

870106
8
Lij

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA DE BIOLOGIA



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

EFFECTOS DE DIFERENTES DIETAS (naturales y artificiales)
EN EL CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL ROTIFERO
Brachionus plicatilis (Muller, 1786)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

PRESENTA:

GABRIEL PEREZ RULFO TORRES

GUADALAJARA, JALISCO, 1989.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	10
1. ANIMALES EN CONDICIONES DE CULTIVO.....	10
1.- ORGANISMOS UTILIZADOS.....	10
2.- ALIMENTACION.....	10
2.1 ALIMENTACION NATURAL.....	10
2.2 ALIMENTACION ARTIFICIAL.....	12
3.- RECIPIENTES DE CULTIVO.....	13
4.- INCUBADORA.....	13
5.- CONTROL DE PARAMETROS ZOOTECHNICOS.....	16
5.1 CRECIMIENTO TOTAL DE LA POBLACION.....	16
5.2 PORCENTAJE DE REGENERACION.....	16
5.3 INDICE DE CRECIMIENTO.....	16
5.4 CANTIDAD DE ALIMENTO.....	16
6.- CONTROL DE PARAMETROS FISICOQUIMICOS.....	17
6.1 TEMPERATURA.....	17
6.2 POTENCIAL HIDROGENO (pH).....	17
6.3 SALINIDAD.....	17
7.- BIGENSAVOS.....	17
8.- TIPO DE ANALISIS ESTADISTICO.....	19
RESULTADOS.....	19
PARAMETROS ZOOTECHNICOS.....	19
PARAMETROS FISICOQUIMICOS.....	24
DISCUSIONES.....	29
CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	35
ANEXOS.....	41

TABLAS Y FIGURAS

TABLA 1.- Indice de crecimiento "K".....	19
TABLA 2.- % de regeneración.....	20
TABLA 3.- Analisis de varianza.....	23
TABLA 4.- Prueba de Tukey.....	24
FIGURA 1.- Morfologia del rotifero.....	4
FIGURA 2.- Ciclo vital del rotifero.....	6
FIGURA 3.- Sistema de distribucion de aire.....	15
FIGURA 4a.- Crecimiento poblacional.....	21
FIGURA 4b.- Crecimiento poblacional.....	22
FIGURA 5a.- Comportamiento del pH.....	25
FIGURA 5b.- Comportamiento de pH.....	26
FIGURA 6a.- Salinidad existente.....	27
FIGURA 6b.- Salinidad existente.....	28

RESUMEN

Se determinaron los efectos de la utilización de diferentes dietas (naturales y artificiales) en el crecimiento poblacional del rotífero Brachionus plicatilis. Como fuente de alimento natural se emplearon a las microalgas Tetraselmis sp y Dunaliella sp, y como fuente de alimento artificial se uso Topal, alimento comercial (Artemia Systems) y LCM-rot preparado en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara específicamente para este fin.

La calidad de las dietas fue determinada por el crecimiento total de la población, el % de regeneración, así como el índice de crecimiento "K" de la población. Parámetros fisicoquímicos tales como pH, salinidad y temperatura fueron monitoreados.

El análisis de los parámetros zootécnicos mostró que el LCM-rot es excelente alimento para el rotífero y que, en combinación con Tetraselmis sp, resulto ser significativamente ($F 0.01$) mejor que las demás dietas.

Los resultados son discutidos en cuanto a la factibilidad de utilizar este alimento a escalas mayores y a las posibles mejoras de la calidad nutricional del rotífero Brachionus plicatilis como organismo presa.

ABSTRACT

The effects of the use of different diets (natural and artificial) were determined in the population growth of the rotifer Brachionus plicatilis . As a resource of natural food the microalgae Tetraselmis sp and Dunaliella sp were used and as a resource of artificial food , Topal, commercial food (Artemia Systems) was used and LCN-rot prepared in the Marine Science Laboratory of the Autonomous University of Guadalajara.

The quality of the diets was determined by the total growth of the population, the percentage of the regeneration as the index of "K" growth. Environmental factors such as pH, salinity and temperature were monitored.

The analysis of the zootechniques parameters showed that the LCN-rot is an excellent food for the rotifer and that in combination with the microalgae Tetraselmis sp came to be significantly ($F 0.01$) the best of all the other diets.

The results are discussed about the factibility to use this food in mass scales and the possibility of increasing nutritional quality of the rotifer Brachionus plicatilis as a food for prease organism.

INTRODUCCION

En la acuicultura es cada vez más importante y prioritario el obtener una mejor calidad y cantidad de alimento disponible para cualquier tipo de organismo sometido a cultivo. para lograr esto se deben estudiar las posibilidades de utilizar gran variedad de alimentos en los que incluimos a los de origen natural (microalgas) y de origen artificial (preparados, ya sean comerciales o no).

Uno de los mejores alimentos tanto de larvas de peces como de larvas de camarón específicamente, es sin duda el rotífero Brachionus plicatilis, considerado como una microcápsula viviente por su gran contenido nutricional, el cual puede variar de acuerdo al tipo de alimento proporcionado, pues al ser un organismo eurífago acepta gran variedad de alimento (Pourriot R. 1985).

Las microalgas generalmente son utilizadas como un enriquecedor nutricional para otros organismos vivos tales como la artemia y el rotífero, sin embargo pese a sus ventajas las cuales consisten en tener un tamaño apropiado para ser suministradas como alimento, buena digestibilidad, estabilidad satisfactoria en el cultivo (no hay sedimentación), existen desventajas como pueden ser la variación en su contenido nutricional, la proyección de infecciones o contaminación por protozoos y bacterias, así como el depender de su cultivo para ser suministradas como alimento.

El uso de alimentos artificiales (comerciales), mantiene las ventajas de las microalgas eliminando algunas desventajas como son la

contaminación por protozoos y bacterias, y su variable contenido nutricional.

El propósito del presente estudio es el de determinar el óptimo crecimiento poblacional para el rotífero Brachionus plicatilis empleando para esto diferentes fuentes de alimento, tanto de origen natural (microalgas Tetraselmis sp y Dunaliella sp) como de origen artificial (Topal; alimento comercial para el enriquecimiento de organismos filtradores, y uno preparado en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara para este fin llamado LCM-rot, además se busca determinar el comportamiento de parámetros fisicoquímicos (temperatura, salinidad y pH), en el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis.

