

**ALIMENTACIÓN CON MICROALGAS DEL
COPEPODO *Apocyclops distans* KIEFER, 1956
(COPEPODA, CYCLOPOIDA)**

Aidé Velásquez¹, José Salazar¹, Jesús Rosas², Tomás Cabrera¹
y José Millán²

¹Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar.

²Instituto de Investigaciones Científicas.

Universidad de Oriente, Isla de Margarita, Venezuela.

E-mail: rosas@ne.udo.edu.ve

Resumen. Los copépodos son reconocidos por poseer un perfil nutricional apropiado para la alimentación de larvas de peces y crustáceos. Durante 10 días se realizaron cultivos del copépodo *Apocyclops distans* en recipientes de cuatro litros de capacidad, se alimentaron con dietas monoalgales de *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis* y también dietas combinadas de dos y tres especies de estas microalgas, cada tratamiento se realizó por triplicado. En el contenido de 21 recipientes de cultivo, se determinó diariamente la densidad absoluta, el pH, la temperatura y la salinidad. El valor promedio máximo de la densidad absoluta fue de $40,66 \pm 6,42$ ind/2mL con *T. chuii*; $53,33 \pm 45,18$ ind/2mL con *T. chuii* + *C. gracilis* y $44,00 \pm 4,32$ ind/2mL con *T. chuii* + *I. galbana* + *C. gracilis*. La dieta con *T. chuii* (dieta monoalgal) produjo mejor crecimiento para el copépodo *Apocyclops distans*. *Recibido:* 04 Julio 2001, *aceptado:* 20 Septiembre 2001.

Palabras clave: *Apocyclops distans*, Copépodos, *Chaetoceros gracilis*, dieta monoalgal, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*.

FEEDING WITH MICROALGAE OF *Apocyclops distans* KIEFER, 1956 (COPEPODA, CYCLOPOIDA)

Abstract. Copepods have been recognized as an important group with a good nutritional profile for the feeding of fish and crustacean larvae. The culture of *Apocyclops distans* was undertaken for ten days in 4 L containers, The copepods were reared on three mono-algae diets of *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis galbana*, and *Chaetoceros gracilis* and several possible combinations of two or all three of them, with three repetitions. In the 21 culture containers, the absolute density, pH, temperature and salinity were determined daily. The average absolute densities were: *T. chuii* (40.66 ± 6.42 ind/2mL); *T. chuii* + *C. gracilis* (53.33 ± 45.18 ind/2mL) and with *T. chuii* + *I. galbana* + *C. gracilis* (44.00 ± 4.32 ind/2mL) The pH, temperature and salinity were determined every day for each treatment. The microalgae *T. chuii* produced the best growth for *Apocyclops distans*. Received: 04 July 2001, accepted: 20 September 2001.

Key words: *Apocyclops distans*, Copepods, *Chaetoceros gracilis*, *Isochrysis galbana*, *Tetraselmis chuii*, unialgae diet.

INTRODUCCIÓN

En acuicultura, numerosos estudios han demostrado que los copépodos pueden tener mayor valor nutritivo que la *Artemia*, ya que éstos satisfacen los requerimientos nutritivos de larvas de peces marinos, además, pueden ser administrados como nauplios, copepoditos o como adultos. Su típico movimiento en zig-zag, es un importante estímulo visual para muchos peces, los cuales los prefieren antes que a los rotíferos. Otra ventaja del uso de los copépodos es que las especies bentónicas como *Tisbe*, mantienen las paredes y el fondo de los tanques de cultivo limpios por el pastoreo de microalgas y detritos (Lavens y Sorgeloos 1996). La calidad nutritiva de los copépodos es generalmente aceptada como buena o muy buena para las larvas de peces y crustáceos, tienen un alto contenido de proteína (44-52%) y un buen perfil de aminoácidos, con la excepción de metionina e histidina. La composición bioquímica referida al contenido de ácidos grasos insaturados (HUFA), no es sólo una ventaja de los copépodos sobre la *Artemia* cuando se ofrece a las larvas de peces marinos, sino también la

