

# Crecimiento poblacional y valor nutricional del copépodo *Oithona ovalis*, Herbst 1955 (Copepoda: Cyclopoida) alimentado con cuatro especies de microalgas

Jesús Rosas<sup>1\*</sup>, Gustavo Cabrera<sup>2</sup>, Aide Velásquez<sup>3</sup> y Tomas Cabrera<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Científicas. <sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela.

<sup>3</sup>Universidad de Oriente, Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar. Boca de Río, Isla de Margarita. Venezuela.

Recibido: 15-01-05 Aceptado: 25-04-07

## Resumen

Los copépodos son organismos que han adquirido importancia para resolver los problemas del cultivo larval de peces y crustáceos, logrando cubrir la primera etapa de su alimentación. Durante cinco días se cultivó el copépodo *Oithona ovalis* en recipientes de 250 L de capacidad, alimentados separadamente por triplicado, con las microalgas *Tetraselmis chuii* (0,3 – 0,5 cel/mL)x10<sup>6</sup>, *Nannochloropsis oculata* (10–20 cel/mL)x10<sup>6</sup>, *Isochrysis galbana* (1,5 y 2 cel/mL) x10<sup>6</sup> y *Chlorella* sp (1,5 y 2 cel/mL) x10<sup>6</sup> con el fin de determinar su crecimiento poblacional y su valor nutricional. La densidad inicial de copépodos empleada fue entre 5 y 7 ind/mL. A los cinco días una vez terminado el periodo de cultivo se procedió al conteo de los copépodos, y se filtraron las poblaciones enteras de cada tratamiento, por separado, para los análisis químicos correspondientes. La densidad promedio de cada tratamiento fue mayor con *T. chuii* (58,67 ± 2,52 ind/mL), seguida por *I. galbana* (52,43 ± 2,21 ind/mL), *N. oculata* (44,31 ± 5,02 ind/mL) y *Chlorella* sp 41,00 ± 4,00 ind/mL). El porcentaje de materia seca para cada población de copépodos alimentada con las diferentes microalgas osciló entre 90,92 ± 0,21% (*Chlorella* sp.) y 94,94 ± 0,65% (*I. galbana*), el de materia inorgánica entre 49,99 ± 0,84 (*N. oculata*) y 62,27 ± 0,27 (*Chlorella* sp.)%, de materia orgánica entre 38,70 ± 0,64 (*I. galbana*) y 46,21 ± 0,54 (*T. chuii*)%, el de lípidos totales entre 3,62 ± 0,19 (*I. galbana*) y 5,24 ± ,45 (*T. chuii*)%, el de proteína entre 11,27 ± 1,01 (*N. oculata*) y 14,38 ± 0,99 (*I. galbana*)% y el de carbohidratos entre 40,01 ± 1,08 (*T. chuii*) y 45,25 ± 0,83 (*Chlorella* sp.)%. No se encontró diferencias estadísticas entre el crecimiento poblacional, ni entre el contenido de proteínas ni ácidos grasos de los copépodos alimentados con dietas monoalgales, por lo que cualquiera de estas microalgas puede utilizarse para la producción masiva de este copépodo.

**Palabras clave:** Crecimiento; dietas monoalgales; *Oithona ovalis*; valor nutricional.

\* Autor para la correspondencia. E-mail: rosas@ne.udo.edu.ve. Telefax. 02952913150.

# Population growth and nutritional value of the copepod *Oithona ovalis* Herbst 1955 (Copepoda: Cyclopoida) fed on four different microalgae

