

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CIENCIAS MARINAS

"EFECTOS DE CUATRO CONCENTRACIONES DE
Tetraselmis suecica SOBRE CRECIMIENTO
Y SUPERVIVENCIA DE ARTEMIA A DENSIDAD
DE 3,000 LARVAS POR LITRO".

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 :

VICTOR FERNANDO AGRAZ GUERENA
HECTOR RAFAEL ALVAREZ MELERO
SEVERO JOSE GONGORA BARBOSA
MARIA CRISTINA SANCHEZ OCHOA

Ensenada, Baja California, Mayo de 1987

RESUMEN

SE REALIZO LA SIEMBRA DE NAUPLIOS DE ARTEMIA DE 48 HORAS DE EDAD A DENSIDAD DE 3,000 LARVAS/L, EN RECIPIENTES DE CULTIVO DE UN LITRO DE CAPACIDAD, BAJO CONDICIONES CONTROLADAS DE LABORATORIO, A FIN DE EVALUAR EL EFECTO QUE SOBRE ESTA POBLACION TUVIERON CUATRO CONCENTRACIONES DE Tetraselmis suecica: 10,000; 60,000; 150,000 Y 200,000 CELULAS/ml, QUE A SU VEZ SE MANTUVIERON CONSTANTES, ADICIONANDO LO CONSUMIDO EN UN PERIODO DE 24 HORAS. SE MANTUVO UN ORIGINAL Y UNA REPLICA DE CADA CONCENTRACION, OBTIENIENDO EL MAYOR CRECIMIENTO (DE 6.71 mm) EN LA REPLICA CORRESPONDIENTE A 200,000 CEL/ml Y EL MAYOR PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA (78%) EN EL ORIGINAL DE ESTA MISMA CONCENTRACION DE ALIMENTO. SE DETERMINARON PARAMETROS DE CALIDAD DE QUISTES DE DOS VARIETADES DE ARTEMIA: UNA PROCEDENTE DE SAN FRANCISCO CA., E.U.A Y LA OTRA DE YAVAROS, SONORA, MEXICO.

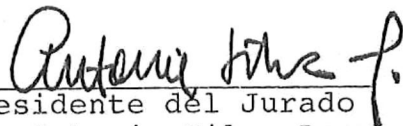
"EFECTOS DE CUATRO CONCENTRACIONES DE
Tetraselmis suecica SOBRE CRECIMIENTO
Y SUPERVIVENCIA DE ARTEMIA A DENSIDAD
DE 3,000 LARVAS POR LITRO"

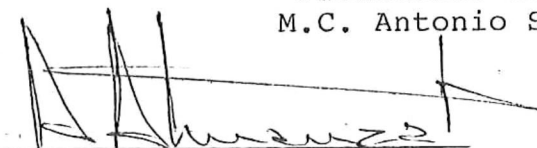
M E M O R I A

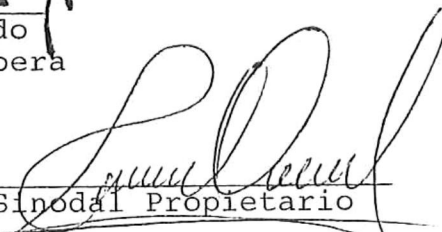
QUE PRESENTAN:

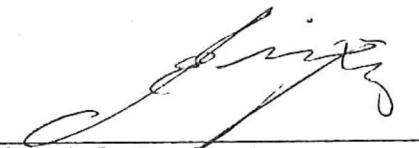
VICTOR FERNANDO AGRAZ GUERENA
HECTOR RAFAEL ALVAREZ MELERO
SEVERO JOSE GONGORA BARBOSA
MARIA CRISTINA SANCHEZ OCHOA

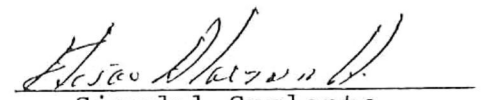
Aprobada por:


Presidente del Jurado
M.C. Antonio Silva Loera


Sinodal Propietario
OC. Antonio E. Almanza Heredia


Sinodal Propietario
OC. Carlos Granados Machuca


Sinodal Suplente
M.C. Eduardo Millán Nunez


Sinodal Suplente
OC. Eliseo Almanza Heredia

A NUESTROS PADRES, POR SU IRRESTRICTO APOYO DURANTE
NUESTROS ESTUDIOS Y VIDA PROFESIONAL.

A NUESTROS MAESTROS, POR SU PACIENCIA.

A NUESTRO DIRECTOR DE TESIS
M.C. ANTONIO SILVA L.
POR SUS ATINADOS CONSEJOS.

AL DEPARTAMENTO DE INFORMATICA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS MARINAS, POR FACILITAR SUS INSTALACIONES
PARA LA TRANSCRIPCION DEL PRESENTE MANUSCRITO.

A NUESTROS COMPANEROS DE LA XIV GENERACION.

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE DE UNA U OTRA FORMA
COLABORARON EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

C O N T E N I D O

	<u>PAG.</u>
1.- INTRODUCCION	1
2.- MATERIAL Y METODOS	8
3.- RESULTADOS	14
3.1- Calidad de eclosión	14
3.2- Crecimiento	15
3.3- Supervivencia	22
4.- DISCUSIONES	32
4.1- Calidad de eclosión	32
4.2- Crecimiento y Supervivencia....	32
5.- CONCLUSIONES	38
6.- LITERATURA CITADA	39
7.- ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

TABLA		PAGINA
I	Resultado final de crecimiento y supervivencia para las 4 concentraciones de alimento, con con intervalo de confianza de 95%.	15
II	Ecuaciones de las curvas de crecimiento ajustadas y significancia del ANCOVA	22
III	Disponibilidad de alimento para cada tratamiento (células X 1000/larva/24 horas)	30
IV	Resultado del Análisis proximal (base seca) del alimento utilizado en el experimento (<u>L. suecica</u>)..	31

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PAGINA
1. Sistema de Cultivo	11
2. Longitud (en mm) de <u>Artemia</u> respecto al tiempo (días), alimentada con <u>I. suecica</u> en concentración de 10,000 células/ml	16
3. Longitud (en mm) de <u>Artemia</u> respecto al tiempo (días), alimentada con <u>I. suecica</u> en concentración de 60,000 células/ml	18
4. Longitud (en mm) de <u>Artemia</u> respecto al tiempo (días), alimentada con <u>I. suecica</u> en concentración de 150,000 células/ml	19
5. Longitud (en mm) de <u>Artemia</u> respecto al tiempo (días), alimentadas con <u>I. suecica</u> en concentración de 200,000 células/ml	20
6. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con <u>I. suecica</u> en concentración de 10,000 células/ml	24
7. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con <u>I. suecica</u> en concentración de 60,000 células/ml	25
8. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con <u>I. suecica</u> en concentración de 150,000 células/ml	26
9. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con <u>I. suecica</u> en concentración de 200,000 células/ml	28
10. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Control sin alimento	29

INTRODUCCION

La industria acuícola bajo ambiente controlado es una actividad relativamente nueva que aún requiere de intensos estudios, principalmente dentro del área de obtención de alimento vivo, continuidad de producción y abasto de materias primas.

México cuenta con una acuicultura avanzada en cuanto a la producción de peces de agua dulce, moluscos bivalvos y algunos crustáceos se refiere. Sin embargo su producción comercial no ha ido a la par con estos avances, por lo tanto es necesario promoverlos a nivel extensivo procurando los financiamientos adecuados a fin de explotar al máximo este potencial.

La International Soil Science Society (1980) menciona que ciertamente, a través del cinturón tropical, millones de hectáreas de tierras agrícolas tienen que ser abandonadas, o dejan de ser propicias para la agricultura tradicional, como resultado de problemas de intrusión salina. Sin embargo esos lugares podrían ofrecer condiciones favorables para producción de Artemia en aguas salinas.

La cantidad de quistes colectables de algunos biotopos es tal que se ha comercializado con éstos, y hasta hace algunos años la provisión de quistes de Artemia parecía ilimitada, sin embargo la demanda actual sobrepasa por mucho la oferta, poniendo en serios problemas la futura

expansión del desarrollo de la acuicultura (Sorgeloos et al., 1977), calculándose una demanda mundial de Artemia de 20,000 toneladas para el año 2000 (estimación de W.A. Exin Corporation, Ltd., citado por O'Sullivan (1986).

El cultivo de Artemia podría ser una solución al inminente problema de abasto, ya que no es regla general que se le encuentre en cualquier salinera o cuerpo de agua salobres en cantidades explotables. En México existen diversas salinas que mantienen poblaciones de este organismo, que bien podrían ser utilizadas para su cultivo, siendo las más conocidas: Yavaros (Sonora), Bahía Cunta (Sinaloa), Guerrero Negro (Baja California Sur), Salina Cruz (Oaxaca), y San Crisanto (Yucatán), (Castro 1985).

Se conocen dos tipos de mecanismos de reproducción mutuamente excluyentes: ovoviviparidad (produciendo nauplios libres), y oviparidad (produciendo huevos resistentes o quistes), pudiendo cambiar de un mecanismo a otro dependiendo de varios factores ambientales como salinidad, oxígeno disuelto y disponibilidad de alimento, (Amat 1985; Sorgeloos et. al. 1975).

Amat (1985) comenta que este organismo posee una sorprendente capacidad reproductiva (produciendo de 100 a 400 nauplios cada 4 a 6 días). Además tiene una longevidad de hasta 12 meses, pudiendo cumplir su ciclo biológico en 14 a 17 días, aunque se han observado organismos cuyo ciclo biológico es de 9 días (en Castro y Gallardo, 1985).

Artemia es un crustáceo (Branchiopoda) filtrador, que atrapa pequeñas partículas de comida sin seleccionarlas; debido a esto el mejor logro obtenido dentro de su cultivo comercial ha sido resultado de utilizar alimentos considerados desechos agrícolas, como salvados de arroz y trigo, o bien suspensiones de frijol soya y suero de leche (todos de bajo costo), con el consecuente beneficio económico en cultivos intensivos (O'Sullivan 1986).

Las partículas que ingiere Artemia deben cumplir ciertas características:

- tener un tamaño adecuado, que logren pasar por la estructura bucal: no mayores de 30 micras en las primeras etapas de vida, y no mayores de 50 micras en la etapa adulta (Dobbeleir et al., 1980).
- debe ser adecuadamente digerible por el conjunto de enzimas digestivas (Reeve, 1963).
- su solubilidad en el medio debe ser mínima (Bessuyt y Sorgeloos, 1980)
- debe ingerir una cantidad de alimento tal que permita un adecuado tiempo de residencia en el tracto digestivo, pues un exceso tiene como consecuencia una baja asimilación (Reeve, 1963).