Ahora bien, la finalidad de utilizar un alimento preparado en el propio laboratorio, es el de tener la posibilidad de complementar o suplementar la alimentación del organismo, siendo de fácil preparación y suministrar las características nutricionales buscadas desligando los cultivos de microalgas al cultivo del propio rotífero, independizando así su producción.

ANTECEDENTES

El cultivo de alimento vivo, llamado también cultivo de apoyo, puesto que se desarrolla de manera paralela o complementaria al cultivo principal, incluye organismos tales como microalgas, artemia, rotíferos, copepodos, etc. (Yúfera, 1982; Spoktorova et al., 1986; Martínez et al., 1988).

El rotífero Brachionus plicatilis juega un papel muy importante en la acuicultura, ya que es un excelente alimento natural para larvas de peces y de crustáceos, siendo un enlace nutricional entre los diferentes estadios larvales de tales organismos (Salvatore, 1981; James, 1983).

Por mucho tiempo los rotíferos fueron considerados en Japón como organismos nocivos, puesto que crecían en forma masiva en estanques dedicados al cultivo de anguilas, bajando la concentración de oxígeno disuelto en el agua, provocándoles la asfixia y posteriormente la muerte (Hirata, 1980).

Brachionus plicatilis, organismo filtrador, pertenece a la clase Monogonta del Phylum Rotifera.

Esta clase se caracteriza por agrupar organismos tanto nadadores como sésiles, poseer mastax de tipo prensil, un tamaño de 150 a 300 μ y su peso aproximado es de 0.002 mg (Nokawa, Ochara, Kitamura y Nakagawa, 1972. En Hirata, 1974). Fig.1

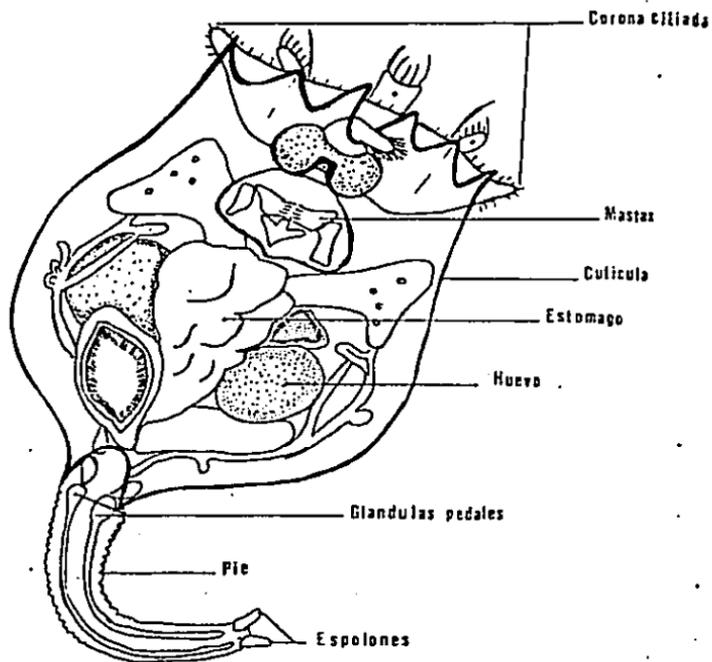


Figura 1.
 Morfología del rotífero *Erachionus plicatilis*, en donde se
 aprecian sus estructuras más importantes.

En este tipo de rotíferos se conocen dos clases de hembras: Mícticas y Anícticas, morfológicamente indistinguibles aunque con algunas sutiles diferencias generalmente de tipo reproductivo (King, 1970. En Gilbert, 1974).

Su reproducción usualmente es de tipo partenogenético, este ciclo meiotico puede ser interrumpido sexualmente por influencia de factores de tipo exógeno (Temperatura, alimentación, densidad de población, etc.) o de tipo endógeno (edad) (Gilbert, 1977; Pourriot y Clément, 1981; Pourriot y Shell, 1983. En Pourriot, 1986).

Las hembras anícticas se reproducen por vía partenogenética produciendo huevos femeninos diploides; cuando existe algún estímulo producen hembras mícticas haploides, las cuales originan machos haploides con un rango de tamaño inferior y con un sistema digestivo no funcional. Si estas hembras mícticas son fecundadas (ciclo sexual) dan por resultado huevos de cáscara dura o de resistencia (Gilbert, 1974; Pourriot, 1986). Fig.2.

En los rotíferos monogontes es común el estado de latencia pudiendo soportar sequías o incluso hasta congelamiento por un largo período, asegurando así la supervivencia de la especie (Gilbert, 1974).

Existen diferentes formas de cultivar a este organismo, desde las más sencillas, como lo es el método de transferencia del inóculo, en el cual se cosecha una parte de los rotíferos en el tanque de cultivo y el nivel (Volumen) es completado nuevamente con alimento (Microalgas), hasta las más sofisticadas como es el método " Feedback", en el cual los desechos producidos por los rotíferos son mineralizados por la acción de microorganismos y proporcionados nuevamente al cultivo

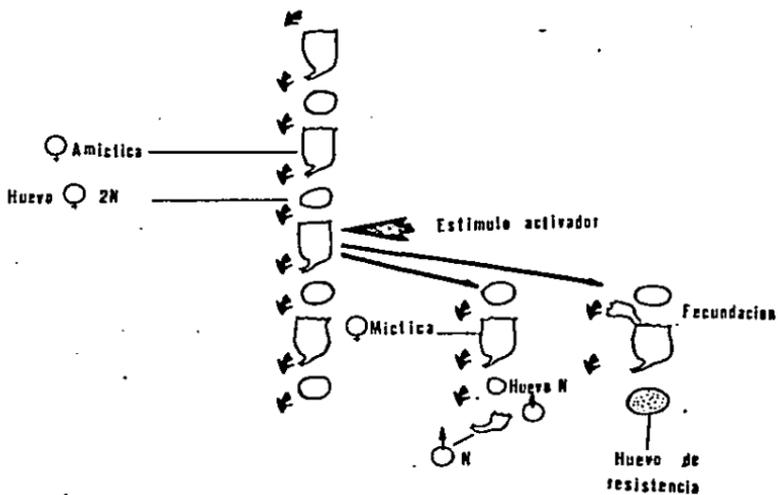


Figura 2.-

Ciclo vital del rotifero *Brachionus plicatilis*, en donde se aprecian las diferentes fases (sexual y asexual).

de microalgas como fertilizante (Hirata, 1980 ; Hirata y Yamasaki, 1980,1983).

