

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE  
MICROALGAS (*CHAETOCEROS GRACILIS*) SOBRE LA  
SUPERVIVENCIA LARVAL EN EL CULTIVO DEL  
CAMARÓN BLANCO (*LITOPENAEUS SCHMITTI*)**

MIGUEL A. ARTILES RODRÍGUEZ

Centro de Investigaciones Pesqueras, MIP  
5<sup>ta</sup> Ave., No. 248, Barlovento, Playa, Ciudad Habana, Cuba  
Telef: (537) 297107, fax: (537) 249827,  
e-mail: cubacip@ceniai.inf.cu

**RESUMEN.-** *Chaetoceros gracilis* es la microalga más utilizada como primer alimento en el cultivo larval de peneidos a escala industrial en Cuba, tanto por la calidad nutricional como por su adaptabilidad a las condiciones de cultivo. Sin embargo, elevadas concentraciones han sido relacionadas con mortalidades importantes en el estadio de protozoa. El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto de la concentración de la microalga sobre la supervivencia larval de *Litopenaeus schmitti*, desde nauplio IV hasta mysis I, en tanques de 22m<sup>3</sup>. En los tanques donde la concentración de *C. gracilis* fue mantenida <60.000 células/ml, se alcanzó una supervivencia promedio de 88,6%, mientras que para los tanques con la concentración de *C. gracilis* >80.000 células/ml resultó en 55,5%. Al controlar la concentración de *C. gracilis* en valores <60.000 células/ml es posible alcanzar más de 80% de supervivencia en el 85,8 % de los ciclos iniciados. *Recibido:* 29 Julio 1999, *aceptado:* 31 Marzo 2000.

**Palabras claves:** alimentación, camarón blanco, *Chaetoceros gracilis*, concentración de microalgas, cultivo larval de camarones, diatomeas, microalgas, *Litopenaeus schmitti*, protozoa.

**EFFECT OF MICROALGAL  
(*CHAETOCEROS GRACILIS*) CONCENTRATIONS ON  
SURVIVAL IN WHITE SHRIMP (*LITOPENAEUS  
SCHMITTI*) LARVICULTURE**

**ABSTRACT.-** In Cuba, *Chaetoceros gracilis* is the microalgae most commonly used as a first feed in industrial penaeoid shrimp larviculture, because of its nutritional quality and adaptability to culture conditions. However, high microalgae concentrations have been related to protozoa mortality. Thus, I determined the effect of *C. gracilis* concentrations on white shrimp (*Litopenaeus schmitti*) protozoa survival, from nauplius IV to mysis I, in 22 m<sup>3</sup> tanks. Protozoa survival averaged only 55.5% in *C. gracilis* concentrations >80,000 cells/ml, but 88.6% in concentrations <60,000 cells/ml. When *C. gracilis* concentrations are <60,000 cells/ml, 80% survival is possible, in 85.8 % of the treatments. Received: 29 July 1999, accepted: 31 March 2000.

**Key words:** *Chaetoceros gracilis*, diatoms, feeding, larviculture, *Litopenaeus schmitti*, microalgae concentrations, protozoa, white shrimp.

## INTRODUCCIÓN

Debido al elevado valor nutricional de las diatomeas, éstas constituyen un eslabón importante en la alimentación de diferentes organismos marinos, por lo que son utilizadas ampliamente en el desarrollo de cultivos marinos.

Particularmente, en el cultivo larval de camarones penaeidos, las diatomeas representan un componente fundamental en la dieta, encontrándose a la especie *Chaetoceros gracilis* entre las más empleadas por su calidad nutricional, digestibilidad, tamaño y adaptabilidad a las condiciones de cultivo; desde que fue introducida en Cuba en 1986 (Leal 1995), ha desplazado a otras especies de diatomeas por las características mencionadas. Sin embargo, su crecimiento debe ser controlado, porque bajo determinadas condiciones en las que intervienen la temperatura, concentración de nutrientes, luminosidad y calidad de las células, la concentración de la microalga puede aumentar considerablemente llegando a alcanzar niveles peligrosos para las larvas de camarón, situación que se ha relacionado con la disminución de la supervivencia, fundamentalmente en el estadio de protozoa, en los centros de

producción de postlarvas de Cuba (datos no publicados).

El objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la concentración de *Chaetoceros gracilis* sobre la supervivencia larval de *Litopenaeus schmitti* desde nauplio IV hasta mysis I, en tanques de producción de postlarvas de camarones.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El bioensayo se llevó a efecto desde nauplio IV hasta mysis I en 32 tanques de producción de postlarvas de 22 m<sup>3</sup> del Centro de Producción de Postlarvas YAGUACAM, Cienfuegos, entre los meses de Mayo a Septiembre de 1995. Fueron analizados todos los tanques con densidad inicial entre 100-150 nauplios/L, donde la concentración de *Chaetoceros gracilis* después del segundo día de cultivo alcanzara entre 30.000-60.000 células/ml y entre 80.000-110.000 células/ml. En siete tanques de cría larval, donde la concentración de la microalga sobrepasó las 60.000 células/ml, se realizó intercambio de agua hasta en un 50%, disminuyendo el volumen a razón de 1 m<sup>3</sup>/h y posteriormente añadiendo agua limpia hasta completar el nivel requerido, para controlar la concentración de la diatomea.