Con respecto a esto último, de la literatura se conocen valores de tasa de ingestión para Artemia, que van desde una tasa promedio de 40,260 células/larva/hora encontrada para adultos alimentados con Platymonas sp. (Moffet y Fisher, 1978) hasta un valor de 50,000 a 100,000 células/ml

como tasa máxima de ingestión (Reeve, 1963a, citado por Moffet-Fisher, 1978). En Castro y Gallardo (1985), se reporta una ingestión máxima de 100 células/minuto, equivalentes a 144,000 células/día, valor que está cercano a los reportados por Reeve (1963 b).

Tobias et al. (1979) hacen referencia a una mínima concentración celular crítica de alimento en el medio (4,600 cel/larva/ml) por debajo de la cual Artemia no filtra partículas. Ahora bien, este valor fue obtenido utilizando Chaetoceros curvisetus como alimento, y estos valores son específicos para cada especie algal (Sorgeloos et al., 1983).

Provasoli y D'Agostino (1969) y Amat (1985) mencionan que en el medio natural Artemia se alimenta generalmente de bacterias (Halobacterium sp., Halococcus sp) y algas unicelulares (Dunaliella salina, D. viridis).

Dobbeleir et al. (1980) mencionan algunas de los alimentos vivos que se han como alimento en cultivos de laboratorio:

Diatomeas: Chaetoceros sp., Cyclotella sp., Phaeodactylum sp.,
Nitzschia sp.

Clorofitas: Dunaliella spp., Chlamydomonas sp., Chlorella sp.,
Platymonas sp., Stichococcus sp., Stephanoptera sp.
Brachiomonas sp.

Crisofitas: Isochrysis sp., Monochrysis sp., Stichochrysis sp.,
Syracosphaera sp.

Entre el medio natural y cultivos controlados existe una marcada diferencia entre las concentraciones de microalgas. Para el medio natural se reportan concentraciones de diatomeas de 5,600 cél/ml, que en caso de marea roja alcanzan valores de 50,000 cél/ml, siendo 2,500 cel/ml la máxima densidad normal de fitoflagelados (Rainbridge, 1957, citado por Braun, 1980).

Sick (1976) y Claus et al., (1979) indican que con respecto a las propiedades nutritivas del alimento ingerido por Artemia, el crecimiento es lento al usar una dieta pobre en proteína. Sin embargo, un exceso de proteínas (niveles mayores a 28%) puede retardar el crecimiento, además de aumentar el nivel de amoníaco en el medio (Hanaoka, 1973).

Sorgeloos (1974) observó que el uso de microalgas como alimento para Artemia presenta algunas ventajas:

- Muchas especies de algas constituyen un alimento adecuado durante diferentes estadios de desarrollo.
- El alga puede ser ingerida por Artemia inmediatamente después de cultivada.
- Puede ser almacenada por congelación ó desecación, sin afectar grandemente su eficiencia nutricional.
- No es necesario tener un cultivo constante de microalgas (como alimento vivo) por la facilidad del almacenaje.
- Se pueden usar polvos algales comercialmente producidos.

Como antecedentes de cultivos de alta densidad, se tiene que:

Landau et al. (1985) experimentando con I. suecica en concentraciones de 50,000-75,000 cel/ml, con 2-4 nauplios/litro durante un período de 21 días, obtuvieron un crecimiento de 7.04 mm .

Sorgeloos (1973) obtuvo un crecimiento de 4.7 mm en 8 días, para 2000 larvas en botellas de 1 l, suministrando Dunaliella sp. en concentraciones de 50,000 a 100,000 cel/larva. Para tanques de 30 l obtuvo tallas máximas de 5.1 mm en 10 días.

Tobias et al. (1979) en sistema abierto, obtienen crecimiento de 6.57 a 6.87 en 14 días (a densidad de 1 larva/ml, en tanques de 2 lts), utilizando una concentración de 55,000 cel/ml de Chaetoceros curvisetus, obteniendo tallas ligeramente mayores en tanques de 190 litros.

Los mejores datos de crecimiento reportados corresponden a Teramoto y Kinoshita (1961) que en 6-7 días obtienen adultos apareándose, a una supervivencia de 50-60%.

Objetivos.

Considerando estos antecedentes, se propuso investigar los efectos de distintas concentraciones de varios alimentos sobre altas densidades de Artemia, como parte del curso de titulación "Cultivo de Artemia", ofrecido en Septiembre de 1986 en la Facultad de Ciencias Marinas.

El objetivo general del trabajo conjunto del curso fué:

Evaluar el efecto de distintas concentraciones de 2 alimentos (uno vivo y uno inerte) sobre crecimiento y supervivencia de Artemia, a 3 densidades de siembra: 3,000 ; 5,000 y 8,000 larvas/litro.

Siendo el objetivo particular del presente trabajo:

Evaluar el efecto de cuatro concentraciones de alimento (I. suecica.) sobre crecimiento y supervivencia de Artemia a una densidad larval de 3,000 organismos/lit.

2.- MATERIALES Y METODOS

2.1 Parámetros de eclosión

Se utilizaron quistes de dos variedades de Artemia, unos provenientes de la Bahía de San Francisco, California, E.U.A. (marca comercial San Francisco Bay Brand, enlatadas al vacío) y otros de Yavaros, Sonora (sin marca, sin enlatar), en una serie de experimentos preliminares diseñados para conocer sus características de eclosión respectivas, mismas que permitieron elegir la variedad más adecuada para el experimento de cultivo.

Se determinaron las siguientes características de calidad de quistes: Tasa de eclosión (Vanhaecke y Sorgeloos, 1982), Porcentaje de eclosión (Bruggeman et al., 1980) y Eficiencia de eclosión (Sorgeloos et al. 1978), para los quistes de ambas variedades.

Tasa de eclosión

Se incubaron 200 mg de quistes de cada variedad en 1 l de agua de mar filtrada y esterilizada con luz ultravioleta a 28°C y 34-35 ppm de salinidad, bajo aireación continua e iluminación constante por 72 horas. Se tomaron 7 muestras de 1 ml cada hora, a fin de contar el número de nauplios eclosionados. En ambas variedades se tomaron 60 series de muestras. Fué evaluado el lapso de tiempo en horas desde la incubación de los quistes hasta la aparición del primer nauplio (=T₀) y el momento al cual se alcanzó el 90% de eficiencia de eclosión (=T₉₀).

Porcentaje de eclosión

Se colocaron 100 quistes de cada localidad en 50 ml de agua de mar filtrada y esterilizada con luz ultravioleta (35ppm de salinidad, y temperatura de 25oC) en matraces Erlenmeyer con tapón y bajo agitación constante. Al cabo de 48 horas, se fijaron con formol al 4% para hacer un conteo total de los nauplios eclosionados.

Eficiencia de Eclosión

Para evaluar la eficiencia de eclosión, se inocularon 50 mg de quistes de cada localidad en 50 ml de agua de mar (filtrada y esterilizada con luz ultravioleta) a 25oC y 35ppm de salinidad en tubos de ensaye cerrados, en agitación constante y por duplicado. Pasadas 48 horas, se adicionaron 10 ml de formol al 4% y se contaron los nauplios eclosionados, con alícuotas de 2ml para cada tubo. Se determinó el número de nauplios eclosionados por gramo de quistes, y los gramos de producto necesarios para eclosionar un millón de nauplios.

2.2 Cultivo de Artemia

Para este experimento se emplearon quistes de Yavaros, Sonora, que sin ser descapsulados, fueron puestos a eclosionar en un garrafón de plástico de 20 l, utilizando agua de mar esterilizada con luz ultravioleta, a 28oC , 35 ppm de salinidad y burbujeo constante.

Se colocó una densidad inicial 3000 larvas/l, de aproximadamente 48 horas de edad, en 9 frascos de cristal de 1 litro (botellas de suero

invertidas, cortadas en su base; fig. 1a). Se les aplicó burbujeo suave desde su parte inferior, colocándolas en baño maria, en un tanque con agua recirculante (fig. 1b) a fin de mantener una temperatura de $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

El alimento fué provisto por el Instituto de Investigaciones Oceanológicas (I.I.O.) de la U.A.B.C., empleándose cuatro concentraciones de Tetraselmis suecica: (10,000 ; 60,000 ; 150,000 y 200,000 células/ml) con 1 réplica, manteniendo un control sin alimento a fin de simular condiciones de inanición. Se suministró alimento cada 24 horas por un período de cultivo de 12 días, empleándose una cámara Neubauer de 0.1mm de profundidad para los conteos respectivos de microalgas, siguiendo la metodología utilizada por Matthiesen y Torner (1966), la cual a su vez emplea el I.I.O.

A fin de conocer la composición del alimento, se hizo un análisis proximal de T. suecica en los laboratorios de Pesquera Zapata, S.A. de C.V.

Durante los doce días que duró el experimento, cada 24 horas se tomaron muestras de las botellas a fin de realizar conteos de las microalgas remanentes (= alimento no consumido). Posteriormente se agregaba la cantidad de microalgas necesaria para mantener constantes las concentraciones de alimento.