## Abstract

Copepods are organisms that have acquired importance to solve culture larval fish and crustaceans problems, covering the first phase of their feeding. During five days the copepod *Oithona ovalis* was cultured in 250 L recipients, feeding separately by triplicate, on the microalgae *Tetraselmis chuii* ( $0.3 - 0.5 \text{ cell/mL} \times 10^6$ ), *Nannochloropsis oculata* ( $10-20 \text{ cell/mL} \times 10^6$ ), *Isochrysis galbana* ( $1.5 \text{ y } 2 \text{ cell/mL} \times 10^6$ ) y *Chlorella* sp ( $1.5 \text{ y } 2 \text{ cell/mL} \times 10^6$ ). The initial copepods density was between 5 and 7 ind/mL. At five days after finished the culture period the copepods were accounted and complete population were filtered separately for corresponding chemical analysis. The average density for each treatment was higher for copepods fed on *T. chuii* ( $58.67 \pm 2.52 \text{ ind/mL}$ ), follow by *I. galbana* ( $52.43 \pm 2.21 \text{ ind/mL}$ ), *N. oculata* ( $44.31 \pm 5.02 \text{ ind/mL}$ ) and *Chlorella* sp ( $41.00 \pm 4.00 \text{ ind/mL}$ ). The dry matter percentage for each copepods population fed on different microalgae varied between  $90.92 \pm 0.21\%$  (*Chlorella* sp.) and  $94.94 \pm 0.65\%$  (*I. galbana*), the inorganic matter percentage between  $49.99 \pm 0.84$  (*N. oculata*) and  $62.27 \pm 0.27$  (*Chlorella* sp.)%, the organic matter varied between  $38.70 \pm 0.64$  (*I. galbana*) and  $46.21 \pm 0.54$  (*T. chuii*)%, the total lipids varied between  $3.62 \pm 0.19$  (*I. galbana*) and  $5.24 \pm 0.45$  (*T. chuii*)%, the protein varied between  $11.27 \pm 1.01$  (*N. oculata*) and  $14.38 \pm 0.99$  (*I. galbana*)% and the carbohydrates percentage varies between  $40.01 \pm 1.08$  (*T. chuii*) and  $45.25 \pm 0.83$  (*Chlorella* sp.)%. These were not results statistical differences between population growth neither protein nor fatty acids contents of copepods fed on monoalgal diets. It is found that any of these microalgae should be used for mass production on this copepod.

**Key words:** Growth; monoalgal diets; nutritional value; *Oithona ovalis*.

## Introducción

Los copépodos son organismos zooplanctónicos de relevante importancia en la actualidad y con un gran futuro en el campo de la acuicultura (1-4), debido a que son el alimento por excelencia para la cría de larvas en el medio natural (5), aunque se han logrado la producción de altas densidades de ind/mL en condiciones controladas de cultivo (6), aún no se ha podido establecer un protocolo único para el cultivo, que conlleve al desplazamiento de los nauplios de *Artemia* en los grandes centros de producción de larvas de peces marinos (7). Sin embargo, se ha planteado, que en el futuro los copépodos, serán utilizados con mayor frecuencia en la alimentación masiva de aque-

llas larvas cuyo requerimientos nutricionales no puedan ser cubiertos, tanto por los rotíferos como por los nauplios de *Artemia* (8).

Entre las especies de copépodos ensayados en Acuicultura destacan *Acartia tsuensis* (5), *A. sinjensis*, *Paracalanus* sp, *Pseudodiaptomus* sp y *Oithona* sp, esta última con mayor potencialidad de cultivo (2), teniéndose como problema inmediato la obtención de altas densidades por litro (5, 9); así como lo relacionado con una infraestructura en paralelo con los cultivos masivos de *B. plicatilis*.

En la nutrición de larvas de peces se ha referido la utilización de copépodos marinos (3, 5) siendo hasta el presente la especie *Tigriopus japonicus* la de mayor uso y más

ampliamente estudiada (10). Sin embargo, su mayor densidad poblacional se ha logrado obtener cuando se cultiva en combinación con el rotífero *B. plicatilis* (11).

Los copépodos consumen gran variedad de alimento vivo, destacando las microalgas (2- 4), materia orgánica particulada como harinas de pescado, *Ulva* sp, y levadura, las cuales son transformadas en nutrientes para un posterior aprovechamiento por las larvas de peces en cultivo (12). Sin embargo, los valores de proteínas, grasas, energía dependen exclusivamente del tipo de alimento que se les suministra a los organismos zooplanctónicos en cultivo o cuando se someten a un proceso de enriquecimiento (13).

En Venezuela, los copépodos han sido estudiados desde el punto de vista ecológico (14) y su relación con la presencia de algunos parámetros físico-químicos, sin embargo, los esfuerzos sobre su aislamiento y posterior cultivo son escasos (9, 15, 16). Más aún son escasas las referencias bibliográficas, que tratan sobre su uso en larvicultura de peces, a pesar del gran auge que se vislumbra para la región Nororiental del país (4, 17, 18). Por lo que se propone estudiar el crecimiento poblacional y el contenido nutricional (proteínas, lípidos y carbohidratos) de *Oithona ovalis* alimentado con microalgas (*Tetraselmis chui*, *Nannochloris oculata*, *Chlorella* sp. e *Isochrysis galbana*) a temperatura no controlada.

