

Efecto de cuatro especies de microalgas en el crecimiento poblacional del copépodo *Oithona ovalis* Herbst, 1955 (Crustacea: Copepoda) en el laboratorio

The effect of four species of microalgae on the population growth of the copepod *Oithona ovalis* Herbst, 1955 (Crustacea: Copepoda) in the laboratory

Jesús Rosas, Tomás Cabrera y José Millán

Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar, Instituto de Investigaciones Científicas, Universidad de Oriente.
Núcleo de Nueva Esparta, Boca de Río, Isla de Margarita, Apdo. 788, Venezuela.
tom3171@telcel.net.ve

RESUMEN

En el medio marino existe gran variedad de especies de fitoplancton y organismos zooplanctónicos como cladóceros, larvas de decápodos y copépodos que pueden ser aislados y cultivados en condiciones controladas de laboratorio, para resolver los problemas del cultivo larval de los peces y crustáceos, logrando cubrir la primera etapa de su alimentación. Durante ocho días se cultivó el copépodo *Oithona ovalis* en recipientes de 18 l de capacidad, alimentados separadamente, por triplicado, con las microalgas *Dunaliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* y *Chlorella* sp. En la población de copépodos de cada recipiente se determinó el valor promedio de su densidad absoluta ($58,67 \pm 2,52$; $47,33 \pm 3,05$; $44,33 \pm 2,52$ y $21,0 \pm 4,0$ copépodos/ml), tasa instantánea de crecimiento (0,34; 0,32; 0,31 y 0,15 ind./ml/día), tiempo de duplicación ($2,03 \pm 0,04$; $2,14 \pm 0,02$; $2,23 \pm 0,05$ y $3,07 \pm 0,27$ días) y el rendimiento ($7,37 \pm 0,25$; $5,92 \pm 2,54$; $5,54 \pm 0,31$ y $2,62 \pm 0,50$ copépodos/ml/día) respectivamente. El crecimiento poblacional de *O. ovalis* varió desde 4 a 63, 51, 48 y 25 copépodos/ml respectivamente. El mayor crecimiento se obtuvo cuando se cultivó con *D. salina*, seguida en orden decreciente por los copépodos cultivados en *T. chui*, *N. oculata* y *Chlorella* sp.

Palabras clave: cultivo experimental, *Oithona ovalis*, *Dunaliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella* sp., Venezuela.

ABSTRACT

The abundance of copepods in tropical waters favors the idea of their isolation and rearing under laboratory conditions to solve feeding problems of early stages of fish and crustaceans. The culture of the copepod *Oithona ovalis* took eight days and was performed in 18 l containers. The copepods were reared under four microalgae diets: *Dunaliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* and *Chlorella* sp. using three containers for each microalgae. The absolute density (58.67 ± 2.52 , 47.33 ± 3.05 , 44.33 ± 2.52 and 21.0 ± 4.0 copepods/ml), the instant growth rate (0.34, 0.32, 0.31 and 0.15 copepods/ml/day), the doubling time (2.03 ± 0.04 , 2.14 ± 0.02 , 2.23 ± 0.05 and 3.07 ± 0.27 days) and the yield (7.37 ± 0.25 , 5.92 ± 2.54 , 5.54 ± 0.31 and 2.62 ± 0.50 copepods/ml/day) were calculated for each treatment. The growth of *O. ovalis* population varied from 4 to 63; 4 to 51; 4 to 48 and 4 to 25 copepods/ml respectively. The highest growth rate of copepods was attained with the *D. salina* diet, followed in decreasing order by the *T. chui*, *N. oculata*, and *Chlorella* sp diet.

Key words: experimental culture, *Oithona ovalis*, *Dunaliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata*, *Chlorella* sp., Venezuela.

INTRODUCCION

En el medio marino los copépodos representan el mayor porcentaje de ingestión en las larvas de peces, debido a la diversidad de las especies, tamaño de sus copepoditos y adul-

tos, así como su abundancia (Hoff & Snell 1993, Keats & Steele 1993). Estos aspectos han motivado a que cada día tome mayor importancia el desarrollo de una tecnología que permita a corto plazo la producción en masa de aquellas especies que presenten ciclo