El crecimiento fué determinado extrayendo 7 organismos por botella los días -1, 4, 6, 8, 10 y 12 del experimento; tificándose con solución

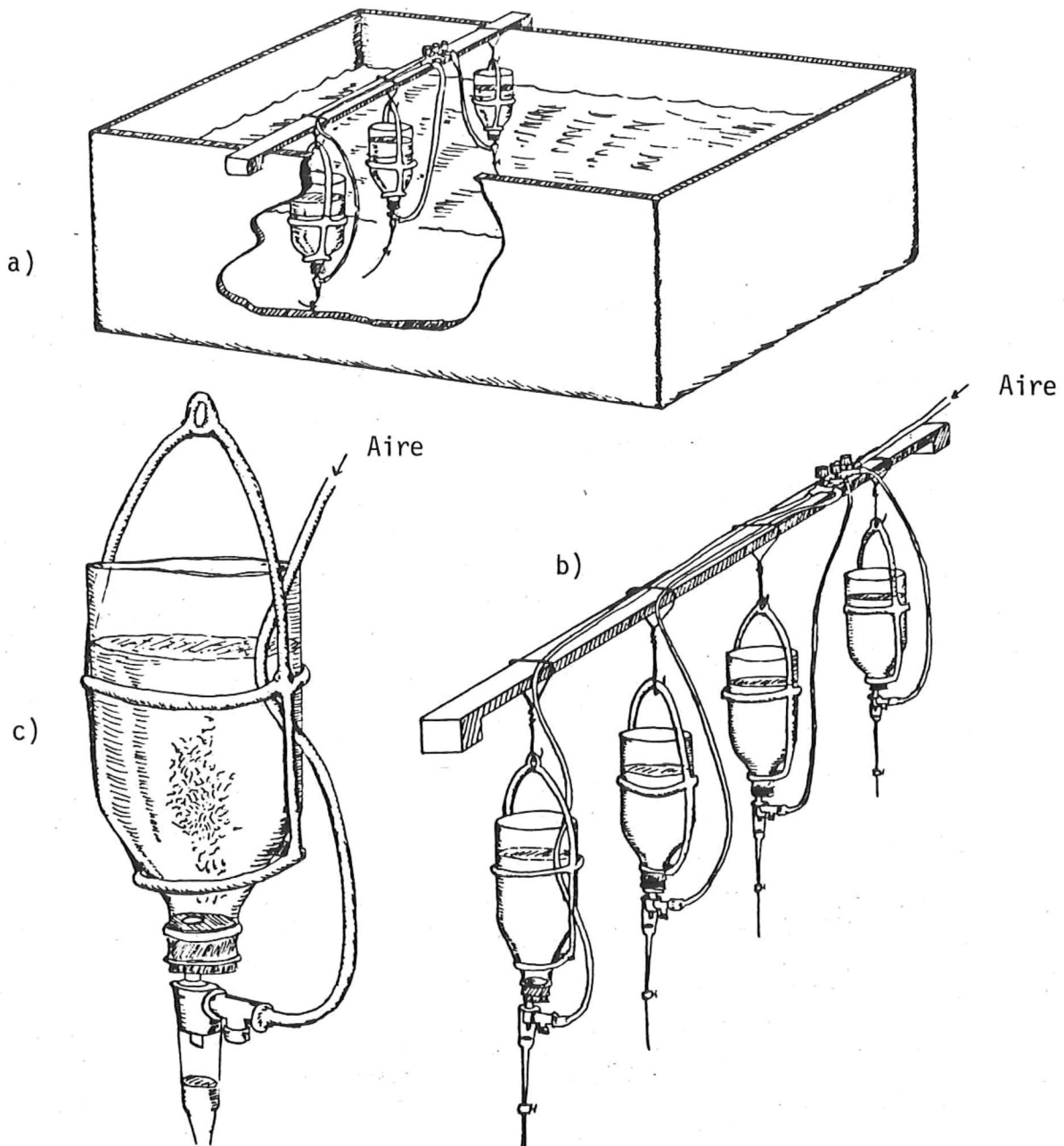


FIGURA 1. Sistema de cultivo.

- a) Tanque de baño maría.
- b) Botella en sistema de aireación.
- c) Detalle de las botellas.

Lugol para una mejor observación, midiendo bajo lupa con respecto a cuadrilla milimétrica, aproximando hasta 0.25 de mm.

Para conocer la supervivencia, se tomaron 10 alícuotas de 2 ml de cada botella los días 2, 5, 8, 11 y 12 del experimento, con pipetas automáticas. La botella de control fué monitoreada los días 1,4,5 y 6.

Además se hizo una evaluación del alimento disponible a las larvas, dividiendo la concentración suministrada entre el número de organismos supervivientes en cada botella, a medida que progresaba el cultivo.

Cada 72 horas, durante el desarrollo del experimento, se efectuaron recambios totales de agua en los frascos, por medio de una pequeña manguera a manera de sifón, tamizando con malla de 60 micras. El agua fué repuesta inmediatamente después, al igual que las concentraciones de microalgas.

Los datos de crecimiento fueron ajustados a una curva, de la forma:

$$Y = a e^{bx} \quad (1)$$

donde Y: variable dependiente, longitud de los organismos(en mm)

a: intercepto en eje de las Y

b: pendiente = tasa instantánea de crecimiento

x: tiempo, como variable independiente (en días)

por presentar valores de correlación mayores que los ajustes a una ecuación de recta ($y=a+bx$).

Para comparaciones entre las curvas originales y réplicas, se empleó un Análisis de Covarianza (ANCOVA), por permitir éste método la

comparación de rectas, necesitando las curvas obtenidas con (1) una transformación a logaritmo natural para linealizarse. De este modo, las ecuaciones de las curvas de crecimiento siguieron la forma:

$$\ln Y = \ln a + b X \quad (2)$$

Posteriormente se hicieron comparaciones entre originales y réplicas utilizando el procedimiento Student-Newman-Keuls (S.N.K.) para comparar las pendientes.

3. RESULTADOS

3.1 Parámetros de eclosión

Los parámetros de calidad de eclosión revelan diferencias entre los quistes provenientes de Yavaros, Sonora y los de la Bahía de San Francisco, California, y sus resultados se expresan gráficamente en el Anexo I.

TASA DE ECLOSION.-El "T₀" observado para las muestras de Yavaros fué 13 horas menor que para la de San Francisco que fue de 26 horas; sin embargo los "T₉₀" fueron parecidos (61 y 59 horas respectivamente) mostrando solo 2 horas de diferencia.

PORCENTAJE DE ECLOSION.- Los quistes de Yavaros lograron un incremento superior al 150% con respecto a la variedad de San Francisco, siendo de 15.5% para éstos y 43% para aquéllos; esto significa que se tuvo una eclosión de nauplios mayor del doble con los quistes de Yavaros que con los de San Francisco.

EFICIENCIA DE ECLOSION.- La variedad de Yavaros mostró ser de 1.95 a 2.32 veces mayor que la de San Francisco, observando valores de 38,280 y 40,720 nauplios/gramo para éstos, contra 76,760 y 89,000 para la variedad de Yavaros; de la misma manera se requiere 51% más producto de San Francisco que de Yavaros para obtener un millón de nauplios.

3.2 Crecimiento y Supervivencia.

Los resultados finales de crecimiento y supervivencia se resumen en la tabla I, pudiéndose observar que ambas aumentaron a medida que se suministraba más alimento. Para la dieta de 200,000 cel/ml se obtuvieron los más altos valores, si bien fué mínima la supervivencia de la réplica.

TABLA I. Resultado final de crecimiento y supervivencia para las 4 concentraciones de alimento, con intervalo de confianza de 95%. Or= Original; Re= Réplica.

CONCENTRACION DE ALIMENTO (cel/ml)	LONGITUD FINAL (mm)	SUPERVIVENCIA FINAL	
		(No. organismos)	(%)
10,000 Or	1.86 + 0.27	500 + 315	16 + 11
	2.04 + 0.42	1000 + 508	33 + 17
60,000 Or	2.54 + 0.29	1800 + 400	60 + 13
	2.18 + 0.1	1750 + 365	58 + 12
150,000 Or	3.36 + 0.32	2050 + 515	68 + 17
	2.89 + 0.32	2150 + 422	72 + 14
200,000 Or	3.79 + 0.23	2350 + 422	78 + 14
	6.71 + 0.58	200 + 236	7 + 8

Crecimiento

La figura 2 muestra el crecimiento correspondiente a las botellas que recibieron 10,000 cél/ml notándose en los primeros 8 días un escaso crecimiento logrando una longitud promedio de 1.24 y 1.29 mm en original y réplica, comportándose ambas curvas de forma muy similar. A partir del

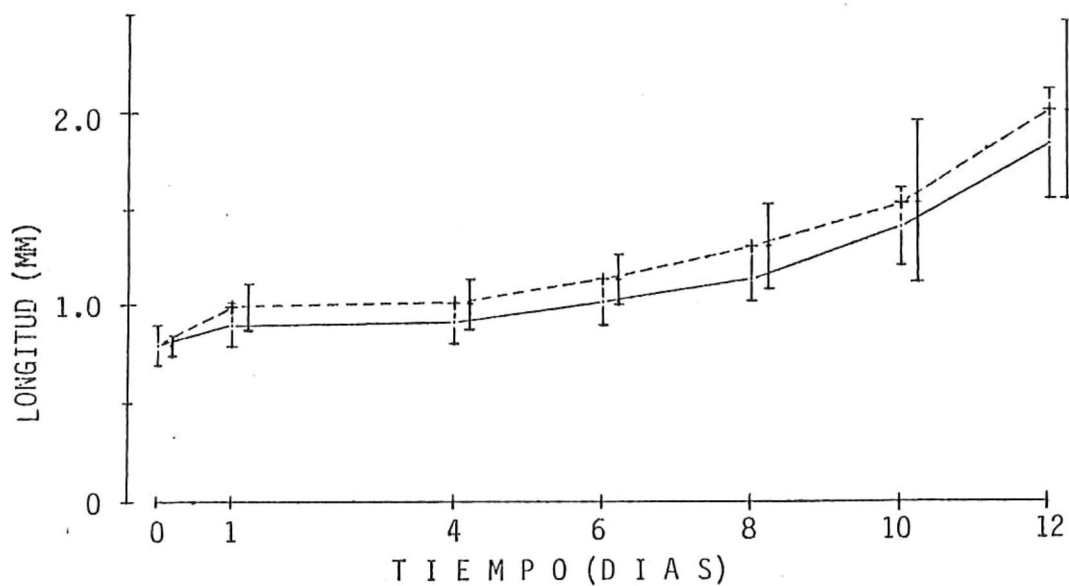


FIGURA No. 2. Longitud (en mm) de Artemia respecto al tiempo (días), alimentada con T. suecica en concentración de 10,000 células/ml. (—) original; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

octavo día se acentúa el crecimiento, logrando un tamaño final de 1.86 y 2.04mm.

Para la dieta de 60,000 cel/ml, la figura 3 muestra el crecimiento obtenido. Los primeros 6 días las curvas presentan pendiente suave, tanto en original como réplica, logrando un crecimiento 1.68 y 1.75mm respectivamente, notándose un cambio en la inclinación de la curva original a partir del 6o. día, sin presentar cambios bruscos la curva de réplicas. Del 6o. al 12avo. día el crecimiento fué similar para el original, incrementando la talla en 0.86mm, mientras la réplica logró un incremento de 0.43 mm. El incremento de longitud a partir de la talla inicial fué de 1.74 mm y de 1.38 mm en original y réplica, respectivamente, siendo las tallas finales 2.54 mm. para el original y 2.18 mm para la réplica.