## Materiales y Métodos

### Cultivo de *Oithona ovalis*

La cepa de *O. ovalis* empleada en esta experiencia fue aislada de la salina de Pamparar, Isla de Margarita (16) y se mantiene en el Laboratorio de Zooplancton del Instituto de Investigaciones Científicas (IIC) de la Universidad de Oriente. Los copépodos fueron alimentados durante un periodo de tres semanas con cada una de las microalgas: *Tetraselmis chui* (Butcher 1959), *Nannochlo-*

*ris oculata* (Droop) Hibberd 1981, *Isochrysis galbana* Parke (Parke, 1971) y *Chlorella* sp. Turner 1976, cultivadas en recipientes de vidrio de 18 L hasta alcanzar una densidad suficiente para iniciar la experiencia (19). Luego fueron trasvasados a 12 recipientes de 250 L, cilindro-cónicos de policarbonato con 150 L de agua de mar filtrada a salinidad de  $39,41 \pm 1,97$  psu y en condiciones no controladas de temperatura ( $30,12 \pm 1,36^\circ\text{C}$ ), cada recipiente fue provisto de aireación constante y suave para evitar el posible desprendimiento de masas ovíferas (20). Tres recipientes fueron inoculados con *T. chui* ( $0,3- 0,5$  cel/mL)  $\times 10^6$ , tres con *N. oculata* ( $10- 20$  cel/mL)  $\times 10^5$ , tres con *I. galbana* ( $1,5$  y  $2$  cel/mL)  $\times 10^5$  y los tres restantes con *Chlorella* sp. ( $1,5$  y  $2$  cel/mL)  $\times 10^5$  (1). La población de copépodos empleada estuvo constituida por adultos ( $40,12 \pm 5,09\%$  de hembras y  $32,42 \pm 4,61\%$  de machos) y copepoditos ( $27,46 \pm 4,50\%$ ) en estadio iv (21), los copépodos fueron inoculados al azar procurando una densidad inicial de 5 a 7 ind/mL, en sus respectivos envases de cultivo y se alimentaron durante cinco días, cada tratamiento se realizó por triplicado. Luego se procedió al filtrado del contenido de cada cilindro por separado, empleando un tamiz de  $40 \mu\text{m}$  de abertura. El material filtrado se colocó en cápsulas de petri de 100 mL y se secó a  $60^\circ\text{C}$  por 48 h hasta peso constante, las muestras parcialmente secas se colocaron en recipientes de vidrio para su posterior determinación por triplicado de las fracciones totales de proteínas mediante el método de semicromatografía (22), lípidos mediante el método de Goldfish (23) y carbohidratos según lo descrito por Marcano (24), todo lo anteriormente definido en el manual de AOAC (25).

Todos los supuestos requeridos por las pruebas paramétricas utilizadas (Anova simple) fueron evaluados previamente, en todos los casos se utilizó  $\alpha=0,05$  y en caso de encontrarse diferencias significativas se aplicará la prueba *a posteriori* de Tuckey (26).

## Resultados y Discusión

### Crecimiento poblacional

El crecimiento poblacional de *O. ovalis* presentó valores entre  $41,00 \pm 4,00$  y  $58,67 \pm 2,52$  ind/mL durante todo su cultivo, el máximo valor obtenido en la fase exponencial fue con *T. chuii* (Tabla 1) el cual es mayor al referido por (10, 16) pero similar a los reportados por (27). Los copépodos ciclopoideos tienen preferencia por los protozoarios y las microalgas móviles (28), debido a que la energía involucrada para la captura de partículas de tamaño pequeño y de rápido movimiento es muy bajo (21), lo cual explica el mayor crecimiento poblacional en *Oithona ovalis* alimentado con *T. chuii*, además la influencia de la concentración del alimento, cuyo rango empleado se encuentra entre el recomendado (7). No obstante, se señala que las microalgas cocales y las diatomeas son pobremente digeridas por *Cyclops vicinus*, afectando la duración de los estadios de copepoditos (29).

El crecimiento con *I. galbana* varió entre  $8,56 \pm 3,17$  y  $52,43 \pm 2,21$  ind/mL, estos valores fueron similares a los obtenidos con *T. chuii*, pero mayores a los obtenidos con *Chlorella sp.* y *N. oculata*. En general, estos valores fueron superiores a los señalados por (30, 31) quienes refieren entre 10 y 25 ind/mL. La microalga *I. galbana* es señalada como la especie de más amplio uso en la nutrición de copépodos marinos por su contenido en lípidos y su movilidad (29), su alto

valor de PUFA (n-3) se incrementan más cuando se suministra junto con otras especies de microalgas (32).