Dentro de los trabajos realizados que muestran la importancia y el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis, se mencionan los siguientes:

Ito (1963) establece que los rotíferos son un excelente alimento para larvas del pez Plecoglossus altivelis (Plecoglossidae). consecuentemente la estación Yashima en Japón realiza estudios sobre el cultivo de Brachionus plicatilis como alimento del pez " Fugu " y del camarón Penaeus japonicus (Ito, 1963; Hirata, 1964, 1965; En Hirata, 1980).

Hirata y Mori en 1973 reportan el cultivo masivo de rotíferos con Chlorella sp y levadura de pan Saccharomyces cerevisiae como alimento (Hirata, 1974).

Hirayama et al en 1973, estudiaron el crecimiento poblacional del rotífero Brachionus plicatilis con Chlorella sp a diferentes densidades de esta microalga como alimento, obteniendo un crecimiento poblacional de 17 a 47 organismos por mililitro.

Hirayama y Watanabe (1973), examinaron el efecto nutricional de la levadura para hornear y demostraron que ésta levadura combinada con Chlorella es efectiva como suplemento alimenticio del rotífero Brachionus plicatilis.

Hirata (1977) cultiva al rotífero Brachionus plicatilis junto con el copepodo Tigriopus japonicus, con el fin de mantener las condiciones homeostáticas en el tanque de cultivo, utilizando como

alimento a las microalgas Chlorella sp y Chaetoceros sp., obteniendo densidades hasta de 254 organismos por mililitro para Brachionus plicatilis y de 57 por mililitro para el copépodo, manteniendo así una relación de 80:20 rotíferos y copépodos respectivamente.

Maeda, en 1980, examina la reproducción del rotífero Brachionus plicatilis en un sistema de cultivo "Feedback", manteniendo densidades de población de 353 organismos por mililitro siendo solamente alimentados con la microalga Chlorella sp.

Hirata et al (1983) designan un sistema de cultivo para el rotífero Brachionus plicatilis, con el fin de mantener el alto índice de conversión alimenticia, logrando establecer densidades de 100 a 150 organismos por mililitro, alimentando con Chlorella sp y levadura de pan.

Watanabe (1983) utiliza un nuevo tipo de levadura llamada Levadura con un alto contenido en lípidos y ácidos grasos poliinsaturados, necesarios para el rotífero y carentes en otro tipo de levadura.

Minkoff et al (1983) estudiaron los factores fisicoquímicos que propician la producción de huevos de resistencia en el rotífero y afirman que la alimentación es necesaria para mantener el cultivo en óptimas condiciones.

Yamasaki et al (1984) establecen que la cantidad de alimento tiene influencia en el índice de crecimiento poblacional del rotífero.

Hirano e Hirayama (1984) estudiaron la influencia de la microalga Tetraselmis sp. en el crecimiento poblacional del rotífero Brachionus plicatilis y comprueban que esta microalga es incluso más efectiva que Chlorella sp.

En Europa el cultivo de peces planos es cada día más importante y aunque no se encuentra entre las especies de potencial en acuicultura, a nivel comercial es excelente. y para su cultivo es necesario el rotífero Brachionus plicatilis, así mismo afirman que alimentando al pez plano Scophthalmus maximus con el rotífero Brachionus plicatilis aumenta su contenido en ácidos grasos, asegurando así su máxima supervivencia (Férez Benavente et al. 1988).

Una de las especies más importantes a nivel comercial en Japón es el pez Pagrus major y para su cultivo larvario se requiere la presencia del rotífero Brachionus plicatilis, el cual puede incluso alimentarse como alimento congelado.

Mock et al. (sin fecha) mencionan la utilidad del rotífero Brachionus plicatilis, en el cultivo larvario del camarón en Galveston, Texas. y aseguran que al utilizar este rotífero se tiene un excelente índice de supervivencia en las larvas de camarón cultivado, llegando incluso a desarrollar técnicas para su congelamiento, evitando así la necesidad de mantener varios cultivos simultáneos.

MATERIALES Y METODOS

1.- ANIMALES EN CONDICIONES DE CULTIVO

1.- Organismos utilizados:

La cepa del rotífero Brachionus plicatilis utilizada en el presente estudio proviene de una donación del CINVESTAV (I.P.N.) unidad Merida en Yucatán.

Para el presente estudio se utilizó una densidad inicial de 6 organismos por mililitro para cada tratamiento.

2.- Alimentación:

2.1.- Alimentos naturales

Todas las microalgas utilizadas como alimentos naturales provienen de una donación del Instituto de Investigaciones Oceanológicas de la Universidad Autónoma de Baja California en Ensenada B.C.N., dichas microalgas son:

Tetraselmis sp y Dunaliella sp., las cuales son mantenidas con una variación del medio F propuesto por Guillard (1975).

Para el presente estudio se estableció una densidad de 70×10^4 células por mililitro para Tetraselmis sp y de 90×10^4 células por mililitro para la microalga Dunaliella sp.

Para frenar el crecimiento de la población de microalgas dentro del cultivo de rotíferos y mantener las densidades de población deseadas, se decidió trabajar con organismos previamente inanimados por efectos de altas temperaturas, por lo que se realizaron ensayos previos según Urieles (1961), para determinar la temperatura con la cual no se registro más crecimiento, sin llegar a tener alteraciones tanto morfológicas como estructurales, dicha temperatura fué de 40° C con un tiempo de exposición de 15 minutos, posteriormente se dejan a que recobren la temperatura ambiente (aproximadamente 15 minutos), y se procede a utilizarlas como alimento.

Las microalgas consumidas por los rotíferos fueron repuestas cada dos días para mantener las densidades deseadas, para lograr esto se recurrió al auxilio de la siguiente ecuación (Zavala com. pers.).

$$\text{Vol } X = \frac{(d1v1) - (dfv)}{(d1-df)}$$

en donde:

Vol X - volumen repuesto

d1 - Densidad de trabajo
 70 X 10⁶ para Tetraselmis sp y de
 90 X 10⁶ para Dunaliella sp

v1 - Volumen inicial del cultivo (300 ml)

df - Densidad encontrada en el cultivo luego

d: 48 horas de consumo.

- vf - vf (300 ml) - 2 ml (muestras alicuotas destinadas ala toma de parámetros).
- di - Densidad existente en el cultivo de microalgas al momento de ser utilizadas como alimento.

