0.90	0.000
3	0.91	0.127	1.25	0.085	1.48	0.021	1.54	0.106
5	0.95	0.078	1.86	0.000	2.18	0.304	2.36	0.559
7	1.09	0.071	1.95	0.127	2.37	0.424	3.30	0.580
9	1.22	0.106	2.04	0.247	2.47	0.502	4.41	1.839
11	1.50	0.099	2.49	0.530	2.72	0.304	4.58	2.072
	<u>5 organismos/ml</u>							
1	0.68	0.026	0.74	0.050	0.68	0.050	0.73	0.050
3	0.79	0.014	0.86	0.064	0.96	0.042	1.01	0.035
5	1.05	0.007	1.05	0.028	1.36	0.042	1.47	0.090
7	1.64	0.120	1.22	0.113	1.64	0.014	1.70	0.079
9	1.80	0.035	1.40	0.240	2.06	0.042	2.24	0.131
11	2.32	0.000	2.21	0.283	2.39	0.141	2.65	0.120
	<u>8 organismos/ml</u>							
1	0.75	0.057	0.74	0.000	0.69	0.091	0.68	0.035
3	0.76	0.023	0.81	0.014	0.95	0.007	0.95	0.028
5	1.47	0.240	1.10	0.191	1.36	0.297	1.41	0.034
7	1.85	0.905	1.16	0.198	1.72	0.248	1.46	0.014
9	2.50	0.283	1.75	0.375	1.67	0.361	1.83	0.177
11	2.93	0.028	2.52	0.658	2.03	0.248	2.05	0.212