de vida corto, un número significativo de huevos, buena tasa de nacimiento y sobrevivencia de sus copepoditos. Así como un tamaño adecuado, lenta movilidad y que sea de fácil ingestión para las larvas. Actualmente se están desarrollando estrategias para aumentar el número de estos organismos zooplanctónicos en estanques de cultivo y alimentar larvas de especies de importancia comercial (Li *et al.* 1996). Desde el punto de vista de la acuicultura, los organismos más ampliamente estudiados han sido *Euriterma acuatiformis*, *Enrytemora pacifica*, *Arcantia tonsa*, *A. clausi*, *A. longiremis*, *Oithona brevicornis*, *O. similis*, *Pseudodiaptomus inopinatus*, *P. marinus*, *Microsetella* sp., *Sinocatanus tenellis*, *Tigriopus japonicus* y *O. ovalis* (Anraku 1979, Szyper 1989, Rosas *et al.* 1993). El más utilizado como alimento de larvas de peces y crustáceos es *T. japonicus* (Omori 1973, Watanabe *et al.* 1983, Delbare *et al.* 1996). Los mejores rendimientos se han obtenido cuando *T. japonicus* se ha cultivado combinado con el rotífero *Brachionus plicatilis* en recipientes de 200 m³ alimentados con levadura de pan *Saccharomyces cervisiae* (Fukusho 1991).

La gran variedad de copépodos en el medio marino (Fukusho 1991) ha sugerido la posibilidad de aislar y cultivarlos (Omori 1973, Iwasaki & Kamiya 1977, Kinne 1977, Uhling 1984, Szyper 1989) a fin de resolver los problemas de sobrevivencia larvaria de peces, en los primeros estadios críticos de desarrollo (Ludwing 1993). Por lo general la alimentación de las larvas se basa en rotíferos y nauplios de *Artemia* los cuales contienen bajas cantidades de ácidos grasos, proteínas, carbohidratos y energía (Uhling 1981¹, Nellen 1984, Watanabe *et al.* 1983, Szyper

1989). Según Reitan *et al.* (1997) las microalgas suministradas a los rotíferos modifican su calidad nutritiva y reflejan su composición de ácidos grasos poliinsaturados (n-3) en los rotíferos. Esto comprueba lo planteado por Sorgeloos & Léger (1992) cuando señalan que los alimentos enriquecidos mejoraron la calidad de los organismos vivos como *B. plicatilis* y *Artemia* sp.

Los copépodos han sido reconocidos por poseer un apropiado perfil nutricional para la alimentación de larvas de peces (Heath & Mooré 1997, Stottrup & Norsker 1997). En los cultivos continuos de zooplancton se realizan gastos excesivos para su mantenimiento; otra forma práctica de cultivo es la producción de organismos los cuales se cosechan totalmente y de una vez ("batch"), para ser utilizados en la alimentación de larvas de muchas especies de importancia comercial.

En América Latina, en especial en Venezuela, el conocimiento sobre los copépodos es escaso, resaltando sólo los aspectos ecológicos y taxonómicos (Zoppi 1974), cultivo (Fermín 1986) y empleo en la nutrición de larvas de peces marinos (Rosas *et al.* 1993).

En el presente trabajo se planteó que no hay diferencias de crecimiento progresivo diario del copépodo *Oithona ovalis* cuando se le suministra cuatro tipos de microalgas en dietas monoespecíficas como *Dunaliella salina* (Dunal) Teodoresco 1905, *Tetraselmis chui* Butcher 1959, *Nannochloropsis oculata* (Droop) Hibberd 1981 y *Chorella* sp. Turner 1976. Para ésto se determinó, en ocho días, cual de las microalgas mencionadas puede ser utilizada para aumentar la población de copépodos hasta valores máximos; es el primer paso antes de plantear experiencias donde se estudiará el crecimiento de especies en conjunto y analizar los factores que hacen depender la producción celular.

¹ Uhling, G. 1981. Mass cultivation of harpacticoid copepods as food organisms in mariculture. Poster-Abst. No 155. Worlds Conf. Aqua. Venezia.