La figura 4 muestra el crecimiento logrado con la dieta de 150,000 células/ml. Se apreció un crecimiento notable en los primeros 4 días, incrementando la talla en 1.35 y 0.75mm respectivamente. Del 4o. al 8avo. día se suavizó la pendiente de las curvas, notándose para el período del 8avo a 12avo. día un nuevo aumento en la inclinación de las curvas, logrando un incremento en talla de 0.54mm en este período la original, y de 0.78mm la réplica. La longitud final alcanzó 3.36 y 2.89 mm. para original y réplica.

La figura 5 muestra el crecimiento obtenido con dieta de 200,000 células/ml. Esta gráfica muestra tendencias muy distintas entre original y réplica.

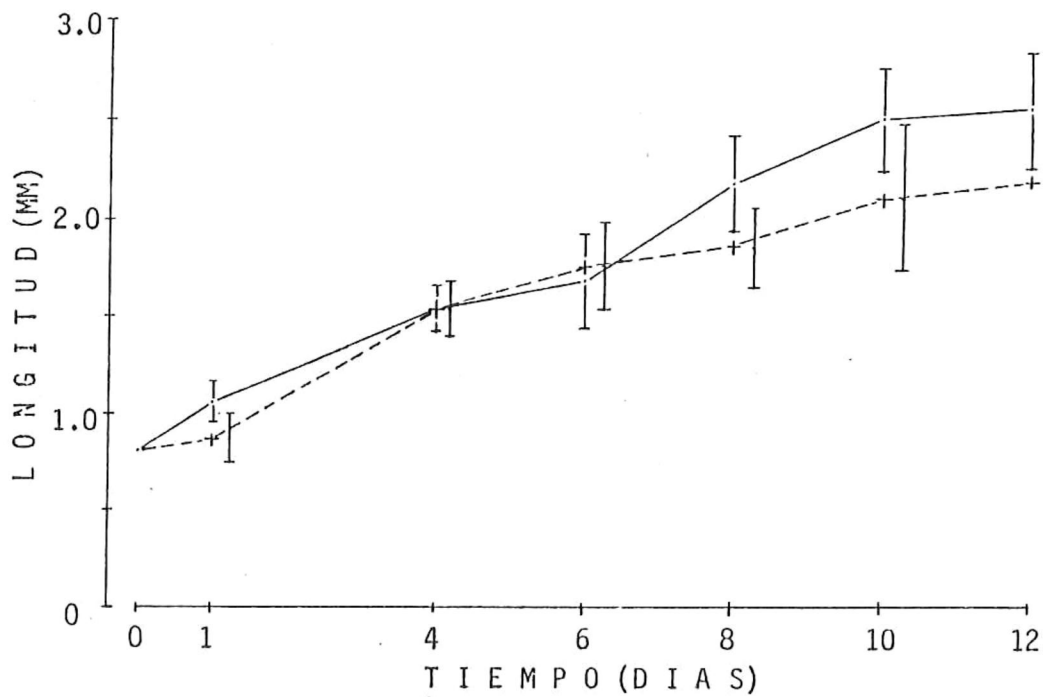


FIGURA No. 3. Longitud (en mm) de *Artemia* respecto al tiempo (días), alimentada con *T. suecica* en concentración de 60,000 células/ml. (—) original; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

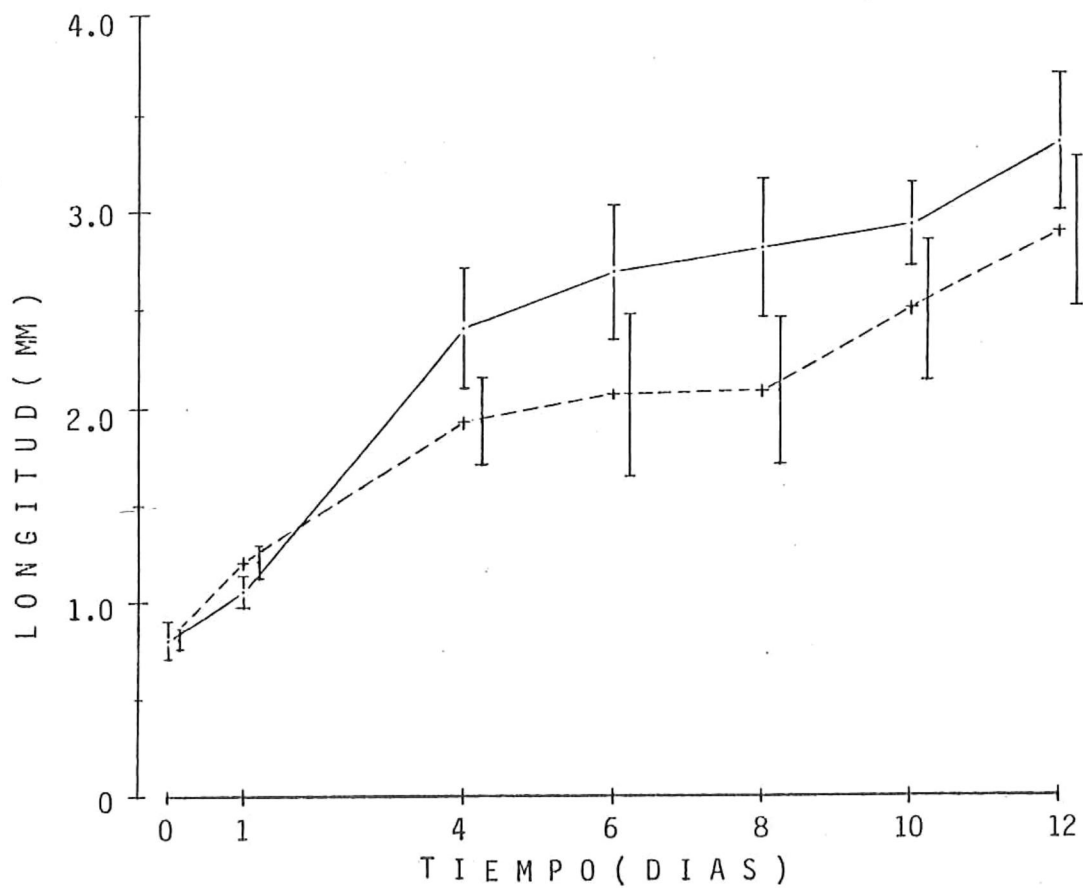


FIGURA No. 4. Longitud (en mm) de *Artemia* respecto al tiempo(días) alimentada con *T. suecica* en concentración de 150,000 células/ml . (—) original; (- - -) réplica . La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

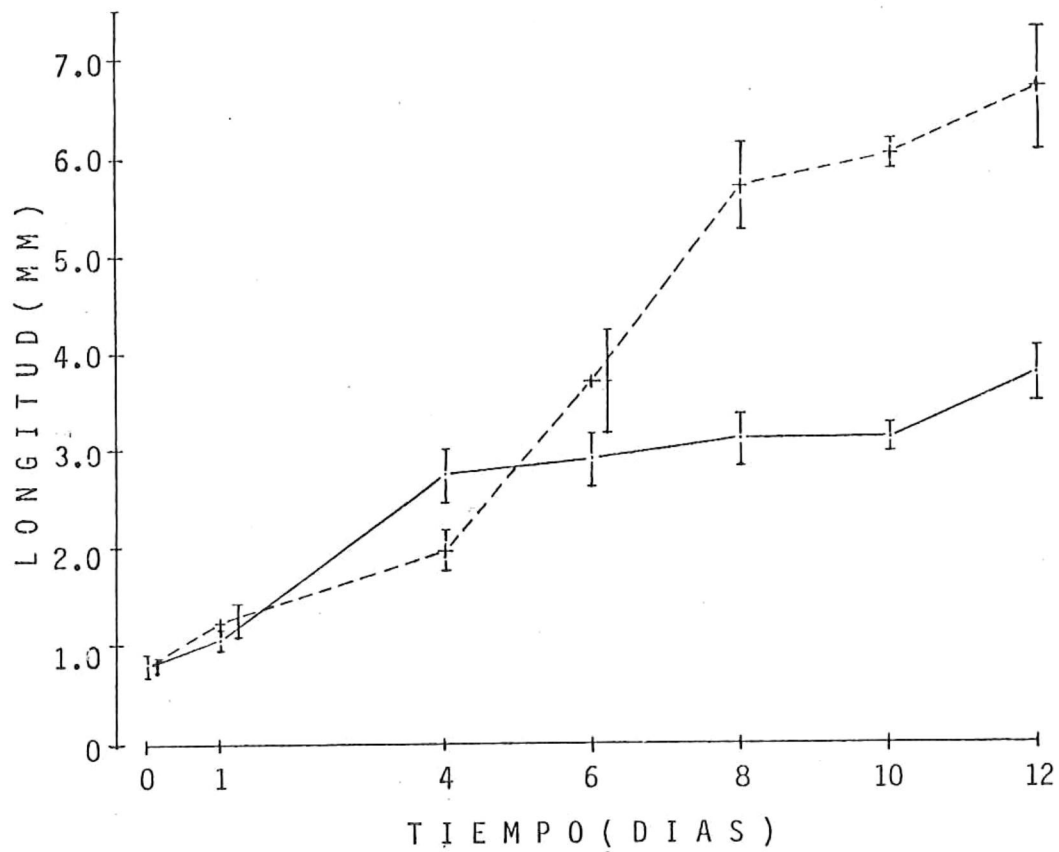


FIGURA No. 5. Longitud (en mm) de Artemia respecto al tiempo (días) alimentada con T. suecica en concentración de 200,000 células/ml . (—) original; (----) réplica . La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

En original, los primeros 4 días se establece un crecimiento pronunciado, logrando un incremento de talla de 1.95mm. En los siguientes 6 días se aprecia un menor crecimiento, logrando un incremento de solo 0.36mm en ese tiempo. Del día 10 al 12 se incrementa la talla 0.68 mm. El crecimiento total fué de 3.79 mm. ocurriendo el mayor crecimiento en los primeros 4 días.

En la réplica se observa una mayor rapidez de crecimiento para los 12 días, logrando un incremento de talla de 1.16 mm en los primeros 4 días. En los 4 días siguientes aumentó la tasa de crecimiento, logrando un incremento de talla de 3.75mm. Para los últimos 4 días, el crecimiento es menor, logrando un incremento de 1.0 mm en este período, y una talla final de 6.71 mm., ocurriendo el mayor crecimiento en los días 4 a 8.

Análisis estadístico.