La especie *N. oculata* suministrada como alimento monoalgal, no parece ser la más indicada para copépodos (33), pero como dieta mixta junto con *Brachionus plicatilis* suele incrementar satisfactoriamente las poblaciones del copépodo *Tigriopus japonicus* (34).

Los copépodos alimentados con *Chlorella sp.* (Tabla 1), produjeron los menores valores de crecimiento ( $41,00 \pm 4,00$  ind/mL), sin embargo, estos fueron mayores a los indicados por (35) quien señala hasta 25 ind/día con la microalga *Skeletonema costatum*. La microalga *Chlorella sp.*, es la más usada en la producción de larvas de peces marinos en Japón (36), utilizándose además como alimento vivo en combinación con rotíferos y copépodos (37). Al parecer los problemas con *Chlorella sp.*, están relacionados con la densidad empleada en la alimentación de copépodos igual que con los rotíferos (38).

En esta investigación las condiciones de cultivo fueron no controladas, sin embargo tanto el valor promedio de temperatura ( $30,12 \pm 1,36^\circ\text{C}$ ) como de salinidad ( $39,41 \pm 1,97$  psu) no excedieron los valores recomendados para el cultivo de especies tropicales, que en algunos casos puede producir mortalidad de la población cuando se excede del promedio ambiental de donde proceden los organismos en cultivo (7).

Tabla 1

Valores promedio del crecimiento (Ind/mL) en fase exponencial del copépodo *Oithona ovalis*, alimentado con las microalgas *T. chuii*, *Chlorella sp.*, *I. galbana* y *N. oculata*

Alimento vivo	Copépodos Ind/mL	Concentración Inicial microalgas cel/mL	Concentración final microalgas cel/mL
<i>T. chuii</i>	$58,67 \pm 2,52$	$0,7$ a $0,9 \times 10^6$	$43,7 \pm 3,8 \times 10^3$
<i>Chlorella sp.</i>	$41,00 \pm 4,00$	$1,0$ a $2 \times 10^6$	$47,2 \pm 1,3 \times 10^3$
<i>I. galbana</i>	$52,43 \pm 2,21$	$1,4$ a $1,5 \times 10^6$	$41,3 \pm 3,6 \times 10^3$
<i>N. oculata</i>	$44,31 \pm 5,02$	$2,6$ a $2,6 \times 10^6$	$90,2 \pm 7,9 \times 10^3$

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias en el crecimiento poblacional entre las dietas empleadas para alimentar al copépodo *O. ovalis*.

### Contenido de la fracción de Proteínas

Durante el desarrollo de esta investigación, se detectó que los copépodos *O. ovalis* alimentados con la microalga *I. galbana* presentaron un contenido de proteína de  $14,38 \pm 0,9\%$  (Tabla 2) mayor que los obtenidos con *T. chuii*, *Chlorella* sp y *N. oculata*, sin embargo el análisis de la Varianza (Anova una Vía) no detectó diferencias; aunque los valores de proteínas obtenidos están entre los rangos señalados para el cultivo de organismos acuáticos (7, 12, 39).

Los copépodos marinos, ofrecen una gran variabilidad de tamaño y calidad (4), los cuales son capturados por las larvas de peces debido a su movimiento en zig-zag (40) además de que poseen un alto valor nutricional (13), señalándose que dicho valor nutritivo es más del doble de los aminoácidos libres que presentan los nauplios de *Artemia* (1).

La microalga *I. galbana*, ha sido referida ampliamente como dieta monoalgal en el cultivo de copépodos, sin embargo, su uso es más frecuente en dietas combinadas (7, 29), con las microalgas *Chaetoceros muelleri* y *Phaeodactylum tricornutum* para alimentar copépodos de uso en larvicultura de peces marinos por su excelente contenido de

lípidos y proteínas (29, 41). Registrándose valores de proteína entre 25,95; 22,95 y 6,51 % respectivamente, cuando se alimenta con las microalgas antes referidas (12). La composición química de los copépodos varían con respecto a la dieta, por ejemplo cuando se alimentan con levadura de pan, presentan menor cantidad de ácidos grasos que aquellos que se alimenta con levadura omega (7), esto ha sido ampliamente investigado en el copépodo *T. japonicus* lo cual también se refleja en la tasa de sobrevivencia y crecimiento (10). Otras referencia, han confirmado la correlación positiva de los niveles de PUFA de los copépodos con los de las microalgas empleadas para alimentarlos (1), así como de una relación directa de los niveles de PUFA (n-3) con la producción de nauplios (42).