calidad y cantidad de un mejor contenido de enzimas digestivas presentes en copepoditos y adultos, lo cual puede jugar un rol importante en el alimento de las primeras fases larvales de peces y crustáceos (Heath y Moore 1997 y Stottrup y Norsker 1997). En Venezuela, se ha investigado sobre la importancia del uso de estos organismos en la alimentación de larvas de peces marinos de interés comercial (Rosas *et al.* 1997). Se ha estudiado el efecto de las dietas monoalgales (*Tetraselmis chuii*, *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis*) sobre la fecundidad y longevidad de la especie *Apocyclops distans* (Rodríguez, Comunicación personal 1999) y el efecto de las dietas monoalgales (*T. chuii*, *Dunaliella salina* y *Nannochloris oculata*), la temperatura y condiciones de luz sobre el crecimiento poblacional de la misma especie en condiciones experimentales (Velásquez 1999).

Como una estrategia para el desarrollo de una tecnología que permita a corto plazo la producción masiva del copépodo *Apocyclops distans*, en el presente trabajo se planteó como objetivo determinar su crecimiento poblacional (ind/2mL) cuando se le suministran dietas monoalgales y combinadas durante 10 días de cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los copépodos fueron cultivados en envases de 3,5 litros en agua de mar, sin aireación, a temperatura ambiente ($29,76 \pm 1,89^{\circ}\text{C}$) y fotoperíodo (12:12 luz:oscuridad), alimentados con las microalgas *Tetraselmis chuii*, *Isochrysis galbana* y *Chaetoceros gracilis* como dietas monoalgales a una concentración de 1×10^6 cel/mL cada una y en combinaciones de dos y tres, mezclando partes iguales de cada especie hasta completar la concentración de 1×10^6 cel/mL. Cada tratamiento se realizó por triplicado para un total de 21 envases de cultivo. La densidad de siembra inicial de los copépodos fue 1 ind/2mL en una relación macho:hembra 1:6. La salinidad fue de $40 \pm 1\text{‰}$, y el pH $7,70 \pm 0,26$. El muestreo se realizó diariamente tomándose alícuotas de 6 mL por cada dieta empleada, las cuales se fijaron con formalina al 4% para su posterior revisión en un microscopio estereoscópico Wild-3.

Los datos obtenidos una vez estudiados los supuestos de la varianza, fueron transformados utilizándose la raíz cuadrada de $X + 0,50$ para su normalización, se realizó análisis de varianza a una vía con réplica. Las diferencias entre los valores promedio fueron identificados mediante la prueba *a posteriori* LSD (Zar 1984).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores promedio de la densidad absoluta de *Apocyclops distans* (N° ind/2 mL) y su desviación estándar para los diez días de cultivo se presentan en la Tabla 1. La Figura 1 muestra el crecimiento durante el período de cultivo. Los valores de salinidad fueron de $40 \pm 1\%$, la temperatura varió entre un valor mínimo de $27,0 \pm 0,00$ y un máximo de $33,00 \pm 0,00$ con un valor promedio de $29,76 \pm 1,89^\circ\text{C}$; el pH varió entre un valor mínimo de $7,26 \pm 0,05$ y un máximo de $8,76 \pm 0,05$ con un valor promedio de $7,70 \pm 0,26$. La dieta monoalgal *T. chuii* produjo el máximo valor promedio de $40,60 \pm 6,42$

TABLA 1. Valores Promedio y desviación estandar de la Densidad Absoluta (N° org/2mL) de *Apocyclops distans* alimentado con dietas monoalgales de microalgas marinas durante diez días de cultivo.

Días de cultivo	<i>T. chuii</i>	<i>I. galbana</i>	<i>C. gracilis</i>
1	15,33 \pm 4,04	4,66 \pm 5,68	4,66 \pm 5,68
2	25,33 \pm 26,50	5,66 \pm 8,08	2,00 \pm 1,73
3	28,00 \pm 9,00	2,00 \pm 2,64	2,33 \pm 2,30
4	35,33 \pm 9,45	2,00 \pm 2,00	2,33 \pm 0,57
5	40,60 \pm 6,42	3,00 \pm 1,73	4,66 \pm 2,30
6	33,33 \pm 2,08	0,60 \pm 0,57	6,00 \pm 2,82
7	23,33 \pm 8,50	4,66 \pm 5,68	4,33 \pm 0,57
8	15,33 \pm 6,42	3,33 \pm 3,21	4,66 \pm 2,30
9	18,00 \pm 16,09	1,00 \pm 1,00	5,00 \pm 3,60
10	13,66 \pm 3,51	2,00 \pm 2,00	5,00 \pm 1,00