MATERIALES Y METODOS

Los copépodos *O. ovalis* fueron aislados en aguas de la laguna de Pampatar (Rosas et al. 1993) y luego transportados a un laboratorio del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Oriente (isla de Margarita), donde se seleccionaron los adultos; luego de su reproducción masiva, la generación inmediata se utilizó para inocularlas en las microalgas correspondientes. Estas fueron cultivadas por separado y triplicado, elegidas con base a experiencias anteriores en el laboratorio de acuerdo a su potencial de cultivo en masa, tamaño celular y valor alimenticio de cada microalga, así como valores similares a los utilizados por Hopp et al. (1997). El cultivo se realizó en recipientes de vidrio de 18 l de capacidad con agua de mar filtrada por 0.5 μm , esterilizada por UV, enriquecida con el medio f/2 y con aireación continua de fondo. Se le proporcionó iluminación con lámparas fluorescentes de 2500-3000 lux. El valor promedio de salinidad fue de 38 ± 2 ‰, la temperatura fue de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ y el pH de $8,2 \pm 0,7$. A los tres días, cuando las microalgas *D. salina*, *T. chui*, *N. oculata* y *Chlorella* sp. alcanzaron la fase de crecimiento exponencial de 3×10^5 , 5×10^5 , 12×10^5 y 8×10^5 células/ml respectivamente y por lo tanto poseen cantidades máximas de lípidos (Caric et al. 1993), se inoculó en cada recipiente la generación de copépodos obtenida en el laboratorio a una concentración de 4 copépodos/ml, en una relación macho: hembra 2:2. Durante ocho días en cada recipiente se realizó diariamente la recolección de alícuotas de 40 ml de la columna de agua con la ayuda de una manguera plástica de 3/16 pulgadas de diámetro para determinar la densidad absoluta de los copépodos. Inmediatamente después de tomar la muestra, se fijó con lugol al 2% y se procedió a la revisión en un microscopio estereoscópico Wild-3. Al final de la experiencia se determinó la densidad absoluta (DA), la tasa instantánea de crecimiento (K), tiempo de duplicación (TD) y rendimiento

(R), según lo propuesto por Vallejos et al. (1991) utilizado en el cultivo de zooplancton. Los valores de densidad absoluta contabilizados diariamente en cada recipiente al comprobar los supuestos de la varianza debieron ser transformados a \sqrt{x} para su normalización y así fueron estudiados por análisis de varianza. Las diferencias entre los valores promedios fueron identificadas con la prueba *a posteriori* Tukey (Sokal & Rohlf 1979).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de DA, K, TD y R del copépodo *O. ovalis* alimentados con las cuatro especies de microalgas fueron diferentes ($F= 67,4$; $P \leq 0,01$). Igualmente se encontró diferencia significativa entre los valores promedio de las réplicas; esto fue debido a la heterogeneidad de los valores solamente durante los días de cultivo tercero y cuarto. Al comparar los valores de DA de los copépodos alimentados con las cuatro microalgas no se encontró diferencias en los tres primeros días ($F= 5,5$; $P \leq 0,01$). Al cuarto y quinto día los mayores valores promedio se encontraron en la población de copépodos alimentados con *D. salina* y *T. chui* ($F= 20,7$ y $14,1$). Durante los días sexto, séptimo y octavo la población de copépodos alimentados con *Chlorella* sp. fue la de menor densidad absoluta que con las otras tres microalgas ($F= 55,6 - 71,2$) (Fig. 1). Así, los mayores valores promedio fueron obtenidos en los recipientes donde a los copépodos se les suministró *D. salina*, *T. chui*, y *N. oculata* mientras que los valores menores se obtuvieron donde existía *Chlorella* sp. Caric et al. (1993) obtuvieron los mejores índices de DA y TD utilizando las microalgas *Nannochloropsis* sp. y *Dunaliella tertiolecta* como alimento de rotíferos. Mientras que Rueda-Jasso (1996) señalan que en sus condiciones de trabajo, *Chlorella* sp. fue la microalga con mayor cantidad de lípidos y proteína y en segundo lugar *Nannochloropsis* sp.

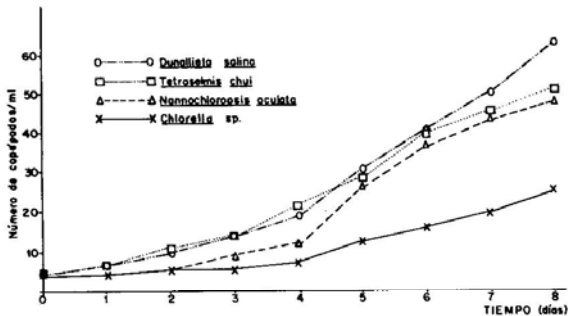


Figura 1. Valores promedio de la densidad absoluta de los Copéodos (copéodos/ml) inoculados en los cultivos de las microalgas *Dunallia salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* y *Chlorella* sp. durante ocho días.

Figure 1. Average value of absolute density of the copepods (copepods/ml) feed on the microalgae *Dunallia salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* y *Chlorella* sp. for eight days.

CULTIVO CON *D. salina*.