Los copépodos del género *Oithona*, han sido los organismos zooplanctónicos más estudiado en la nutrición de larvas de peces marinos (10), posiblemente por su abundancia en el medio y a la variedad de tallas (43). Los copépodos ciclopoideos tienen mayor preferencia por las microalgas móviles que con las no móviles (28). Esto sugiere que en los ciclopoideos la mecanorecepción es el principal mecanismo para la detección del alimento, esto puede ser el caso para las microalgas *I. galbana* y *T. chuii*, las cuales fueron las que presentaron mayor cantidad de proteínas (Tabla 2).

Los valores, más bajos de proteína se detectaron cuando los copépodos fueron ali-

Tabla 2

Valores promedio (%) del contenido de materia seca, orgánica e inorgánica; fracción de lípidos, proteínas y carbohidratos, presentes en el copépodo *Oithona ovalis*, alimentado con las microalgas *T. chuii*, *Chlorella* sp, *I. galbana* y *N. oculata*.

Muestras	Mat. seca	Mat. inorg	Mat. org	Lip. total	Prot. total	Carb. total.
1	91,08 ± 0,23	50,05 ± 0,51	46,21 ± 0,54	5,24 ± 0,45	14,02 ± 0,29	40,01 ± 1,08
2	90,92 ± 0,21	62,27 ± 0,27	39,11 ± 0,91	4,58 ± 0,28	13,67 ± 0,63	45,25 ± 0,83
3	94,94 ± 0,65	50,90 ± 0,33	38,70 ± 0,64	3,62 ± 0,19	14,38 ± 0,99	42,63 ± 1,00
4	94,62 ± 0,67	49,99 ± 0,84	45,00 ± 0,77	3,87 ± 0,57	11,27 ± 1,01	40,43 ± 0,54

1= Alimentados con *T. chuii*. 2= con *Chlorella* sp. 3= con *I. galbana*. 4= con *N. oculata*.

mentados con las microalgas *N. oculata* y *Chlorella sp.*, (Tabla 2), no obstante el análisis de la Varianza (Anova una Vía) no detectó diferencias entre los valores de esta fracción con respecto a *I. galbana* y *T. chuii*. Hay pocos registros sobre el uso de *N. oculata* y *Chlorella sp.*, en la alimentación y cultivo de copépodos marinos (44), sin embargo, se sabe que estas no son móviles (41). En esta experiencia el crecimiento poblacional fue más elevado con *T. chuii* e *I. galbana* (Tabla 1), las cuales son especies atractivas para los copépodos pelágicos, que prefieren las microalgas flageladas móviles (45). Los elementos antes referidos, son los factores incidentes en los valores de proteínas, lípidos y minerales en especies zooplanctónicas que las ingieren (46).

En general, los copépodos poseen altos valores nutricionales, dado que su composición química varía con la dieta, llegando en algunos de los casos a contener entre 44 y 52 % de aminoácidos libres y de PUFA con predominio de fosfolípidos más que los de triglicéridos (47).

### Contenido de Lípidos

Los máximos valores de la fracción de lípidos totales se obtuvo cuando los copépodos se alimentaron con la microalga *T. chuii* algo similar a lo ocurrido con los valores obtenidos de proteína (Tabla 2). El análisis de la Varianza (Anova una Vía) no mostró diferencias, los valores de lípidos señalados para copépodos varían entre 9,4 y 17,2 %, y su variabilidad esta relacionada con el alimento que se les suministra tanto en cultivo como de la sustancia empleada para enriquecerlos.

Los valores de lípidos en el copépodo *T. japonicus* se incrementan hasta un 6 % cuando se nutren con las microalgas *Dunaliella sp.*, y los valores de (n-3) HUFAs contenidos en sus tejidos favorecen la supervivencia de las larvas de peces que la consumen; asimismo se señala que *I. galbana* en combinación con *Rhodomonas sp.*, empleadas en la alimentación de *Acartia*

*tonsa* puede aumentar el contenido de lípidos hasta un 15% en un lapso de 24 horas (32).