3.2 .- Alimentos artificiales:

Tgal.- alimento balanceado de naturaleza comercial fabricado por Artemia Systems (Wiedaukaai 79, 900 Gante, Belgica), del cual se agregó 1 gramo por litro de agua de cultivo utilizada, según especificaciones de uso del fabricante. El agua de mar utilizada tenia una salinidad de 30 ppt (partes por mil) y fué filtrada con luz ultravioleta (filtro de luz ultravioleta de Industrias Groth).

LCM-rot.- alimento preparado en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara, el cual consiste en una mezcla de levadura para hornear marca Fleischman's (1 gramo por litro), lecitina de soya granulada marca Golden Harvest S.A de C.V. (1 gramo por litro) y aceite de hígado de bacalao (0.5 mililitro por litro).

Para establecer las proporciones fué necesario el realizar ensayos previos en cuanto a la capacidad emulsificadora de la solución.

Este preparado fué homogeneizado con la ayuda de una licuadora, en la cual se mezcló a velocidad media por espacio de 2 minutos.

3. - Recipientes de cultivo

Las unidades experimentales se manejaron en recipientes matraz tipo Eriembeyer de 500 ml, a un nivel de cultivo deseado de 300 mililitros, dichos recipientes fueron esterilizados en la autoclave previamente a su utilización, con el fin de evitar posibles contaminantes en los cultivos.

4.- Incubadora

Con el fin de mantener constantes las condiciones fisicoquímicas a lo largo del estudio, se adaptó una incubadora propuesta por García Ulloa (1985) con las siguientes características:

a) Un tamaño de 90 X 60 X 60 cm, realizada en dos capas de espuma de poliuretano de 2.5 cm de ancho.

b) La iluminación fué dada por una lámpara tipo luz de día de 20 W, marca Solar montada en una estructura de madera. Se trabajó con un fotoperíodo de 12 horas luz 12 horas oscuridad.

c) Un ventilador marca Holmes air, tipo circulador, para evitar el incremento de temperatura originada por la luz en un sólo lugar y evitar así posibles alteraciones.

d) Los recipientes de cultivo (matraces Erlenmeyer de 500 ml) fueron colocados dentro de un contenedor de acrílico con cierto nivel de agua para mantener la temperatura constante a 28°C por efecto del baño maría. Para este propósito se colocó un calentador autocalentado marca Visitherm de Aquarium Systems de 300 W. y se hizo circular el agua dentro de este contenedor mediante un sistema de bombeo por " Air-lift" , situado en las esquinas del mismo contenedor, logrando así la formación de corrientes.

e) Un sistema de distribución de aire, el cual consiste en dos cilindros de PVC de 10 cm de diámetro, cerrados en los extremos con placas de acrílico; lateralmente salen 6 mangueras de 0.4 cm de diámetro, proporcionando así aire necesario a cada recipiente de cultivo . Fig.3.

Las unidades experimentales se distribuyeron dentro del contenedor en arreglo de cuadro latino (Reyes, 1987), asegurando así la igualdad de condiciones.

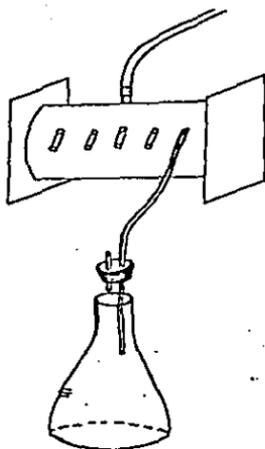


Figura 3.
Sistema de distribución de aire en donde se puede apreciar el cilindro de PVC de 10 cm de diámetro y las mangueras laterales de 0.4 cm de diámetro

5.- Control de parámetros zootécnicos

5.1.- Crecimiento total de la población:

Este se realizó mediante el conteo de organismos cada dos días. Para realizar tal conteo se tomaron dos muestras alícuotas de 1 mililitro cada una; a cada muestra se le agregó una gota de lugol y se aferró el recipiente contador con agua dulce, procediéndose a su análisis en el microscopio estereoscópico.

5.2.- Porcentaje (%) de regeneración :

Este dato se obtuvo del número de hembras con huevos de la muestra poblacional analizada en el caso anterior.

5.3.- Índice de crecimiento "K":

$$K = \frac{\log e Nt - \log e N^0}{t}$$

en donde:

N^0 = número inicial de rotíferos

Nt = número final de rotíferos luego de

t = días.

5.4.- Cantidad de alimento:

Para el alimento natural, se realizaron conteos de las microalgas en los recipientes de cultivo cada dos días. Para esto fue necesario utilizar una cámara Neubauer de doble cámara, marca Propper -

090002. las cantidades consumidas fueron repuestas para mantener la densidad de alimento natural deseada.

Para el control de alimento artificial sólo se agregó suficiente al inicio de la experiencia.

6.- Control de parámetros fisicoquímicos:

6.1.- Temperatura:

Para realizar este control se utilizó un termómetro marca Brannan + - 0.5°C; aunque se tuvo un calentador automático para controlar este parámetro, se decidió anotar cualquier cambio que se registrara.

6.2.- Potencial hidrógeno (pH):

Se utilizó un potenciómetro digital marca Marison modelo 92.

6.3.- Salinidad :

Fue medida con un refractómetro óptico marca Aquasura modelo 8406.

Todos estos datos fueron almacenados en tablas de control.

7.- Bioensayos

El presente estudio se realizó en dos fases o repeticiones en las cuales se mantuvieron las mismas condiciones. En cada fase se desarrollaron los diversos tratamientos con tres repeticiones .

Los tratamientos utilizados fueron los siguientes:

- 1.- Tetrazelmis sp.
- 2.- Dunaliella sp.
- 3.- Topal.
- 4.- LCM-rot.
- 5.- Tetrazelmis sp. + Topal.
- 6.- Tetrazelmis sp. + LCM-rot.
- 7.- Dunaliella sp. + Topal.
- 8.- Dunaliella sp. + LCM-rot.

8.- Tipo de análisis estadístico utilizado:

Se realizaron análisis de varianza simple con repeticiones y pruebas de Tukey.

RESULTADOS

PARAMETROS ZOOTECNICOS

El índice de crecimiento "K" del rotífero Brachionus plicatilis cultivado con diferentes dietas naturales y artificiales, se muestra en la tabla 1. Este índice incluye valores negativos como en el caso de Topal, y valores que pueden considerarse altos como fué en el caso de la combinación de LCN-rot y Tetraselmis sp.