El análisis de covarianza (ANCOVA) de las curvas de crecimiento indicó diferencias entre las originales de los diferentes tratamientos, siendo significativamente diferente ($\alpha=0.05$) la pendiente de la curva de 10,000 cel/ml de las del resto del grupo, como lo muestra la tabla IIa.

Para las curvas de las réplicas, el ANCOVA indica diferencias significativas ($\alpha=0.05$) entre la pendiente de 200,000 cel/ml y las pendientes del resto del grupo (tabla IIb).

TABLA II. Ecuaciones de las curvas de crecimiento ajustadas, y significancia del ANCOVA
A= originales; B= réplicas.

A).

DENSIDAD DE ALIMENTO	ECUACION	SIGNIFICANCIA
10,000 cel/ml.	$\ln Y = 0.029X - 0.136$	S
60,000 cel/ml.	$\ln Y = 0.042X - 0.034$	NS
150,000 cel/ml.	$\ln Y = 0.049X + 0.02$	NS
200,000 cel/ml.	$\ln Y = 0.053X + 0.031$	NS

B).

DENSIDAD DE ALIMENTO	ECUACION	SIGNIFICANCIA
10,000 cel/ml	$\ln Y = 0.029X - 0.089$	NS
60,000 cel/ml	$\ln Y = 0.038X - 0.051$	NS
150,000 cel/ml	$\ln Y = 0.040X + 0.019$	NS
200,000 cel/ml	$\ln Y = 0.080X - 0.008$	S

Supervivencia.

Los valores de supervivencia final se encuentran en la tabla I, haciendose notar que en todas las curvas fué eliminado el día 5, por estimar la supervivencia en valores superiores a los obtenidos para el día 2.

La figura 6 muestra el porcentaje de supervivencia obtenido para la dieta de 10,000 células/ml. La curva original presenta un descenso fuerte en los primeros dos días, llegando a un nivel de 70%, seguido de una disminución en esa tendencia hacia el día 8, en que se llegó a tener un 25%. Al día 11 se tuvo una supervivencia de 18.5%, y un valor final de 16%. La curva réplica mostró valores más altos que la original. En los primeros 2 días la supervivencia decayó a un valor de 84%, seguido de un cambio en la pendiente de la curva, llegando a un valor de 45% en el 8avo. día. La supervivencia final fué de 33% al deceavo día.

El porcentaje de supervivencia obtenido con la dieta de 60,000 cel/ml se muestra en la figura 7, notándose mucha similitud entre el comportamiento de las curvas original y réplica. Ambas mostraron un descenso fuerte en los primeros dos días, a niveles de 80.5% y 76.05% respectivamente. Se vió una disminución en la pendiente de las curvas hacia el 8avo día (siendo la supervivencia de 63.5 y 70% respectivamente), mostrando un decremento pequeño en la supervivencia al día 12, logrando valores finales de 60% y 58% para original y réplica.

Para la dieta de 150,000 cel/ml, la figura 8 muestra los valores de supervivencia. En la curva original se notó un decremento en los primeros 2 días disminuyendo a 87%; se atenuó esta tendencia en la curva hacia el día 8, llegando a un valor de 76%; alcanzando 71% en los últimos 3 días y un valor final de 68%. Para la curva réplica, los valores obtenidos fueron de 90% al segundo día, 80% para el día 8 en que suavizó

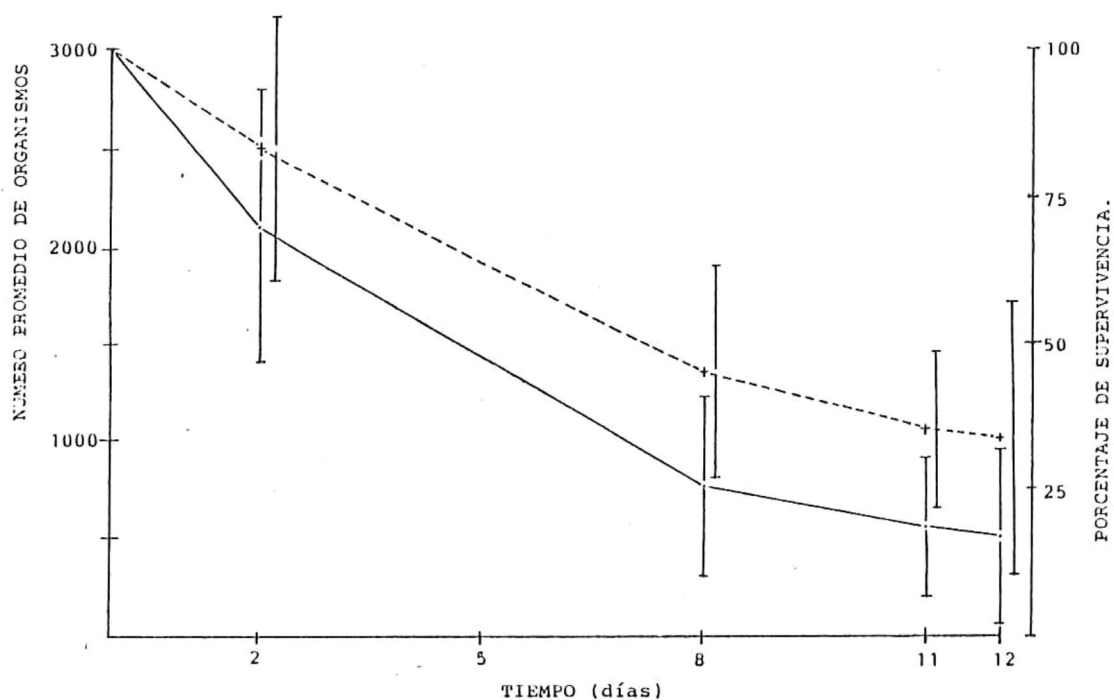


FIGURA No. 6 . Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con *T. suecica* en concentración de 10,000 células/ml . El eje de la derecha expresa la supervivencia como porcentaje del número inicial. (—) = original; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

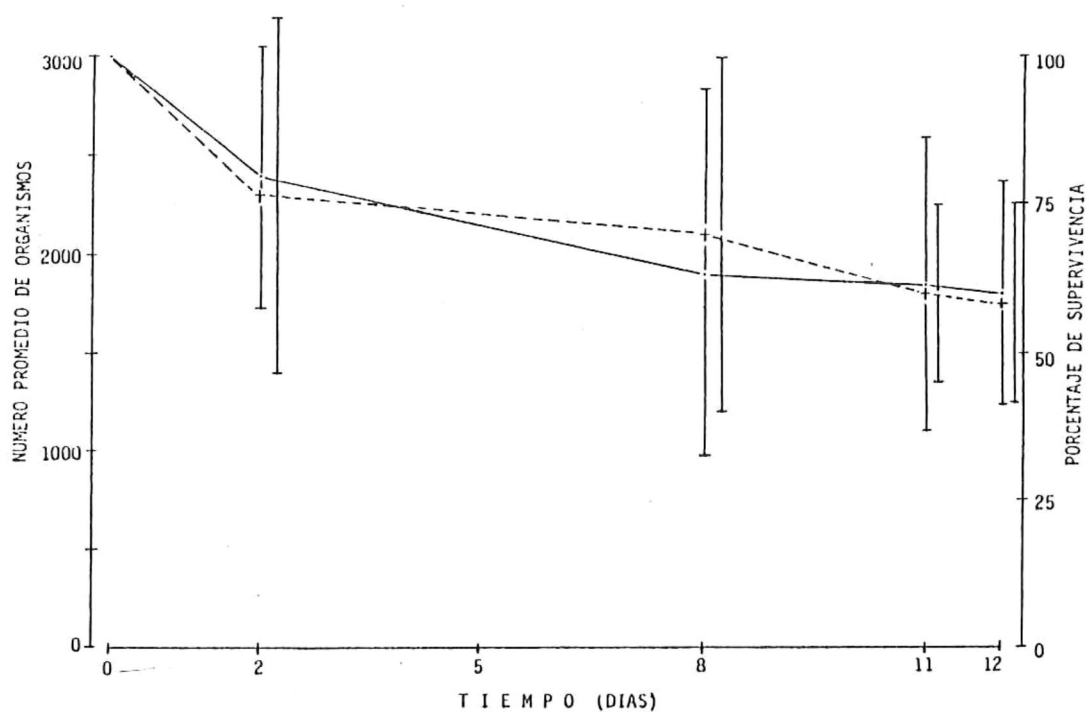


FIGURA No.7. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con *T. suecica* en concentración de 60,000 células/ml. El eje de la derecha expresa la supervivencia como porcentaje del número inicial. (—) original; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales sobre el punto promedio para el original y ligeramente a la derecha para la réplica.

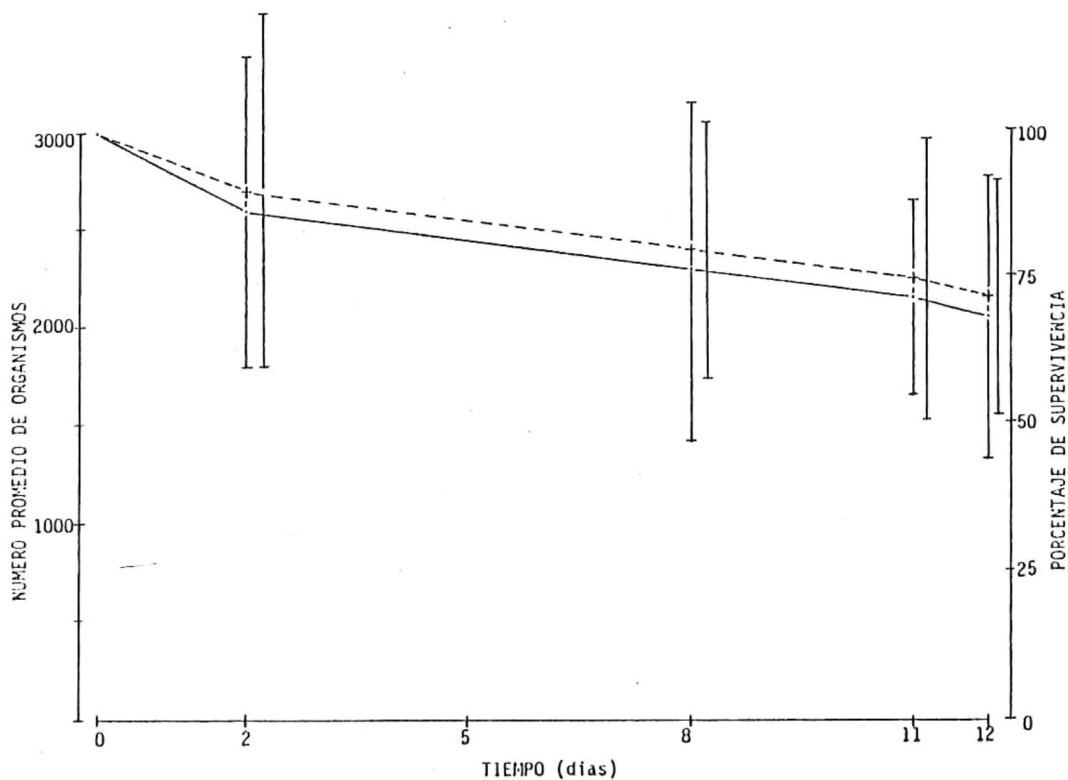


FIGURA No. 8. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con *T. suecica* en concentración de 150,000 células/ml. El eje de la derecha expresa la supervivencia como porcentaje del número inicial. (—) original ; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha para la réplica.

su pendiente, llegando a un valor de 75% en el día 11, y un valor final de 72% al día 12.