Los niveles de PUFA son altos en *Oithona oculata* cuando se alimentan con *Chaetoceros muelleri* e *I. galbana* y decaen cuando son alimentados con *N. oculata* (2), se menciona los altos contenidos de lípidos presentes en copépodos y la relación con los niveles de PUFA (n-3) presente en *T. japonicus* (1, 48), sin embargo, no se indica la cantidad de estas sustancias, de modo que permita la comparación con los resultados obtenidos en esta investigación. Al respecto se señala que *O. ovalis* posee una concentración de  $5,72 \pm 0,20\%$  de lípidos cuando son alimentados con la microalga *C. gracilis* la cual presenta un contenido de lípidos del 13% (42, 49).

En general, el contenido de la fracción de lípidos y proteínas en copépodos, obtenidos en esta investigación, son similares a valores registrados en organismos que se suministran a larvas de peces y crustáceos (36, 50). Se ha establecido que el contenido de lípidos y la distribución de los ácidos grasos varía inter-específicamente (51) y de acuerdo a las condiciones del crecimiento poblacional (Tabla 2).

La identificación de los ácidos grasos en *O. ovalis* (Tabla 3) señala que *Chlorella sp.*, presenta el valor más elevado del Docosahexaenoico [DHA; 22:6(n-3)] uno de los tres esenciales en la dieta de los peces marinos y estuarinos (52), no obstante, el resto de las demás microalgas lo ofrecen por debajo del 0,01%. Igualmente se detectó la presencia del ácido Eicosapentanoico en los individuos alimentados con *I. galbana*. Lo antes referido, no descarta el uso de ninguna de las microalgas empleadas en esta experiencia, debido a la similitud de los resultados (Tabla 3).

### Contenido de Carbohidratos

Los valores de la fracción de los carbohidratos de acuerdo al análisis de la Varianza (Anova una Vía), no mostraron diferencia sig-

Tabla 3

Valores promedio (%) de ácidos grasos (Ac.) identificados en fase exponencial (Ind/mL) del copépodo *Oithona ovalis*, alimentados con las microalgas *T. chuii*, *Chlorella sp.*, *I. galbana* y *N. oculata*

Muestra	Ac. 16:0	Ac. 18:0	Ac. 18:2	Ac. 18:3	Ac. 20:5	Ac. 22:6
1	3,29 ± 1,20	2,64 ± 0,98	0,29 ± 0,15	4,92 ± 0,75	0,01	0,01
2	6,49 ± 0,12	7,58 ± 1,14	0,01 ± 0,01	0,01	0,01	0,26 ± 0,10
3	3,31 ± 1,01	13,06 ± 2,06	0,14 ± 0,01	1,05 ± 0,80	0,02 ± 0,01	0,01
4	12,56 ± 0,38	13,06 ± 0,41	0,29 ± 0,08	4,92 ± 1,60	0,01	0,01

1 = alimentados con *T. chuii*. 2 = con *Chlorella sp.* 3= con *I. galbana*. 4= con *N. oculata*

nificativa. Sin embargo, los resultados más elevados, se obtuvieron con *Chlorella sp.* En general, los carbohidratos no hacen aporte, en el desarrollo de la vida de las larvas de los peces, moluscos y crustáceos, por lo que no es importante incorporarlos en la primera alimentación, la cual debe ser rica en proteínas, ácidos grasos y Vitaminas (7). Los valores de carbohidratos pueden ser desplazados, enriqueciendo a los copépodos con sustancia lipídicas como el Dry Selco® (53).

### Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación no se encontró diferencias estadísticas entre el crecimiento poblacional, contenido de proteínas, carbohidratos y ácidos grasos de los copépodos alimentados con dietas monoalgales, por lo que se recomienda continuar estos estudios utilizando dietas combinadas o mixtas. Por lo antes referido, no se descarta el uso de ninguna de las microalgas empleadas en esta experiencia para el cultivo de *Oithona ovalis*, debido a la similitud de los resultados.

### Agradecimientos

Se agradece al Consejo de Investigaciones por el financiamiento, en el marco de proyecto de investigación CI-4-0901-0959/00 "Optimización de la producción de larvas de pargos pertenecientes a la familia Lutjanidae y al fonacit en el marco del proyecto de Infraestructura Pem 2001002184".