Tabla 1.
Índice de crecimiento "K" del rotífero Brachionus plicatilis bajo la acción de diferentes dietas naturales y artificiales.

RESIMEN ALIMENTICIO	K
<u>Tetraselmis sp</u>	0.122
<u>Dunaliella sp</u>	0.041
Topal	- 0.025
LCN-rot	0.178
<u>Tetraselmis sp</u> + Topal	0.041
<u>Tetraselmis sp</u> + LCN-rot	0.278
<u>Dunaliella sp</u> + Topal	0.056
<u>Dunaliella sp</u> + LCN-rot	0.051

El porcentaje de regeneración (%) del mismo rotífero se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.

Porcentaje de regeneración (%) del rotífero Brachionus plicatilis bajo la acción de diferentes dietas naturales y artificiales.

REGIMEN ALIMENTICIO	% REGENERACION
<u>TETRAEELMIS SP</u>	8.54
<u>DUNALIELLA SP</u>	8.54
Topal	7.63
LCM-rot	13.11
<u>TETRAEELMIS SP</u> + Topal	2.45
<u>TETRAEELMIS SP</u> + LCM-rot	12.65
<u>DUNALIELLA SP</u> + Topal	7.68
<u>DUNALIELLA SP</u> + LCM-rot	9.98

En la figura 4a. y 4b. se muestra el máximo crecimiento de la población del rotífero Brachionus plicatilis luego de 10 días de cultivo bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales.

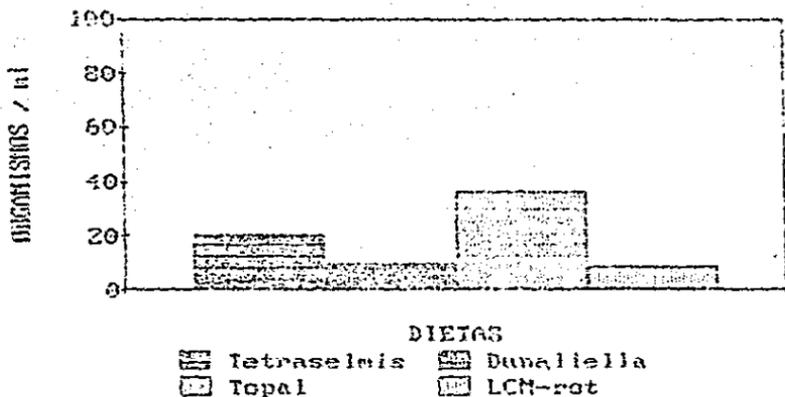


Figura 4a.- Crecimiento máximo de la población del rotífero *Brachionus plicatilis* luego de 10 días de cultivo, bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales. se muestran los alimentos sin combinar.

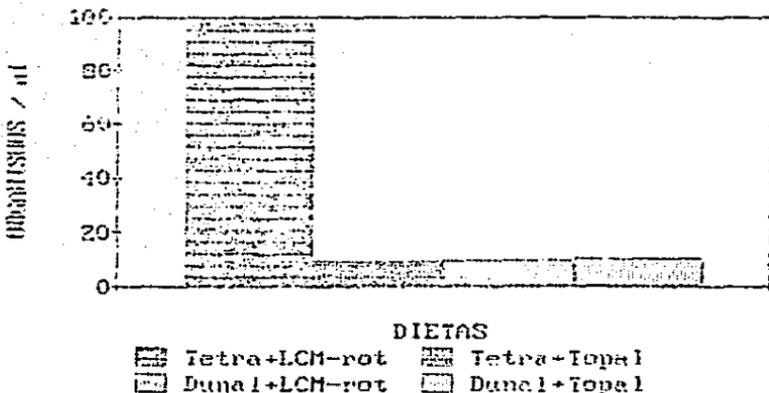


Figura 4b.- Crecimiento máximo de la población del rotífero *Brachionus plicatilis* luego de 10 días de cultivo, bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales, se muestran los alimentos combinados.

Para determinar alguna posible diferencia entre el crecimiento poblacional del rotífero *Brachionus plicatilis* bajo diferentes dietas, se realizó un análisis de varianza al finalizar la fase de 10 días de cultivo, el resumen de tal análisis se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Análisis de varianza realizado luego de la fase de 10 días de cultivo entre el crecimiento poblacional del rotífero Brachionus plicatilis y la influencia de las diferentes dietas naturales y artificiales. (Reyes, 1987).

	grados de libertad	SC	MC	FS
TRATAMIENTO	7	40438.4	5776.9	6.34 ***
ERROR	40	36392.3	909.8	
TOTAL	47			

*** P < 0.001

Se rechaza hipótesis nula por existir diferencia entre los tratamientos y se acepta la hipótesis alterna, la cual asegura la diferencia entre las dietas.

Como se observó diferencia altamente significativa entre los tratamientos (dietas), se realizó prueba de Tukey para encontrar el origen de la variación, el resumen de esta prueba se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.

Prueba de Tukey realizada para encontrar el origen de la variación entre los tratamientos (dietas) en el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis. (Reyes, 1987)

	C	B	E	H	G	A	D	F
	4.6	9.1	9.1	10.0	10.6	20.3	35.8	97.5
F 97.5	92.5**	89.4**	88.4**	87.5**	86.9**	77.2**	61.7**	0
D 35.8	31.2**	26.7**	26.7**	25.8**	25.2**	15.5*	0	
A 20.3	15.7*	11.2*	11.2*	10.3*	9.7ns	0		
G 10.6	6.0ns	1.5ns	1.5ns	0.6ns	0			
H 10.0	5.4ns	0.9ns	0.9ns	0				
E 9.1	4.5ns	0						
B 9.1	4.5ns	0						
C 4.6	0							

A = Tetraselmis sp

B = Dunaliella sp

c = Topal

d = LCM-rot

e = Tetraselmis sp + Topal

f = Tetraselmis sp + LCM-rot

g = Dunaliella sp + Topal

h = Dunaliella sp + LCM-rot

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

Potencial hidrógeno (pH).-

Este parámetro se comporto de manera semejante en todas las muestras analizadas, con el uso de alimentos naturales hubo una fluctuación que fué desde 7.4 a 8.3 al utilizar a las microalgas Tetraselmis sp. y Dunaliella sp.