La figura 9 muestra el porcentaje de supervivencia obtenido con la dieta de 200,000 células/ml. Existe una gran disparidad entre las tendencias de las curvas de original y réplicas. La curva del original tiende a mantenerse en porcentajes de supervivencia elevados (93, 88, 81 y 78%) en los 12 días, mientras la curva de réplica cae notablemente: al día 2 hasta un 40%, a 20% para el día 8 y a un valor final de 6.6% de supervivencia. El comportamiento de esta curva fué único en el experimento.

La botella de control presentó los siguientes valores de supervivencia, como se vé en la figura 10: 97% al día 1, 25% al día 4 y 17% al día 5, durante la población hasta el día 6. Las 4 concentraciones de alimento presentaron supervivencias mayores al control, salvo la réplica de 200,000 cel/ml, que mostró cierta similitud en los primeros días del experimento, por lo tanto se asume que a esas concentraciones no tuvieron condición de inanición que propiciara mortalidad.

En todas las botellas se notó un decremento en la densidad larval ocurrido en los primeros días, que por no guardar relación clara con la curva de control, sugiere la acción de un factor no evaluado en el experimento. Posteriormente, la supervivencia tendió a estabilizarse con el tiempo, indicando menor influencia de un efecto limitante a la supervivencia de las larvas.

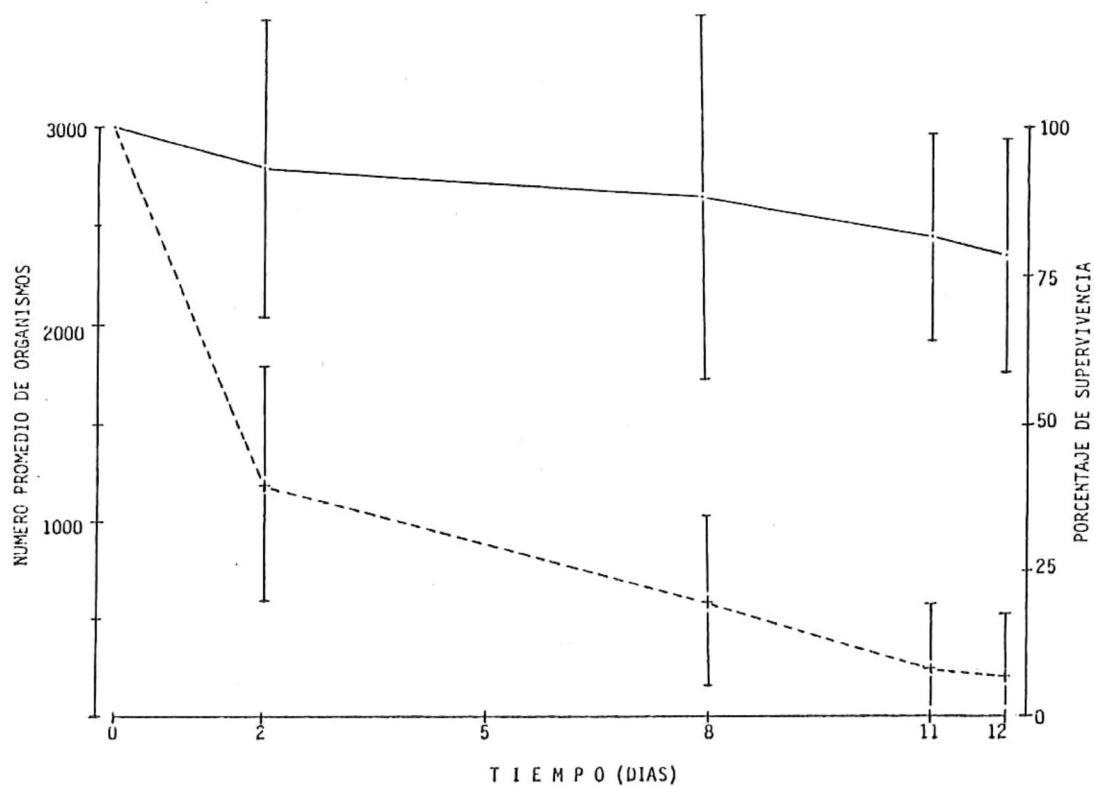


FIGURA No. 9. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Alimentados con *T. suecica* en concentración de 200,000 células/ml. El eje de la derecha expresa la supervivencia como porcentaje del número inicial. (—) original; (----) réplica. La desviación Standard se expresa en barras verticales, sobre el punto promedio para el original, y ligeramente a la derecha, para la réplica.

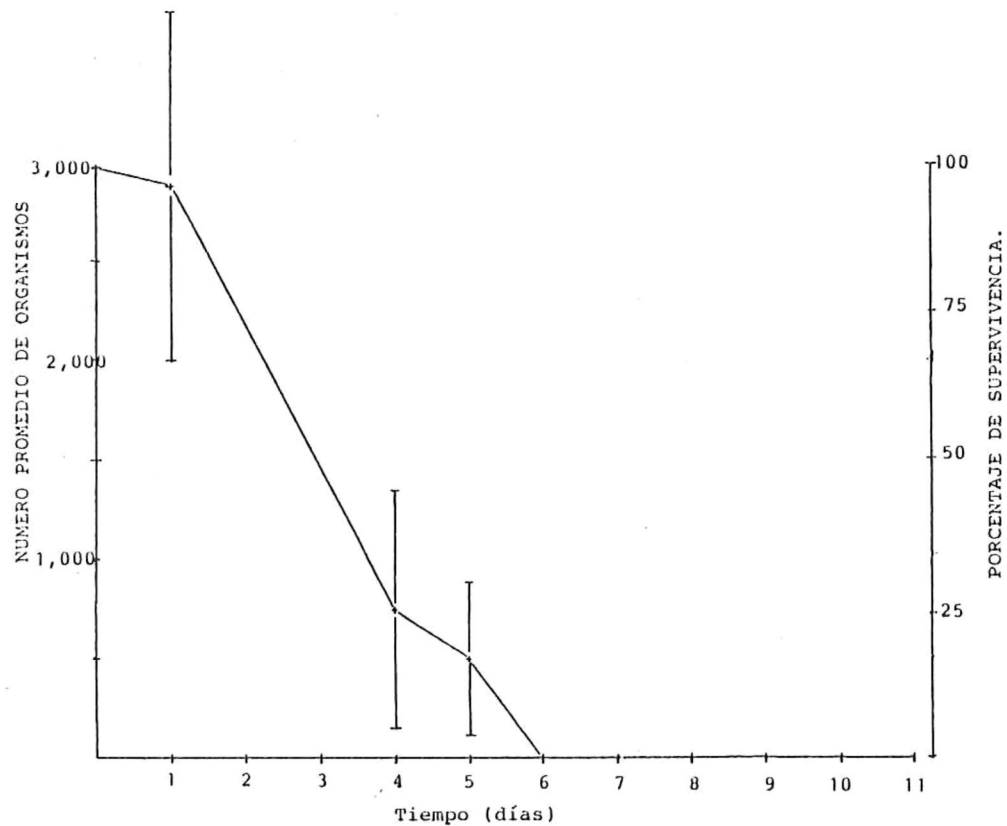


FIGURA No. 10. Número de organismos supervivientes respecto al tiempo (días). Control sin alimento. El eje de la derecha expresa la supervivencia como porcentaje del número inicial.

En términos generales, en todas las curvas se pudo distinguir algún momento en que la tasa de crecimiento aumentó de manera substancial; este aumento pareció coincidir con descensos en la población, y por lo tanto con mayor disponibilidad de alimento.

Los valores de la concentración de alimento disponible por larva se resumen en la tabla III. Puede verse que éstos aumentaron a medida que progresaba el experimento (un efecto de la disminución de población con el tiempo) siendo siempre mayores para los tratamientos de 150,000 y 200,000 cel/ml. La curva réplica de 200,000 cel/ml mostró valores muy altos, resultado de una alta mortalidad en los primeros días del experimento.

TABLA III. Disponibilidad de alimento para cada tratamiento
(células X 1000/larva/24 horas).
Or= Original; Re= Réplica.

TRATAMIENTO (CEL/ML)		DIAS DEL EXPERIMENTO			
		2	8	11	12
10,000	Or	4.0	13.3	18.2	20
	Re	4.8	7.4	9.5	10
60,000	Or	25	31.6	32.4	33.3
	Re	26	28.5	33.3	34.3
150,000	Or	57.7	62.5	70	73.2
	Re	57.7	60.0	68	69.7
200,000	Or	71.4	74	83.3	85
	Re	166	333	800	1000

Se vió además que la demanda de alimento aumentó con el tiempo (ver Anexo II) puesto que para los últimos días del cultivo, rara vez hubo un excedente. En la generalidad de los casos, el alimento suministrado fué consumido en su totalidad, quizás a las pocas horas; existiendo entonces la posibilidad que Artenia estuviera limitada, si bien no pudo determinarse la duración de ésta condición. Esta limitación fué disminuyendo con el tiempo, al haber más alimento disponible por larva.

La tabla IV presenta el resultado del análisis proximal de I. suecica dejando ver que esencialmente es una microalga rica en proteína y baja en carbohidratos.

TABLA IV. Resultados del análisis proximal (base seca) del alimento utilizado en el experimento (I. suecica).