### Referencias Bibliográficas

- PAYNE M. *Aquaculture* 187: 85-96, 2000.
- PAYNE M., RIPPINGALE R., CLEARY J. *Aquaculture* 194: 137-150, 2001.
- GAPASIN R., DURAY M. *Aquaculture* 193: 49 - 63, 2001.
- VELÁSQUEZ A., SALAZAR J., ROSAS J., CABRERA T., MILLÁN J. *Bol Centr Inv Biol* 33(3): 317-324, 2001.
- TOLEDO J., GOLES M., DOI M., OHNO A. *Fish Sci* 65: 390 - 397, 1999.
- KAHAN D. *Bamidgeh* 44: 129 - 130, 1992.
- ALVAREZ - LAJONCHÉRES L O., HERNÁNDEZ - MOLEJÓN O G. *World Aqua Soc*, Baton Rouge (USA), pp. 422, 2001.
- ALI A., MOHN SALLEH M. T., SITI N. *Aquac Asia* 3: 39 - 42, 1998.
- ROSAS J., MILLÁN J., CABRERA T. Efecto de la dieta en el crecimiento del rotífero *Brachionus plicatilis* M. 1786 cepa Us. **50<sup>th</sup> annual of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute**. Mérida, México (En Prensa), 1997.
- FUKUSHO J. *Bull Japan Soc Sci Fish* 46 (5): 625 - 629, 1980.
- JAMES C., THOMPSON P.K. Production of copepods in an outdoor culture tank. **Proceedings of the Symposium on Coastal Aquaculture** 4: 1275 - 1280, 1986.
- LAVENS P., SORGELOOS P. **Manual on the production and use of live food for Aquaculture**. Universal Press, Wetteren, Belgium, p. 375, 1996.

13. EVJEMO J., DANIELSEN T., OLSEN Y. **Aquaculture** 193: 65-80, 2001.
14. ZOPPI E. **Bol Inst Oceanogr Univ Oriente** 13(1-2): 129-149, 1974.
15. FERMÍN C. Efecto de la temperatura y la dieta en algunos aspectos de la biología de *Oithona hebes* (Copepoda, Cyclopoida) (Tesis de Licenciatura), Universidad de Oriente, Boca de Río (Venezuela), p. 99, 1986.
16. ROSAS J., GÓMEZ O., GÓMEZ A. **Acta Cient Venez** 44(1): 4, 1993.
17. GÓMEZ A. Selección de peces marinos para cultivos intensivos en el Nororiente de Venezuela. **50<sup>th</sup> Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Intitute**. p. 24, 1997.
18. QUERALES D. Descripción del desarrollo embrionario y larval de *Paralabrax dewegeri* Metzelaar, 1919 (Pisces: Serranidae). (Tesis de Licenciatura), Universidad de Oriente, Boca de Río (Venezuela), p. 71, 2001.
19. ROSAS J., MILLÁN J., CABRERA T. **Rev Biol Mar Ocen** 33 (3): 313-323, 1999.
20. RODRÍGUEZ M. Efecto de cuatro dietas en base de microalgas sobre algunos aspectos reproductivos, longevidad, longitud corporal y proporción de sexo de *Apocyclops distans* (Kiefer, 1956) (Copepoda, Cyclopoida). (Tesis de Licenciatura), Universidad de Oriente, Boca de Río (Venezuela), p. 79, 1999.
21. KOGA, F. **Bull Nansei Regional Fish Res Lab** 16: 95-229, 1984.
22. FUKUSHO J. **Bull Japan Soc Sci Fish** 46 (5): 625-629, 1980.
23. HERNANDEZ M.J. composición química de harina de cabeza de camarón de las especies *Penaeus schmitti* y *P. brasiliensis* y su utilización en el cultivo de juveniles de *P. brasiliensis* en condiciones de laboratorio. (Trabajo para Prof. Agregado), Universidad de Oriente, Cumaná (Venezuela), p. 101, 1985.
24. JOSLIN M. **Methods in food analysis**. Academic Press, New York, (USA), 1970.
25. MARCANO J. Componentes químicos de las raíces y hojas de veintisiete clones de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) cultivadas en suelo de sabana de Monagas (Trabajo de Grado). Universidad de Oriente, Boca de Río (Venezuela) p. 106, 1974.
26. AOAC. **Official methods of analysis**, 13<sup>th</sup> edition, Association of Official Analytical Chemistic, Washington, D.C. (USA), p. 1108, 1980.
27. SOKAL R., ROHLF F. **Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica**. H. Blume, Madrid (España), p. 832, 1981.
28. ROSAS J., CABRERA T., MILLÁN J. Potencial de uso de fertilizantes agrícolas en el cultivo de microalgas marinas. **IX Reunión internacional de planctología**. Programa de resúmenes. Mérida (México) pp. 222-224, 1998.
29. DEMONTT W., WATSON M. **J Plankton res** 13: 1203-222, 1991.
30. SANTER B., VAN DEN BOSCH F. **J Plankton res** 16 (2): 171-195, 1994.
31. KRAUL S. **Aquaculture** 30: 273 - 284, 1983.
32. HERNÁNDEZ - MOLEJÓN O., ALVAREZ - LO-JONCHERE L. Manual de alimento vivo para larvas de peces marinos. Oficina Regional de la FAO para América Latina, 1999.
33. DELBARE D., DHER P., LAVENS P. Zooplankton. En: **FAO Fish Tech Pap** ( Eds. Lavens P., Sorgeloos P.), 361: 252-282, 1996.
34. KURONUMA K., FUKUSHO J. (Eds.). Rearing of marine fish larvae in Japan. International Development Research Center, (Canada), pp. 109, 1984.
35. STØTTORUP J., NORSKER N. **Aquaculture** 155: 231-247, 1997.
36. UHLING G. Progress in mass cultivation of harpacticoid copepods for Mariculture purposes. Doc. 12. FAO.GCP/RLA/075/ITA, (Brazil), pp. 97, 1984.
37. WATANABE T., KITAJIMA C., FUJITA S. **Aquaculture** 32: 115-143, 1983.
38. ORHUN M., STEPHEN Y., KENT D. Practical approach to high density production of the rotifer *Brachionus plicatilis*. **Proceeding of a US-ASIA workshop. The Oceanic Institute** Honolulu (Hawaii), pp. 73-78, 1991.