Con los alimentos de origen artificial Topal y LCM-rot, estos valores fueron de 7.4 a 8.2. Cuando fueron combinados tales alimentos

naturales y artificiales. la variación no fue mayor a la mostrada en los casos anteriores. Fig. 5a, 5b.

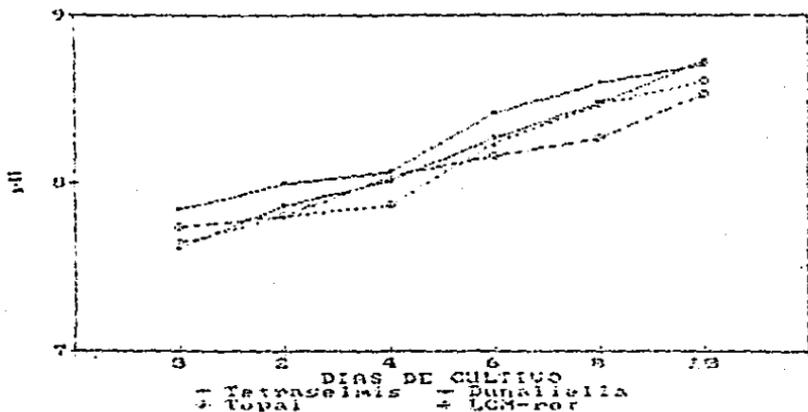


Figura 5a.-

Comportamiento del pH en el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales, se muestran los alimentos sin combinar.

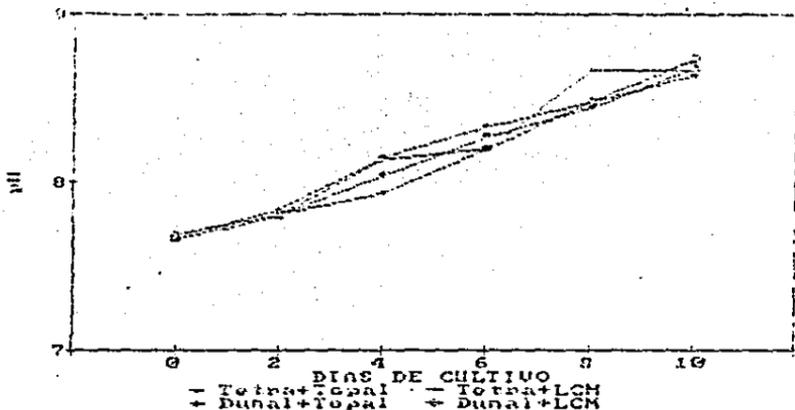


Figura 5b.-

Comportamiento del pH en el cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales, se muestran los alimentos combinados.

Salinidad.-

La salinidad fué en aumento conforme a los días de cultivo, llegando incluso a registrarse valores por encima de los 40 ppt. Fig 6a, 6b.

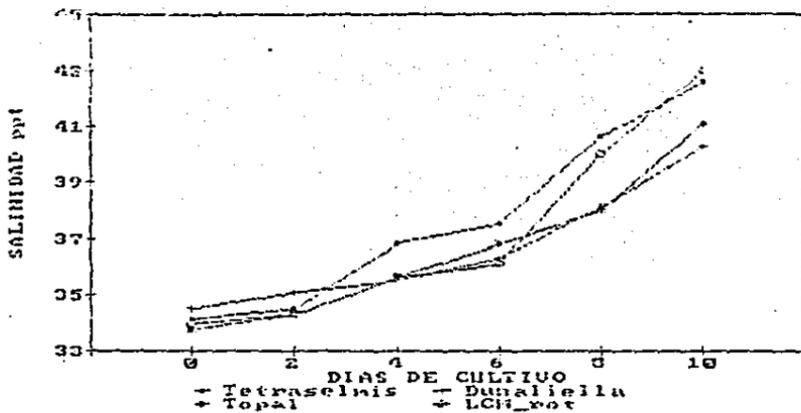


Figura 6a.-

Salinidad existente en el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis luego de 10 días de cultivo, bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales, se muestran los alimentos sin combinar.

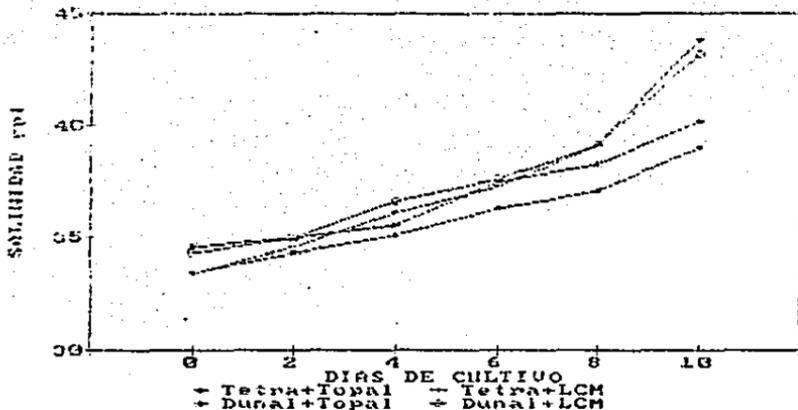


Figura 6b.-

Salinidad existente en el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis luego de 10 días de cultivo, bajo la acción de diferentes dietas, naturales y artificiales, se muestran los alimentos combinados.

La temperatura como se había establecido no tuvo variación en ninguno de los tratamientos.

DISCUSIONES

En repetidas ocasiones se ha hablado de la importancia del rotífero Brachionus plicatilis en la acuicultura, ahora bien, si a un alimento lo podemos considerar como una sustancia orgánica o inorgánica que sea fuente parcial o total de los nutrientes que requiere un organismo para sobrevivir, crecer, y reproducirse, a este organismo lo podemos incluir aquí, pues cumple con todos los requisitos para considerarse como un buen alimento para diversas especies acuáticas.

El cultivo de rotíferos en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara es considerado como un cultivo accesorio o de apoyo pues se desarrolla de manera complementaria y simultánea al cultivo principal que es el de camarón blanco Penaeus vannamei el cual se ha practicado desde hace ya varios años. Para lograr el cultivo de este crustáceo se requiere del rotífero Brachionus plicatilis dado que es un excelente alimento para etapas larvales de tal organismo. El cultivo de rotíferos se ha efectuado en base al método tradicional de transferencia del inóculo y su fuente de alimentación lo constituyen microalgas generalmente del género Tetraselmis sp.