El crecimiento de la población de *O. ovalis* cuando se inoculó en *D. salina* a densidad de 3×10^5 células/ml fue lento (Fig. 2A), típico de los cultivos de fitoplancton y zooplancton (Snell 1991). Se observó que las hembras adultas de los copéodos incrementaron el número de huevos en sus dos masas ovígeras a medida que aumentaba el tiempo de permanencia en la microalga. Esto último incide en el número de copepoditos nacidos durante los ocho días que duró el trabajo. El valor promedio de DA durante los ocho días de cultivo fue diferente ($F=176.7$; $P<0.01$). La prueba *a posteriori* señaló, al igual como ocurrió con las otras microalgas, que los primeros cuatro días cuando el cultivo de las microalgas permaneció estacionario, no se encontró diferencia entre los valores de la DA, debido a la acumulación de sustancias amoniacales de las heces de los copéodos. Se ha demostrado que estas sustancias hacen variar la eficiencia de la microalga como

alimento, o reduce el tiempo de pasaje en el sistema digestivo de los copéodos (Smaal 1991). El DA durante los días quinto y sexto fue mayor a los anteriores y diferente al de los días séptimo y octavo, que fue cuando las poblaciones alcanzaron los mayores valores promedio de crecimiento poblacional y la concentración de microalga fue de $20 \pm 5 \times 10^3$ células/ml (Fig. 2A).

El crecimiento poblacional varió entre 4 y 63 copéodos/ml; en las muestras el mayor número estaba constituido por copepoditos y escasamente por adultos. Debido a la velocidad de escape durante los muestreos y que por lo general los adultos viven adheridos a las paredes de los recipientes (Torrentera & Tacon 1989), se produce un error de sesgo. Esto es característico de los copéodos y así son presa fácil de las larvas de algunos peces que consumen el alimento en estos sitios como es *Chaetodipterus faber* Broussonet 1782 (Rosas *et al.* 1993).

Los valores de K, TD y R obtenidos, presentados en la Tabla 1 fueron mayores a los señalados por Fukusho (1980) quien en recipientes de 200 m³ realizó el cultivo mixto

del rotífero *B. plicatilis* y el copépodo *T. japonicus* alimentados con la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, obteniendo de 10 a 22 copépodos/ml.

Tabla 1. Valor promedio de la densidad absoluta (DA), tasa instantánea de crecimiento (K), tiempo de duplicación (TD) y rendimiento (R) de copépodos alimentados con las microalgas *Dunalliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* y *Chlorella* sp.

Table 1. Average value of absolute density (DA), the instant growth rate (K), doubling time (TD) and yield (R) of copepods reared on four microalgae *Dunalliella salina*, *Tetraselmis chui*, *Nannochloropsis oculata* y *Chlorella* sp.

	<i>D. salina</i>	<i>T. chui</i>	<i>N. oculata</i>	<i>Chlorella</i> sp.
DA (cop./ml)	58,67±2,52	47,33±3,05	44,33±2,52	21,00±4,00
K (ind./ml/día)	0,34±0,007	0,32±0,001	0,31±0,007	0,15±0,012
TD (día)	2,03±0,039	2,14±0,019	2,23±0,047	3,07±0,271
R (cop./ml/día)	7,37±0,25	5,92±2,54	5,54±0,314	2,63±0,50

CULTIVO CON *T. chui*

En el cultivo con esta microalga los valores promedio de DA, K, TD y R fueron diferentes durante los ocho días de cultivo (F= 60,2; P<0,01). La prueba Tukey indicó que el DA de los copépodos alimentados con *T. chui* durante los primeros seis días de cultivo no fue diferente. Mientras que estos valores fueron menores a los alcanzados en los días séptimo y octavo, cuando la concentración de la microalga fue de $20 \pm 6 \times 10^3$ células/ml (Fig. 2B). En esta experiencia los valores de crecimiento diario variaron entre 4 y 51 copépodos/ml, valores promedio mayores comparativamente a los señalados por Fukusho (1980). Rosas et al. (1993) alimentando con la misma microalga, en un tiempo menor y en recipientes de 3 ml, obtuvieron 33 individuos/ml.

Los análisis químicos realizados por Cordero & Voltolina (1994) señalan que *Tetraselmis* sp. posee en sus tejidos alta relación de contenido proteína/volumen celular, al compararla con otras especies de microalgas utilizadas en acuicultura y su digestión es

baja debido a que presenta un pared celular rígida que es difícil de digerir.

Según Laing & Millican (1986) y Laing & Gil (1991), en la alimentación de juveniles de varios bivalvos de interés comercial se utiliza la microalga *Tetraselmis suecica* que posee un moderado valor alimenticio. Albentosa et al. (1997) al analizar el valor alimenticio y la digestibilidad de varias microalgas, encontraron que *T. suecica* fue superada por *Isochrysis galbana*.