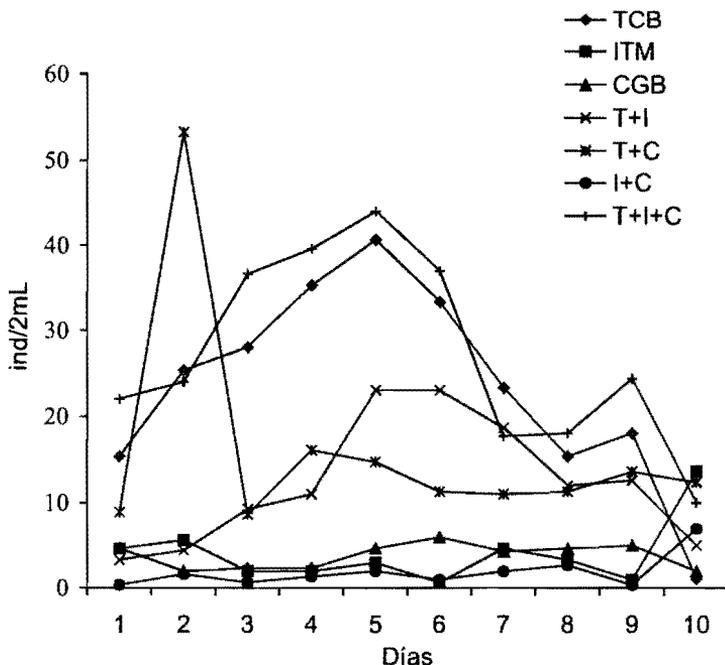


FIGURA 1. Valores promedio de la densidad absoluta (ind./2mL) de *Apocyclops distans* alimentado con dietas monoalgales y combinadas a base de las microalgas marinas *T. chuii* (TCB), *I. galbana* (ITM) y *C. gracilis* (CGB) durante diez días de cultivo.

ind./2mL. Con la dieta combinada de *T. chuii* + *C. gracilis* fue de $53,30 \pm 45,18$ ind./2mL, y con la dieta combinada de las tres especies de microalgas (*T. chuii* + *I. galbana* + *C. gracilis*) fue de $44,00 \pm 4,32$ ind./2mL. El análisis de varianza reveló que no existe diferencias significativas entre los valores de densidad absoluta, pero si se detectaron diferencias entre las dietas ($P \leq 0,05$); siendo la dieta monoalgal (*T. chuii*) y la dieta combinada de las tres especies de microalgas (*T. chuii* + *I. galbana* + *C. gracilis*) las que presentaron los mayores valores promedio al quinto día, la prueba *a posteriori* indicó que no existe diferencias estadísticamente entre los valores de densidades de las diferentes dietas. Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los señalados por Rodríguez, Comunicación personal (1999) y Velásquez, Comunicación personal (1999) que indican que *A. distans* tiene preferencia por *T. chuii* como dieta monoalgal.

Al respecto Abdullahi (1992) señala que en la captura de un gran número de organismos de pequeño tamaño y rápido movimiento, existe posiblemente un gasto mayor de energía que la usada en la captura de organismos de peso o volumen similares a la del depredador. Lo que indica un menor gasto energético para los copépodos cuando se alimentan con *T. Chuii*, que fue la microalga utilizada de mayor tamaño y volumen celular (9 a 10 μm de ancho y 12 a 14 μm de largo, con 4 flagelos y un movimiento rápido). Fermín, Comunicación personal (1985) utilizó las microalgas marinas *Phaeodactylum tricornutum*, *I. galbana* y *T. suecica* como dietas monoalgales y combinadas para alimentar el copépodo *Oithona hebes* indicando que *T. suecica* y la mezcla de las tres especies a una concentración de 100000 cel/mL, fueron las que produjeron los mejores resultados con un 40% de sobrevivencia. Señalando además que las mezclas de dos especies no fueron apropiadas a menos que la especie *T. suecica* estuviera presente. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el presente trabajo para la especie *T. chuii*. Las dietas combinadas (Tabla 2) (*T. chuii* + *I. galbana*) y (*T. chuii* + *C. gracilis*) produjeron valores promedios intermedios, formando un grupo homogéneo sin diferencias entre ellos ($P \leq 0,05$). Las dietas monoalgales (*I. galbana* y *C. gracilis*) y la dieta combinada (*I. galbana* + *C. gracilis*) produjeron los menores valores promedio, formando un grupo homogéneo sin diferencias entre ellos ($P \leq 0,05$), durante el tiempo de cultivo.