	PROTEINA	GRASA	CENIZAS	CARBOHIDRATOS
<u>I. suecica</u>	73.9%	2.0%	9.2%	14.9%

4. DISCUSIONES

4.1 Calidad de Eclósión

Los valores de los parámetros de calidad de eclósión obtenidos para las muestras de quistes de San Francisco resultan mucho menores de lo reportado por Vanhaecke y Sorgeloos (1983), lo cual podría deberse a la variación natural entre lotes anuales de la misma localidad. Se sabe que pueden presentar variación en los valores de eficiencia y tasa de eclósión, debidos a diferencias en los métodos de colecta, procesado y almacenaje, como indican Sorgelos et al.(1977) y Vanhaecke y Sorgeloos (1982).

Para la variedad de Yavaros no se conocen datos de calidad de eclósión reportados con anterioridad, sin embargo las diferencias observadas con respecto a los quistes de San Francisco podrían deberse a que son provenientes de distintas localidades, con diferentes características climáticas que podrían originar especiación influenciada por el medio ambiente, como indican Persoone y Sorgeloos (1980).

4.2 Crecimiento y Supervivencia

El diseño del experimento permite comparar dos concentraciones altas de alimento, y dos bajas, pudiéndose esperar tallas y supervivencias finales comparables dentro de cada grupo, así como diferencias entre ellos.

Las concentraciones bajas presentaron crecimientos comparables, mas no así las supervivencias, teniendo el tratamiento de 60,000 cel/ml más del doble de supervivencia que el de 10,000 cel/ml. Los valores de la tabla III indican que el crecimiento fué limitado seguramente por la cantidad de alimento, haciéndose hincapié en que en los últimos dos días del experimento, los organismos de las botellas que recibieron 10,000 cel/ml mostraron señas de incrementar su tasa de crecimiento.

Esto es importante porque sugiere ahí la presencia de una mínima cantidad de alimento por larva (en número de células), lo cual es confirmado para las botellas que recibieron 60,000 cel/ml; éstas contaron siempre con valores por encima de este valor mínimo, resultando en un mayor crecimiento, si bien no es muy grande la supervivencia observada.

Esta cantidad mínima de alimento fué aproximadamente 7,000 cel/larva que parecería no coincidir con el valor reportado por Tobias et al. (1979) de 4,600 cel/larva/ml; sin embargo debe considerarse que ese valor fué obtenido con una microalga de mayor tamaño (casi el doble) que I. suecica. Sorgeloos et al. (1983) indican que estos valores son específicos para cada especie de microalga, y podría esperarse que un valor mínimo para I. suecica fuera diferente, e incluso mayor.

Las concentraciones altas (150,000 y 200,000 cel/ml) presentaron crecimientos y supervivencias finales parecidos (sin considerar la curva réplica de 200,000 cel/ml), debiéndose notar que dispusieron de cantidades de alimento siempre superiores al mínimo, en un rango de 57,000 a 85,000 cel/larva/día, valores similares a los reportados como

efectores de buen crecimiento y supervivencia en cultivos de alta densidad (Tobias et al., 1979; Sorgeloos 1973; Moffet y Fisher 1978; Landau et al. 1985).

La mortalidad observada en la réplica del tratamiento de 200,000 cel/ml es difícil de explicar en función de un solo factor; y debido a que sólo se presentó para esta botella, indica que pudo haberse producido por algún accidente durante el manejo de esta botella en los primeros días del experimento, posiblemente por error de manejo. Sin embargo, aporta mucha información, pudiendo notarse lo siguiente:

1. en ella se tuvo siempre gran cantidad de alimento por larva, que permitió a los organismos alcanzar las mayores tallas del experimento indicando que para este caso el alimento nunca fué un limitante al crecimiento. Inclusive en los últimos días del experimento, éstos organismos continuaron creciendo y agotando el alimento suministrado.
2. la cantidad de alimento disponible fué mayor que la tasa máxima de ingestión citada en Castro y Gallardo (1985) y reportada por Moffet y Fisher (1978) y Reeve (1963a), que sería suficiente para producir una condición similar a la inanición. Sin embargo, no se observaron efectos que indicaran un exceso de alimento, como podría ser la falta de crecimiento.
3. se observó gran cantidad de heces fecales en los últimos días de cultivo para esta botella, considerando posible que los organismos hayan ingerido alimento sin asimilarlo, produciendo cordones de heces, y con ello excluyéndolo del medio, como sugiere Anat (1985); dicha exclusión reduciría la concentración de microalgas hasta

alcanzar niveles apropiados para su asimilación, permitiendo crecimiento.

4. ofrece la posibilidad de ver el crecimiento de Artemia con mayor cantidad de alimento por larva, obteniéndose resultados similares a los reportados por Sorgeloos (1973) para 8 días y por Tobias et al. (1979) para 14 días.

La marcada mortalidad presentada para todas las botellas en los primeros dos días del experimento pudo ser debida a varios factores, siendo los más importantes:

- fué una alta densidad inicial para un sistema cerrado. Sorgeloos en 1973, considera cultivos de 1-2 larvas/ml como cultivos de alta densidad.
- el alimento no fué el mas adecuado para las larvas en ese estadio de desarrollo. Von Mentig (1971) reporta que los carbohidratos son fuente esencial de energía para los primeros estadios de Artemia, y el análisis proximal indica que L. suecica es rica en proteínas y pobre en carbohidratos.
- se hizo una manipulación inadecuada de las botellas al momento de inoculación y muestreo para crecimiento y supervivencia, produciendo "stress" en los organismos.
- el ayuno prolongado que sufrieron los nauplios antes de ser inoculados a las botellas de cultivo (48 horas sin alimento), no les permitió una completa adaptación.

Es posible también que la acumulación de metabolitos haya alcanzado niveles de amoníaco que pudieran provocar intoxicación en los nauplios, debido a que el primer cambio de agua se efectuó al tercer día de iniciado el cultivo. Al respecto Moffet y Fisher (1978) mencionaron que los nauplios producen 1.3 veces más amoníaco que los adultos.

En todos los casos, la nivelación de supervivencia observada con el tiempo, indica que el alimento dejó de ser limitante a la supervivencia de las larvas en ese momento; coincidiendo con el logro de mayor alimento por individuo, un efecto de la densidad de organismos.

La botella de control no presentó mortalidad tan marcada los primeros dos días, muy posiblemente debido a que tuvo menos manejo que el resto de las botellas.

El presente experimento representa tan sólo una parte del crecimiento que puede lograr Artemia, pues las tallas mayores aún son más pequeñas que las reportadas por otros autores para cultivos de menor duración (Sorgeloos, 1973; Tobias et al., 1979; Teramoto y Kinoshita, 1961). Además, en 12 días no se llegó a obtener adultos reproductores, a pesar que las tallas mayores formaran parejas; al respecto, en Castro y Gallardo (1985) se menciona que Artemia puede aparearse y continuar mudando 2 o 3 veces más.

En relación a los otros experimentos realizados simultáneos al presente, debe mencionarse que el diseño global del experimento contemplaba un suministro de alimento en base a un volumen dado, en lugar

de basarlo en una densidad determinada de Artemia; esto produjo variaciones con el tiempo de la cantidad de alimento recibida por individuo, al ocurrir descensos en las poblaciones. Esto imposibilitó la comparación entre las densidades de siembra, puesto que variaban ambas: la densidad y el alimento. Las comparaciones entre estos trabajos deberán limitarse a ser apreciativas.

Los trabajos realizados con densidades de siembra de 5,000 y 8,000 larvas/litro (utilizando también I. suecica) obtuvieron tallas finales un poco mayores para los tratamientos de 10,000 y 60,000 cel/ml, pero con niveles de supervivencia 50% más bajos que los aquí reportados. Y para las concentraciones de alimento de 150,000 y 200,000 en esos trabajos se obtuvieron tallas finales menores a las aquí reportadas, y supervivencias similares. Los resultados finales de estos trabajos se incluyen en el Anexo III.

Se considera apropiado mencionar que otra serie de experimentos, realizados con alimento inerte (la macroalga rodofito Porphira perforata), lograron grandes crecimientos (8-9 mm) en pocos días de cultivo; sin embargo las supervivencias fueron mínimas, frecuentemente resultando en la muerte de todos los organismos antes de 12 días.

5. CONCLUSIONES

1. Durante el experimento, la mejor concentración de alimento probada para el mayor crecimiento y mayor supervivencia de Artemia, fué de 200,000 células/ml, para recipientes de cultivo de un litro y densidad de 3,000 larvas/l.
2. Los resultados más bajos encontrados, correspondieron a la dieta de 10,000 células/ml, para la misma densidad de organismos.
3. T. suecica resulta ser una microalga adecuada para cultivo de Artemia, principalmente durante los últimos estadios de desarrollo.
4. Artemia de Yavaros presentó mejores parámetros de calidad de eclosión que los de San Francisco, para éste lote.
5. La alta mortalidad inicial estuvo influenciada por el manejo inicial de la población; alto nivel de proteínas para los estadios tempranos de desarrollo, y concentración de metabolitos en el medio.

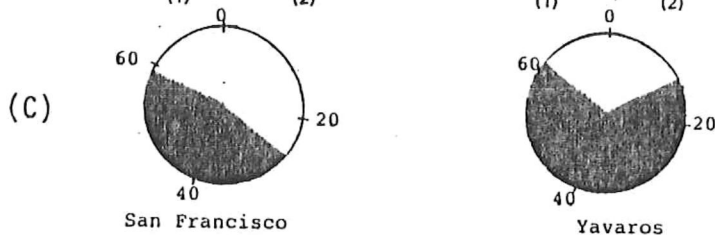
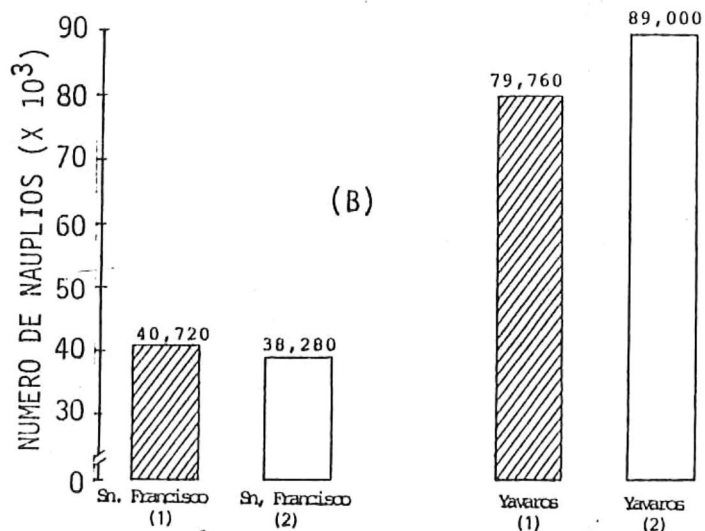
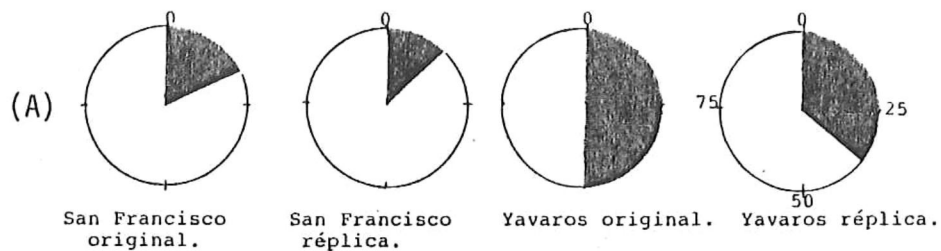
6. LITERATURA CITADA.