En los recipientes de estos copépodos se observó abundante masa oval y huevos dispersos, debido al exceso de aireación que afectó negativamente sobre las hembras ovíferas, donde se cuantificó que el número de huevos varió de 13 a 23. Asimismo se observó que las características de los recipientes es un factor incidente en la producción de huevos y nacimiento de nauplios. Rosas et al. (1993) observaron en un cultivo que las hembras ovíferas portaban hasta 27 huevos en ambas masas.

CULTIVO CON *N. oculata*.

Los valores promedio de DA, K, TD y R fueron diferentes durante los ocho días de cultivo ($F=85,2$; $P\leq 0,01$). La prueba *a posteriori* señaló que en los cuatro primeros días de cultivo estos valores promedio no fueron diferentes. Los valores promedio fueron mayores desde el quinto hasta el octavo día al compararlo con los de los cuatro días anteriores; el octavo día la concentración de la microalga fue de $45\pm 5 \times 10^3$ células/ml.

La producción de copépodos alimentados con esta microalga fue lenta (Fig. 3A) y los valores de crecimiento poblacional variaron de 4 a 28 individuos/ml aunque esta microalga contiene ácidos grasos insaturados C20:5 y C22:6 (NERC 1988). El factor que influyó en este crecimiento fue la alta concentración de *N. oculata*, ya que la cantidad de alimento disponible para los copépodos afecta el desarrollo y el tiempo de duración de los estadios (Amarasinghe *et al.* 1997) e impidió el desarrollo normal de la población. Una situación similar fue reportada por Pascual & Yúfera (1983) al trabajar con el rotífero *B. plicatilis*. Alvarez-Lajonchere *et al.* (1996) utilizaron con buenos resultados *N. oculata* y *Oithona* sp. en la alimentación de larvas de *Eugerres brasiliensis*. Hirayama *et al.* (1979) aseguran que *Nannochloropsis* sp. fue un excelente alimento en el cultivo de rotíferos al compararla con otras ocho especies de microalgas. Así, Snell (1991) señaló que los alimentos fitoplactónicos influyen significativamente en el crecimiento del rotífero *B. plicatilis*, que posee comportamiento similar de alimentación a *O. ovalis*.

CULTIVO CON *Chlorella* sp.

Los valores promedio de DA de los copépodos obtenidos en los estanques donde existía esta microalga fueron menores al compararlos con los de las otras microalgas. El DA, K, TD y R de los copépodos cuando se colocaron con esta microalga fueron diferentes durante

los ocho días de cultivo ($F= 47,6$; $P\leq 0,01$) (Tabla 1). La prueba Tukey indicó que el crecimiento promedio poblacional no fue diferente los cuatro primeros días. Estos valores promedio desde el cuarto hasta el octavo día fueron mayores a los anteriores, con una concentración de la microalga de $50\pm 4 \times 10^3$ células/ml (Fig. 3B). En esta experiencia se observó que esta microalga sedimentó rápidamente y los valores de crecimiento poblacional variaron de 4 a 25 individuos/ml. No obstante otros autores señalan que *Chlorella* sp. es una de las microalgas que mejores resultados desarrolla cuando se utiliza como alimento de *T. japonicus* conjuntamente con el rotífero *B. plicatilis* (Watanabe *et al.* 1983, Orhun *et al.* 1991, Cabrera 1993)

Los valores promedios de la DA, K, TD y R fueron diferentes y menores ($F= 67,4$; $P\leq 0,01$) a los obtenidos cuando se cultivó a los copépodos con las otras microalgas. Sin embargo, estos resultados son mayores a los obtenidos por Fukusho (1980) y Fermín (1986).

Uhling (1984), alimentando el copépodo *Tisbe holothuriae* con la diatomea *Skeletonema costatum* obtuvo nacimientos de 25 nauplios de copépodos por día, confirmando que el tipo y calidad del alimento es un factor que determina la producción de huevos y nauplios de los copépodos. Según Hopp *et al.* (1997) los copépodos tuvieron una baja reproducción y los adultos un desarrollo corto al alimentarlos con dietas monoespecíficas, siendo superados cuando los organismos consumieron alimentos mixtos.

En el trabajo de Rueda-Jasso (1996) el DA de los rotíferos se incrementó al aumentar la densidad de *Chlorella* sp. manteniendo una densidad estable entre las diferentes concentraciones utilizadas, debido a que las microalgas no fueron consumidas por los rotíferos.