CONCLUSIONES

La microalga *T. chuii* administrada individualmente como alimento para *A. distans* produjo un crecimiento máximo de $40,66 \pm 6,42$ ind/2mL el quinto día de cultivo.

Las dietas monoalgales (*I. galbana* y *C. gracilis*) y la dieta combinada (*I. galbana* + *C. gracilis*) produjo $5,66 \pm 8,08$ ind/2mL el segundo día; $6,00 \pm 2,82$ ind/2mL el sexto día y $2,00 \pm 2,00$ ind/2mL el quinto día respectivamente.

La dieta combinada de *T. chuii* + *I. galbana* produjo un valor intermedio de crecimiento de $23,00 \pm 16,09$ ind/2mL el quinto día.

TABLA 2. Valores Promedio y desviación estándar de la Densidad Absoluta (Nº org/2mL) de *Apocyclops distans* alimentado con dietas combinadas de microalgas marinas durante diez días de cultivo.

DÍAS DE CULTIVO	T+I	T+C	I+C	T+I+C
1	3,33 ± 2,08	9,00 ± 12,12	0,33 ± 0,57	22,00 ± 21,65
2	4,33 ± 2,30	53,30 ± 45,18	1,66 ± 0,57	24,00 ± 13,45
3	9,33 ± 11,01	8,60 ± 4,61	0,66 ± 0,57	36,66 ± 2,88
4	11,00 ± 6,00	16,00 ± 11,53	1,33 ± 0,57	39,60 ± 12,85
5	23,00 ± 16,09	14,60 ± 0,00	2,00 ± 2,00	44,00 ± 4,32
6	23,00 ± 3,45	11,33 ± 4,00	1,00 ± 1,00	37,00 ± 2,82
7	18,66 ± 5,50	11,00 ± 7,40	2,00 ± 0,00	17,66 ± 13,57
8	12,00 ± 0,00	11,33 ± 5,80	2,66 ± 3,05	18,00 ± 2,00
9	12,60 ± 10,79	13,60 ± 11,71	0,33 ± 0,57	24,33 ± 8,32
10	12,33 ± 3,05	7,00 ± 4,35	0,00 ± 0,00	10,00 ± 4,35

T + I = *T. chuii* + *I. galbana*

T + C = *T. chuii* + *C. gracilis*

I + C = *I. galbana* + *C. gracilis*

T+I+C = *T. chuii* + *I. galbana* + *C. gracilis*

La dieta combinada de las microalgas *T. chuii* + *C. gracilis* produjo un crecimiento de $53,30 \pm 45,18$ ind/2mL el segundo día y la mezcla de las tres especies de $44,0 \pm 4,32$ ind/2mL al quinto día de cultivo.

LITERATURA CITADA

- ABDULLAHI, B. 1992. Effects of diet on growth and development of three species of cyclopoid copepods. *Hidrobiología*. 232: 233-241.
- HEATH, P. y C. MOORE. 1997. Rearing dover sole larvae on *Tisbe* and *Artemia* diets. *Aquaculture Internacional* 5:29-39.
- LAVENS, P. y P. SORGELOOS. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO: 319-357, Bélgica.

- ROSAS, J., J. MILLÁN y T. CABRERA. 1997. Mix Culture and Chemical Composition of Rotifer *Brachionus plicatilis* and the Copepodite *Oithona ovalis* rearing in the microalgae *Tetraselmis chuii*. Island Aquaculture and Tropical Aquaculture. Les trois Islets, Martinique. Pp. 265-266.
- STOTTRUP, J. y N. NORSKER. 1997. Production and use of copepods in fish larviculture. *Aquaculture* 155: 231-247.
- ZAR, J. 1984. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall Englewood Cliffs, N. J. 718pp.