39. HOPP U., MAIER G., BLEHER R. **Freshwater Biology** 38: 289-300, 1996.
40. FIGUEIRA L. Crecimiento y sobrevivencia de larvas del camarón *Litopenaeus vannamei* (BOONE 1931) alimentadas con *Brachionus plicatilis*, *Artemia* y larvas de *Lytechinus variegatus*. (Tesis de Licenciatura), Universidad de Oriente, Boca de Río (Venezuela), p. 146, 2003.
41. NANTON D., CASTELL J. **Aquaculture** 163: 251-261, 1998.
42. BROWN M. **J Exp Mar Biol Ecol** 145: 79-9, 1991.
43. NORSKER N., STOTTRUP J. **Aquaculture**. 125: 155-166, 1994.
44. PAFFENHÖFER G. **J Plankton Res** 15 (1): 37-55, 1993.
45. ABDULLAHI B. **Hydrobiología** 232: 233-241, 1992.
46. UCHIMA M. **Mar Ecol Progress series** 48: 93-97, 1988.
47. HOFF H., SNELL T. Plankton culture manual. 2<sup>nd</sup> Edition. Florida Aqua Farms, Florida (USA), pp. 126, 1989.
48. KINNE O. Marine Ecology. Vol. II, J Willey & Sons Publishers, London (England), pp. 688-691, 1977.
49. STØTTRUP J., SHIELDS R., GILLESPIE M., GARA M., SARGENT J., BELL J., HENDERSON R., TOCHER D., SUTHERLAND R., MANGOR-JENSEN A., NAAS K., MEEREN T., VAN D. The production and use of copepods in larval rearing of halibut, turbot and cod. **Proceedings of the live feeds session, Aquaculture Canada' 98**, (Canada), pp. 41-45, 1998.
50. CABRERA G., ROSAS J., FLORES T., GARCÍA A., HERNÁNDEZ V., CARRASCO D., HASEGAWA M., MILLÁN J., CABRERA T. Análisis químico del alimento vivo utilizado en Acuicultura sometido a diferentes dietas y enriquecimientos. II Congreso Suramericano de Acuicultura. III Congreso WAS/LAC. II Feria Internacional de Acuicultura. I Congreso Nacional de camaronicultura. 8<sup>avo</sup> Encuentro Nacional de Acuicultura (ECAM Univ. Oriente). I encuentro de Genética (CITED). Puerto la Cruz (Venezuela), pp. 5064, 1997.
51. TORRENTERA L., TACON A. La producción de alimento vivo y su importancia en la acuicultura. Proyecto GCP/RLA/075/ITA. FAO. (Italia), pp. 41, 1989.
52. VOLMAN J., JEFFREY S., NICHOLS P., ROGERS G., GARLAND C. **J Exp Mar Biol Ecol** 128: 219-240, 1989.
53. SARGENT J., MACEVOY L., BELL J. **Aquaculture** 155: 117-127, 1997.
54. DHONT J., LAVENS P. Tank production and use of ongrown *Artemia*. En: **FAO Fish Tech** (Eds. Lavens P., Zorruelos P.) 361: 164-195, 1996.