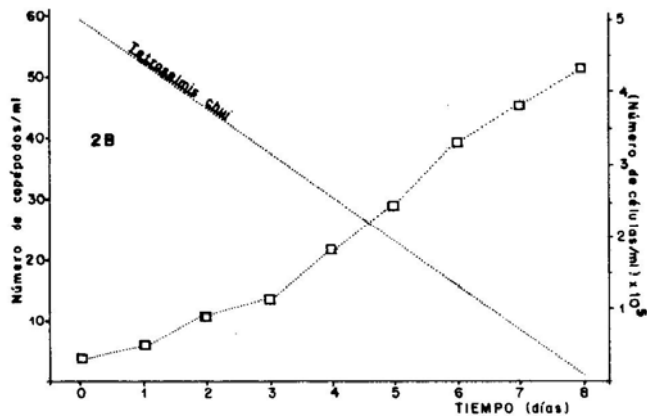
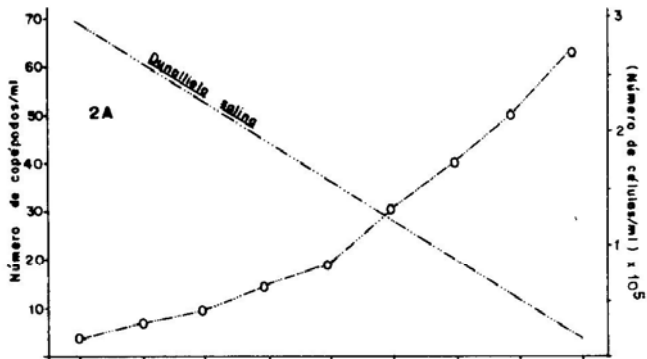


Figura 2. Valores promedio de la densidad absoluta de los copéodos (copéodos/ml) inoculados en los cultivos de las microalgas y la variación de la concentración de las mismas, por ocho días. 2A: *Dunallia salina*. 2B: *Tetraselmis chui*.

Figure 2. Average values of absolute density of the copepods (copepods/ml) fed on the microalgae and variation of density of the microalgae for eight days. 2A: *Dunallia salina*. 2B: *Tetraselmis chui*.

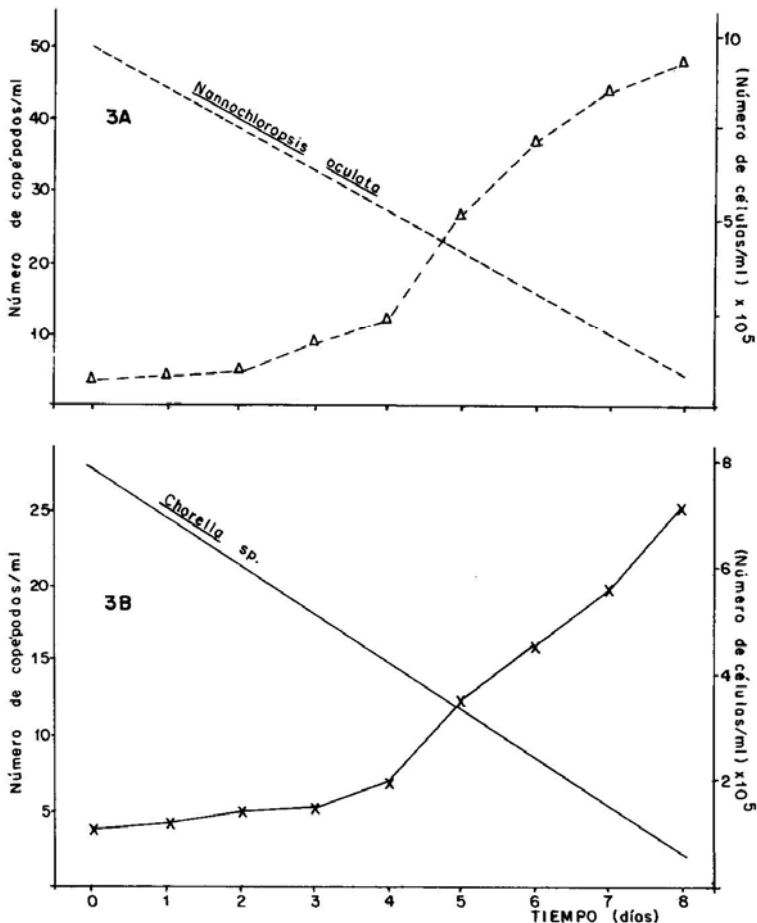


Figura 3. Valores promedio de la densidad absoluta de los copépodos (copépodos/ml) inoculados en los cultivos de las microalgas y la variación de la concentración de las mismas. 3A: *Nannochloropsis oculata*. 3B: *Chlorella* sp.