Cabe hacer hincapie en que las microalgas utilizadas en el presente estudio fueron previamente inanimadas por efectos de altas temperaturas (Ukeles, 1961), en los cuales el único cambio aparente fue la pérdida de la motilidad, característica de este tipo de microalgas. Este tratamiento térmico provocó que las microalgas llegaran a sedimentarse y causar problemas de descomposición en el fondo del recipiente de cultivo, siendo solucionado este problema haciendo llegar la manguera

utilizada en el sistema distribuidor de aire al fondo del mismo recipiente logrando mantener las microalgas en suspensión.

Uno de los alimentos artificiales utilizados fué Topal, alimento comercial fabricado por Artemia Systems. Este alimento puede ser utilizado como suplemento parcial o total de las microalgas en el cultivo de larvas de camarón y de rotíferos, contiene ácidos grasos de tipo marino, proteínas, vitaminas y carotenoides. Este alimento se eligió por ser un producto comercial, que ahorraría el trabajo de preparación, desligando la producción de rotíferos completamente del cultivo de microalgas.

Otro de los alimentos utilizados en este estudio fué LCM-rot preparado en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara. Este alimento es preparado básicamente con levadura para hornear enriquecida con aceite de hígado de bacalao.

Es de suma importancia el tener un alimento que llene las necesidades del laboratorio, que sea de fácil elaboración y que sea suplemento parcial o total de las microalgas utilizadas en el cultivo de rotíferos. Un producto de esta naturaleza puede ser modificado en su contenido nutricional mediante la adición de sustancias en el momento de ser requeridas para tal ó cual finalidad, para determinar el mejor método de elaboración de este preparado fué necesario realizar varios ensayos previos en cuanto a la capacidad emulsificadora de la mezcla, cantidad de ingredientes, estabilidad en el agua, y el costo de su producción.

La incubadora propuesta por García Ulloa (1986) mantuvo adecuadamente tanto temperatura como iluminación a lo largo del experimento, sin embargo el tamaño de la misma resultó ser insuficiente

para las necesidades de nuestro ensayo, haciéndose evidente lo anterior en el momento de tomar muestras de las unidades experimentales, teniéndose que desconectar en su totalidad el sistema de aire.

De acuerdo a los resultados obtenidos y descritos anteriormente, existe un marcado incremento en la población de rotíferos cuando se utiliza el alimento LCM-rot, acentuándose lo anterior cuando se combina con la microalga Tetraselmis sp.

El índice de crecimiento "K" del rotífero Brachionus plicatilis, tuvo un comportamiento semejante al reportado por James et al (1983), en donde el máximo índice obtenido fue de 0.485 contra 0.278 obtenido en el presente estudio, aunque se puede observar alguna diferencia. Cabe señalar que este rotífero se comporta de manera diferente de acuerdo a las condiciones fisicoquímicas existentes en el medio de cultivo.

Katanabe et al (1982) reportan dos métodos para enriquecer organismos filtradores como son artemias y rotíferos, modificando su valor nutricional convirtiéndose en un alimento más completo para organismos del siguiente nivel trófico; ellos utilizan para realizar tal enriquecimiento lípidos y yema de huevo como emulsificante, los resultados obtenidos por ellos revelan un aumento en el contenido de ácidos grasos poliinsaturados en los organismos sometidos a tal enriquecimiento, por lo que es de suponer, que al utilizar el alimento LCM-rot, que contiene aceite de hígado de bacalao como fuente de lípidos y lecitina de soya como emulsificante, tendrán un contenido de ácidos grasos incrementado en relación a una dieta convencional.

Fourriot et al (1986) reportan las técnicas de enriquecimiento de rotíferos por baños a base de levadura y microalgas como Chlorella sp. después de un tiempo de exposición de 6 horas en esta suspensión los

rotíferos cambian su contenido nutricional, esto nos hace suponer que nuestro alimento LCM-rot incrementará el contenido nutricional de los rotíferos sometidos a cultivo.

El porcentaje de regeneración (%) obtuvo sus valores más altos cuando el pH estaba entre 7.7 y 8.2, indicándonos que estos valores de pH son ideales para el cultivo de rotíferos.

Minkoff et al 1983, señalan que el número de hembras con huevo aumenta en un medio con un pH de 7.6 a 8.2 y que aumentan proporcionalmente a la salinidad teniendo que a mayor salinidad, (dentro de los límites de tolerancia de la especie), se tendrá mayor cantidad de hembras con huevo.

Los valores de pH monitoreados a lo largo del estudio están dentro del rango establecido para cultivo de rotíferos por varios autores (Hirata et al 1983., Hirayama et al 1973, James et al 1988.,

Minkoff et al 1983.). Estos valores tendieron a la basicidad conforme los días de cultivo, teniendo que en el 10° día de cultivo el pH se encontraba en su valor más alto que correspondía a valores superiores a pH 8.

Los mejores resultados se obtuvieron cuando se utilizó el alimento LCM-rot combinado con la microalga Tetraselmis sp no teniendo el mismo resultado cuando se utilizó con la microalga Dunaliella sp, obteniéndose resultados muy bajos. Lo anterior puede ser consecuencia de la inanición por efectos de temperatura, ya que esta microalga no cuenta con una pared celular rígida, y sus contenidos protoplasmáticos pudieran variar.

En el caso del alimento comercial Topal, los datos obtenidos no fueron los esperados, ya que formó grumos y se precipitó formando una

película en el fondo del recipiente de cultivo. Esto propicio la descomposición del alimento y dio lugar a la proliferación de protozoarios, compitiendo estos por alimento y espacio con los rotíferos.

Se recomienda la realización de trabajos subsecuentes para comprobar el comportamiento del alimento LCI-rot a mayor escala y comprobar su eficacia con organismos del siguiente nivel trófico.

CONCLUSIONES

Existe diferencia significativa ($P < 0.01$) al alimentar al rotífero Brachionus plicatilis con diferentes dietas naturales y artificiales.

El alimento preparado en el Laboratorio de Ciencias Marinas de la Universidad Autónoma de Guadalajara, LCN-rot, resultó ser efectivo como complemento o suplemento en el régimen alimenticio del rotífero Brachionus plicatilis.