- Amat, F., 1985. Biología de Artemia.
INF. TECN. INST. INVEST. PESQUERAS :126-127
- Bainbridge R. 1957. The size, shape and density of marine phytoplankton concentrations.
J. MAR. BIOL. ASS. UK 31:495-508.
- Bossuyt E. P. y P. Sorgeloos. 1980. Technological aspects of the batch culturing of Artemia in high densities. p. 133 - 152 en The Brine Shrimp Artemia. Vol 3 Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (Eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium. 456 pp.
- Braun J. G. 1980. The feeding of Artemia on Phaeodactylum tricornutum. p. 197-208 en: The Brine Shrimp Artemia 1980 Vol.2: Physiology, Biochemistry, Molecular Biology. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers (Eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium. 664 pp.
- Bruggeman E., P. Sorgeloos y P. Vanhaecke, 1980. Improvements in the decapsulation technique of Artemia cysts. p. 261 - 269 en The Brine Shrimp Artemia. Vol 3: Ecology, Culturing, Use in aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels and E. Jaspers. Universa Press, Wetteren Belgium. 456 pp.
- Castro T. y C. Gallardo. 1985. (Compiladores). Artemia sp. en investigación y docencia.
CUADERNOS CBS-2. UNIV. AUTON. METROPOLITANA - XOCHIMILCO.
- Claus C., F. Benijts y G. Vandeputte. 1979. The biochemical composition of two strains of Artemia salina (L.) reared on two different algal foods.
J. EXP. MAR. BIOL. ECOL. 36: 171 - 183.
- D'Agostino A. 1980. The vital requirements of Artemia: physiology and nutrition. p 56-82 en The brine shrimp Artemia, vol.2: Physiology, Biochemistry, Molecular Biology. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (Eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium. 664 pp.
- 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. p.165-174 en: The Brine Shrimp Artemia, vol 3: Ecology, Culturing, Use in Aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels y E. Jaspers (Eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium. 456 pp.

- Hanaoka, H. 1973. Cultivation of three species of pelagic microcrustacean plankton.
BULL. PLANKTON SOCIETY OF JAPAN, 20: 19-29.
- Hinchcliffe P. R. y J.P. Riley, 1972. The effect of diet on the component fatty acid composition of Artemia salina.
J. MAR BIOL. ASS. U.K. 52: 203-211.
- International Soil Science Society, 1980. Proceedings of the International Symposium on Salt Affected Soils. 18-21 February, 1980. Kamal (India), 569 pp.
- Johnson, D. A. 1980. Evaluation of various diets for optimal growth and survival of selected life stages of Artemia, p. 185-192 en The Brine Shrimp Artemia Vol. 3 Ecology, Culturing, Use in aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, E. Jaspers (Eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium, 456 pp.
- Landau M., G. Miyamoto y C. Bolis .1985. Growth and aminoacid composition of Artemia salina (L. 1758) fed algae grown in different media (Anostraca).
CRUSTACEANA 49 (3): 318 - 321.
- Mathiesen G.C. y R.C. Turner. 1966. Possible methods of improving the shellfish industry of Martha's Vineyard, Dube's County, Mass. Marine Research Foundation, Edgartown, Mass. (E.U.A.).138pp.
- Moffet E, y W.S. Fisher (1978).- Ammonia production rates of Artemia salina under various culture conditions.
JOURNAL FISH. RES. BOARD CAN., 35: 1643 - 1648.
- O'Sullivan D. 1986. W. A. Intensive Brine Shrimp Farms.
AUSTASIA AQUACULTURE MAGAZINE Vol. I (2): 9 - 11.
- Person-Le Ruyet, J. 1976. Elevage larvaire d'Artemia salina (Branchiopode) sur nourriture inerte: Spirulina maxima (Cyanophyceae).
AQUACULTURE 8: 157-167.
- Persoone G., Sorgeloos P. 1980. General aspects of the ecology and biogeography of Artemia, en: The Brine Shrimp Artemia 1980. Vol. 3 Ecology, Culturing, Use in aquaculture. G. Persoone, P. Sorgeloos, O. Roels, and E. Jaspers. Universa Press, Wetteren Belgium, 456 p.
- Provasoli L. y A. D'Agostino 1969. Development of artificial media for Artemia salina.
BIOL. BULL. 136: 434-453.
- Reeve, M.R. 1963a. Growth efficiency in Artemia under laboratory conditions. Biol. Bull 125: 133-145.

- Reeve, M.R. 1963b. The filter feeding of Artemia. I. In pure Cultures of plant cells. J. Exp. Biol. (1963), 40, 195-205.
- Sick L. V. 1976. Nutritional effect of five species of marine algae on the growth, development and survival of the brine shrimp Artemia salina. MAR. BIOL. 35: 69 - 78.
- Sorgeloos, P. 1973. High density culturing of the brine shrimp Artemia salina L. AQUACULTURE 1: 385 - 391.
- Sorgeloos P., 1974. The influence of algal food preparation on its nutritional efficiency for Artemia salina L. larvae. THALASSIA JUGOSLAVICA 10 (1/2) : 313-320.
- Sorgeloos P., 1983. Brine shrimp Artemia in coastal salt-works is inexpensive food source. AQUACULTURE MAGAZINE (NOV-DEC): 25-27.
- Sorgeloos P., M. Baeza-Mesa, F. Benijts y G. Persoone. 1975. Research on the culturing of the brine shrimp Artemia salina L. at the State University of Ghent (Belgium). 10th. European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium. Sept. 17-23, 1975. Vol 1: 473-495.
- Sorgeloos P., E. Bossuyt, E. Lavifa, M. Baeza-Mesa y G. Persoone, 1977. Decapsulation of Artemia cysts: a simple technique for the improvement of the use of brine shrimp in aquaculture. AQUACULTURE 12: 311-315.
- Sorgeloos P., G. Persoone, M. Baeza-Mesa, E. Bossuyt y E. Bruggeman. 1978. The use of Artemia cysts in aquaculture: the concept of "hatching efficiency" and description of a new method for cyst processing. J. WORLD MARICUL. SOC. 9: 715 - 721.
- Sorgeloos P., E. Bossuyt, P. Lavens, P. Léger, P. Vanhaecke, D. Verischele. 1973. The use of brine shrimp Artemia in crustacean hatcheries and nurseries. pp.71 a 96 en CRC Handbook of Mariculture. Vol I: Crustacean Aquaculture. J.P. McVey (ed.) CRC Press., Inc., Boca Raton, Florida (EUA).
- Teramoto K., S. Kinoshita, 1961. Some informations on the culture of Artemia. Bull. Japanese Soc. Sci. Fish. 27(8): 801-804. (En Japonés, Resumen en Inglés).

- Tobias W.J., P. Sorgeloos, E. Bossuyt y O. Roels. 1979. The technical feasibility of mass-cultures of Artemia salina in the St. Croix artificial upwelling mariculture system. PROC. WORLD MARICUL. SOC. 10: 203-214.
- Vanhaecke P. y P. Sorgeloos. 1982. International study on Artemia XVIII. The hatching rate of Artemia cysts - a comparative study. AQUACULTURE ENGINEERING 1: 263 - 273.
- Vanhaecke P., 1983. International study on Artemia XIX. Hatching data for ten commercial sources of brine shrimp cysts and re-evaluation of the "Hatching efficiency" concept. AQUACULTURE 30: 43-52.
- Van Hentig R., 1971. Influence of salinity and temperature on the development, growth and energy budget of Artemia salina (en alemán) Mar. Biol. 9 (2):145-182



ANEXO 1. Resultados de los parámetros de eclosión investigados para quistes de Yavaros, Sonora, y San Francisco, California (E.U.A.). A= Porcentaje de Eclosión. B= Eficiencia de eclosión. C= Tasa de Eclosión (horas) El porcentaje y la eficiencia de eclosión se trabajaron con 1 réplica.

ANEXO II. Porcentaje de alimento no consumido en 24 hs. (en % de concentración original) para cada botella durante el experimento. OR: original, RE: replica.

CONC. DE ALIMENTO	D I A S D E C U L T I V O									
	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
10,000 OR	--	12	3	--	39	33	17	11	--	--
RE	13	--	16	--	6	11	22	--	--	--
60,000 OR	16	--	--	--	--	--	--	2	--	--
RE	4	6	1	--	<1	--	--	2	--	<1
150,000 OR	26	6	--	--	--	<1	--	--	--	6
RE	21	3	<1	--	--	--	--	<1	<1	--
200,000 OR	25	3	--	--	<1	--	<1	<1	<1	--
RE	18	10	26	--	15	7	3	1	<1	3

ANEXO III. Longitud final promedio de *Artemia* (en mm) para
3 densidades de siembra (larvas/litro) y 4
concentraciones de *I. suecica* (células/ml)
Or: Original ; Re: Réplica.

CONC. DE ALIMENTO	D E N S I D A D D E S I E M B R A		
	3,000	5,000	8,000
10,000 Or	1.86 + 0.29	2.60 + 0.015	2.45 + 0.33
Re	2.04 + 0.45	2.57 + 0.030	3.01 + 0.20
60,000 Or	2.54 + 0.31	2.83 + 0.055	3.56 + 1.31
Re	2.18 + 0.11	2.45 + 0.029	2.2 + 0.34
150,000 Or	3.36 + 0.35	2.41 + 0.045	2.3 + 0.45
Re	2.89 + 0.35	2.69 + 0.021	2.57 + 0.47
200,000 Or	3.79 + 0.25	2.67 + 0.053	2.84 + 0.40
Re	6.71 + 0.63	3.02 + 0.032	2.94 + 0.65