Figure 3. Average values of absolute density of the copepods (copepods/ml) fed on the microalgae and the variation of density of the microalgae for eight days. 3A: *Nannochloropsis oculata*. 3B: *Chlorella* sp.

El presente trabajo fue preliminar para luego realizar experimentos factoriales donde se estudiará variables como la densidad del inóculo de la microalga, la densidad inicial de los copépodos, la temperatura y el fotoperíodo del cultivo.

CONCLUSIONES

Utilizando como criterio de evaluación en el crecimiento del copépodo *Oithona ovalis* al

inocularlo en las microalgas durante un crecimiento progresivo en ocho días, se concluye que la mejor especie de microalga fue *Dunaliella salina*, seguida en orden decreciente por *Tetraselmis chui* y *Nannochloropsis oculata*. La microalga que produjo menores valores en el crecimiento progresivo del copépodo fue *Chlorella* sp.

LITERATURA CITADA

- Albentosa M, A Pérezcamacho, U Labarta & MF Fernándezreiriz. 1997. Evaluation of freeze-dried microalgal diets for the seed culture of *Ruditapes decussatus* using physiological and biochemical parameters. *Aquaculture* 154: 305-321.
- Alvarez-Lajonchere L, L Pérez S, O G Hernández M & E Torres G. 1996. Mass production of striped patao *Eugerres brasiliensis* juveniles in Cuba. *Journal of World Aquaculture Society* 27: 347-352.
- Amarasinghe PB, M Boersma & J Vijerberg. 1997. The effect of temperature, and food quantity and quality on the growth and development rates in laboratory-cultured copepods and cladocerans from a Sri Lankan reservoir. *Hydrobiologia* 350: 131-144.
- Anraku M. 1979. Mass culture of zooplankton as food for fish larvae, 142 p. Nihon. Shigenhog, Kyokai, Tokyo.
- Cabrera BT. 1993. The nutritional value of live feeds and egg quality on the larval growth and survival of flounder (*Paralichthys olivaceus* Temminck et Schlegel). PhD. Dissertation, 199 p. National Fisheries University of Pusan.
- Caric M, J Sanko-Njire & B Skaramuca. 1993. Dietary effects of different feeds on the biochemical composition of the rotifer (*Brachionus plicatilis* Müller). *Aquaculture* 110: 141-150.
- Cordero EB & D Voltolina. 1994. Growth of *Mytilus galloprovincialis* fed with four microalgae and two feeding regimes. *Journal of World Aquaculture Society* 25: 471-476.
- Delbare DP Dhert & P Lavens. 1996. Zooplankton. En: Lavens, P & P Sorgeloos (eds), Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO: 319-357, Bélgica.
- Fermín C. 1986. Efecto de la temperatura y la dieta en algunos aspectos de la biología de *Oithona hebes* (Copepoda: Cyclopoidae). Trabajo para Licenciado, 93 p. Cumaná, Venezuela.
- Fukusho K. 1980. Mass production of a copepod, *Tigriopus japonicus* in combination culture with a rotifer, *Brachionus plicatilis*, fed as a food source. *Bulletin Japan Society Science Fisheries* 46: 625-629.
- Fukusho K. 1991. Review of the research status of zooplankton production in Japan. In: Fulks, W & K Main (eds), Rotifer and microalgae culture systems. Proceeding of a US-ASIA workshop. The Oceanic Institute : 54-60, Honolulu.
- Heath PL & CG Moore. 1997. Rearing dover sole larvae on *Tisbe* and *Artemia* diets. *Aquaculture International* 5: 29-39.
- Hirayama K, K Takagi & H Kimura. 1979. Nutritional effect of eight species of marine phytoplankton on population growth of the rotifer *Brachionus plicatilis*. *Bulletin Japanese Society Fisheries* 45: 11-16.
- Hoff FH & TW Snell. 1993. Plankton culture manual. 147 p. Florida Aqua Farms, Inc. Eds. 3th ed.