La combinación del alimento LCN-rot con la microalga Tetraselmis sp resultó ser la mejor dieta del presente ensayo.

El alimento comercial Topal no es adecuado para el cultivo del rotífero Brachionus plicatilis bajo las condiciones prevalecientes en el Laboratorio de Ciencias Marinas.

Brachionus plicatilis soporta gran cambio en la salinidad por lo que puede considerarse como un organismo eurihalino.

BIBLIOGRAFIA

García Ulloa G. Manuel., 1986

Efectos de salinidad y temperatura sobre el crecimiento
de Tetraselmis sp (Prasinofyceae).

Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guadalajara. Escuela
de Biología. 45 pp.

Gillert J. John., 1974

Dormancy in Rotifers

Trans. Amer. Microsc. Soc., 93(4) : 490-513.

Hirata. H., 1974

An attempt to apply an experimental microcosm for the mass
culture of marine rotifer Brachionus plicatilis. Mar. Fac.

Fish. Kagoshima University 23:163-172

Hirata. H., 1977

Zooplankton cultivation and prawn seed-production in an
artificial ecosystem.

Helgoländer Wiss Meeresunters 30: 230-242

Hirata. H., 1980

Culture methods of the marine rotifer Brachionus plicatilis.

Nip. Rev. data file Fish. Res. 1: 27-46

Hirata.H., and S. Yasasaki., 1980

Steady-state zooplankton community in a Feedback culture system.
Microcosm in Ecological research U.S.
Department of Energy Symposium series 52 Conf - 781101 402-425.

Hirata.H., and S. Yasasaki., 1983

Continous culture of the rotifer Brachionus plicatilis fed recycled algal diets.
Hydrobiologia 104:71-75

Hirayama.K and K. Watanabe..1973

Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture.

IV

Nutritional effect of yeast on population growth of rotifer.
Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries 39(11)
1129-1133

Hirayama.K. and K. Makamura., 1976

Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture.V

Ery Chlorella powder as a food for rotifers.
Aquaculture, 8:301-307.

Hirayama.K; Watanabe.K. and Kusano.,1973

Fundamental studies on physiology of rotifer for its mass culture.

III

Influence of Phytoplankton density on population growth.

Full of the Japanese Society of Scientific fisheries 39(11)

1123-1127.

Janes, Charles M., Abu-Rezeq, T.S., 1989

Effect of different cell densities of Chlorella capsulata and
a marine Chlorella sp for feeding the rotifer Brachionus plicatilis.
Aquaculture 69:43-56

Maeda, M., Yamasaki, S. and Hirata H., 1990

Food conversion rates of Brachionus plicatilis in a Feedback
system.

Min.Rev.data file Fish. Res. 1:107-116

Mirkoff, G., Lutzons, E. and D. Kahan., 1983

Environmental factors affecting hatching of rotifer Brachionus
placatilis resting eggs.

Hidrobiologia 10:61-69

Mock, C.R.; T. Fontaine and D.B. Revera., sin fecha

Improvements in rearing larval penaeids shrimp by the
Galveston method.

National Marine Fisheries Service

Galveston Biological Laboratory.

4700 ave. Galveston, Texas 77550

copies donated by Puerto Rico Community Foundation.

Martinez, J.F.; Ramirez, G.; R. Villaseñor.; C.R. Ricos.; B.G. Espinosa. .
1985

Cultivos de apoyo para la acuicultura, producción de alimento vivo.

Acuvisión 14:16-24

Mitchel, S.A.; Joubert J.H.B., 1986

The effect of elevated pH on the survival and reproduction of
Brachionus calyciflorus.

Aquaculture, 55: 215-220

Pourriot Roger., 1986

Aquaculture Les rotíferes- Biologie, Paris, Technique et
documentation (Lavoisier) 205-238

Reyes, C.P., 1986

Biostatística aplicada 7ª edición Trillas, México, 216 pp.

Spektorova L.V.; Goronkova O.L.; Albitskaya O.N., 1982

High density culture of marine microalgae producing items for
mariculture. I. Mineral feeding regime and installation for culturing
Dunaliella tercijolata Dutch.

Aquaculture 26 : 299-302

Spektorova L.V.; Goronkova, O.L.; Albitskaya O.N.; Filippovkij, Y. 1986

High density culture of marine microalgae producing items for
aquaculture. II. Determination of optimal light regime for Chlorella sp.
marina under high-density culture conditions

Aquaculture 55:221-229

Ushiro M.; Yamasaki.; and H. Hirata.. 1980

Examinations of bacteria as a food for Brachionus plicatilis in
culture.

Min. Rev. data file fish res. 1:96-196

Watanabe, T.; M. Ohta. Ch Kitajima and S Fujita.. 1982

Improvement of dietary value of brine shrimp Artemia salina for
fish larvae by feeding them on W3 highly unsaturated fatty acids.

Bull. of the Japanese Society of Scientific Fisheries 48(12)

1775-1782

Watanabe T.; T. Taniya.; A. Oka.; N. Hirata.; S. Kitayama and S. Fujita..

1983

Improvement of dietary value of live foods for fish larvae by
feeding them on W3 highly unsaturated fatty acids and fat-soluble
vitamins.

Bull. Of the Japanese Society of Scientific Fisheries 49(3)

471-479

Yufers, M.. 1982

Morphometric characterization of small-sized strain of

Brachionus plicatilis in culture.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Aquacultura 27:55-61

Osvaldo A. José Luis., 1965

Producción de biomasa de Tetraselmis suecica (Kyllin) y Artemia franciscana Kellog a partir de estiércol de gallina.

Tesis profesional. Universidad Autónoma de Guadaluajara. Escuela de Biología. 57 pp

Características de las microalgas utilizadas:

Dunaliella sp.

Células ovoides con extremos anterior agudo y posterior redondeado.

Su valor como alimento se debe a que tiene una pared celular rígida y la ausencia de una membrana gruesa de celulosa, las células se encuentran encerradas dentro de una delgada túnica protoplasmática elástica, la cual facilita su digestibilidad y asimilación por parte de los consumidores.

Tetraselmis sp

Alga comprimida, elipsoidal extremo posterior agudo y extremo anterior de 4 lobulos se conoce también como Flatimonas sp.

Posee pared celular delgada formada principalmente de carbohidratos atribuyéndose a esto su lenta digestibilidad, se considera una especie de buen valor alimenticio para larvas y adultos de bivalves, peces y crustáceos microherbívoros.