- Hopp U, G Maier & R Bleher. 1997. Reproduction and adult longevity of five species of planktonic cyclopoid copepods reared on different diets: a comparative study. *Freshwater Biology* 38: 289-300.
- Iwasaki H & S Kamiya. 1977. Cultivation of marine copepods. *Pseudodiaptomus marinus* Sato. *Bulletin Plankton Society Japan* 24: 44-54.
- Keats DW & DH Steele. 1993. Food of 0-group ocean pout (*Macrozoarces americanus* Schnieider) in eastern Newfoundland- the importance of harpacticoid copepods. *Journal of Fish Biology* 42: 145-148.
- Kinne O. 1977. Cultivation of animals axenic cultivation. En: Kinne, O (ed), *Marine Ecology*, Vol. 5, part 3. Wiley Interscience: 1295-1314, Nueva York.
- Laing I & PF Millican. 1986. Relative growth and growth efficiency of *Ostrea edulis* L. spat fed various algal diets. *Aquaculture* 54: 245-262.
- Laing I & VC Gil. 1991. Nutritional value of spray-dried *Tetraselmis suecica* for juvenile bivalves. *Aquaculture* 92: 207-218.
- Li Y, S Jin & J Qin. 1996. Strategies for development of rotifer as larval fish food in ponds. *Journal of World Aquaculture Society* 27: 178-186.
- Ludwig GM. 1993. Effects of trichlorfon, fenthion and diflubenzuron on the zooplankton community and on production of reciprocal-cross hybrid striped bass fry in culture ponds. *Aquaculture* 110: 301-319.
- Nellen W. 1984. Live animal food for larval rearing in aquaculture. non-*Artemia* organisms. 215-249. *Proceeding Venice Conference*.
- Natural Environment Research Council (NERC). 1988. Culture collection of algae and protozoa. Catalogue of strains. AS Thompson, JC Redes & I Pettman (eds), 164 p, Londres.
- Omori M. 1973. Cultivation of marine copepods. *Bulletin Plankton Society Japan* 20: 3-11.
- Orhun MR, RJ Stephen & DB Kent. 1991. Practical approach to high density production of the rotifer *Brachionus plicatilis*. En: Fulks, W & K Main (eds), *Rotifer and microalgae culture systems*. *Proceeding of a US-ASIA workshop*. The Oceanic Institute: 73-78. Honolulu.
- Pascual E & M Yúfera. 1983. Crecimiento en cultivo de una cepa de *Brachionus plicatilis* O. F. Muller en función de la temperatura y la salinidad. *Investigaciones Pesqueras* 47: 151-159.
- Reitan K I, JR Rainuzzo, G Oie & Y Olsen. 1997. A review of the nutritional effects of algae in marine fish larvae. *Aquaculture* 155: 207-221.
- Rosas J, O Gómez & A Gómez. 1993. Crecimiento y cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* aislado en una laguna costera de la isla de Margarita. *Acta Científica Venezolana* 44: 4.
- Rueda-Jasso RA 1996. Efecto nutricional de tres microalgas y una cianobacteria en el cultivo del rotífero *Brachionus plicatilis* Müller. 1786. *Ciencias Marinas* 22: 313-328.
- Smaal A. 1991. The ecology and cultivations of mussels: new advances. *Aquaculture* 94: 245-261.
- Snell TW. 1991. Improving the design of mass culture systems for the rotifer *Brachionus plicatilis*. En: Fulks, W & K Main (eds). *Rotifer and microalgae culture systems*. *Proceeding of a US-ASIA workshop*. The Oceanic Institute : 61-71, Honolulu.
- Sokal RR & FJ Rohlf. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*, 832 p. H. Blume, Madrid, España.
- Sorgeloos P & P Léger. 1992. Improved larviculture outputs of marine fish, shrimp and prawn. *Journal of World Aquaculture Society* 23: 251-264.
- Stottrup JG & NH Norsker. 1997. Production and use of copepods in fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-247.
- Szyper JP. 1989. Nutritional depletion of the aquaculture food organisms *Euterpina acuatitrons*, *Artemia* sp. and *Brachionus plicatilis* during starvation. *Journal of World Aquaculture Society* 20 : 162-168.

- Torrentera BL & AJ Tacon. 1989. La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura, Brasilia (Brazil), 97 p. Doc. 12. FAO. GCP/RLA/075/ITA.
- Uhling G. 1984. Progress in mass cultivation of harpacticoid copepods for mariculture purposes. Special Publication European Mariculture Society 8 : 261-273. Bélgica.
- Vallejo IA, F Newmark & MM Criales. 1991. Efecto de la salinidad sobre el crecimiento poblacional y el rendimiento de *Brachionus plicatilis* (Cepa Ciénega Grande de Santa Marta) Instituto de Investigaciones de Punta Betón 21: 71-77.
- Watanabe TC, Kitajima & S Fujita. 1983. Nutritional value of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review. *Aquaculture* 34 : 115-143.
- Zoppi E. 1974. Comparación de algunas características del plancton entre las lagunas costeras de Tacarigua y Unare. Venezuela. Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente 13: 129-149.