Los nauplios fueron obtenidos de diferentes desoves de hembras cultivadas en estanques de tierra, maduradas artificialmente y que copularon de forma natural en los tanques de maduración. Se utilizó agua de mar filtrada por cartuchos de 5m. El cultivo se inició con un volumen de 10m<sup>3</sup>, aumentando en 2m<sup>3</sup> diariamente, alcanzando 18m<sup>3</sup> en mysis I. Durante todo el tiempo el agua fue tratada con sal disódica de EDTA a una proporción de 10 mg/L. En ninguno de los ciclos analizados se utilizaron medicamentos para esa fase del cultivo.

Para el "bloom" de microalgas se utilizó *C. gracilis*, cuya concentración se encontraba entre 3.500.000-4.800.000 células/ml, tomada de tanques de 100 L con 3-4 días de cultivo, del área de producción de fitoplancton e inoculada en los tanques de cultivo larval a una concentración inicial de 10.000 células/ml. El agua de

los tanques se fertilizó el día de la siembra de los nauplios con: 0,02 g/L urea; 0,01 g/L superfosfato simple; 10 mg/L EDTA.Na; 0,019 g/L silicato de Na; 0,004 mg/L vitamina B<sub>12</sub>; 1 gota/20 litros FeCl<sub>3</sub> (solución al 70%); 0,01 g/L ácido bórico; y 0,1 mg/L molibdato de Na.

Diariamente, en horas de la mañana se realizaba el conteo larval y el del residuo de microalga, ajustándose la concentración de la diatomea en caso necesario mediante el empleo de la fórmula:

$$V_a = \frac{V_r (C_d - C_r)^*}{C_a - C_r}$$

donde:

- V<sub>a</sub> = Volumen de la diatomea a añadir
- V<sub>r</sub> = Volumen de agua en el tanque de cultivo larval
- C<sub>d</sub> = Concentración deseada de fitoplancton en el tanque de cultivo larval
- C<sub>r</sub> = Concentración residual de fitoplancton
- C<sub>a</sub> = Concentración de microalga a añadir

\*[SEAFDEC-Aquaculture department, 1984, modificada por de la Cruz (Alfonso *et al.* 1988)].

Regularmente se hacían observaciones visuales y al microscopio a las larvas con el fin de estimar el tamaño de los cordones fecales, coloración, motilidad y sub-estadio de las mismas.

El Oxígeno, la salinidad, la temperatura y el pH se tomaron diariamente en horas de la mañana (0600-0800 h) antes del aumento de volumen a los tanques y en horas de la tarde (1600-1800 h).

Para el cálculo de la supervivencia de las larvas se consideró desde el estimado inicial de nauplio IV situados en cada tanque hasta que las larvas arribaron a mysis, cuantificadas por medio de ocho muestreos, y para el análisis de los resultados se empleó un ANOVA de un factor para un nivel de significación de 0,05, después de comprobar la normalidad de los datos y la homogeneidad de las varianzas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores promedios y rango de temperatura, salinidad, Oxígeno disuelto y pH registrados en el transcurso del cultivo. Para ambos tratamientos los valores promedios de pH difieren de los límites de confianza recomendados para el *Litopenaeus schmitti* (7,2-7,6) por Vega y de la Cruz (1988). Sin embargo, aunque los límites máximos de pH y Oxígeno fueron algo superiores en los tanques con mayor concentración de *C. gracilis*, al igual que el resto de los parámetros, se encuentran dentro de los rangos mundialmente utilizados para el cultivo de diferentes especies de penaeidos, por lo que se considera que esto no afectó los resultados alcanzados.

TABLA 1. Parámetros ambientales (Promedio y Rango) medidos en los tanques de cultivo.

PARÁMETROS	< 60.000	> 80.000
	CÉLULAS/ML	CÉLULAS/ML
Temperatura (°C)	27,3	27,2
	26,0-29,5	26,0-29,6
Salinidad (‰)	36	36
	36-37	36-37
Oxígeno disuelto (mg/L)	6,23	6,35
	5,21-6,45	4,93-6,83
pH	7,89	8,01
	7,72-8,12	7,94-8,18

En la Tabla 2 se muestran los resultados alcanzados para los tanques con menor concentración de la microalga, no encontrándose diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre ambos grupos, por lo que en la Tabla 3 se analizan como un único tratamiento, y se comparan con los resultados de los tanques con mayor concentración de *C. gracilis*. Se observó que aunque la densidad inicial de nauplios es similar, existen diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) con respecto al conteo larval en mysis I (1.222.240 en el tratamiento de menor concentración microalgal y 701.260 para los tanques de mayor

TABLA 2. Resultados alcanzados en los tanques de cultivo con menor concentración celular, en dependencia del intercambio de agua.

PARÁMETROS	CON INTERCAMBIO (7 tanques)		SIN INTERCAMBIO (14 tanques)	
	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.
Densidad inicial (nauplios/tanque)	1.376.140 <sup>a</sup>	±89.630	369.790 <sup>a</sup>	±140.036
Densidad final (mysis/tanque)	1.153.860 <sup>a</sup>	±118.515	1.248.500 <sup>a</sup>	±164.974
Supervivencia (%)	83,91 <sup>a</sup>	±8.181	90,99 <sup>a</sup>	±5.480
Rango de Supervivencia (%)	72,0-96,3		81,5-98,0	

D.S. = Desviación estándar. <sup>a</sup>Letras iguales no difieren significativamente para  $P > 0.05$ .

TABLA 3. Resultados alcanzados en los tanques de cultivo atendiendo a la concentración celular.

PARÁMETROS	30-60 CÉLULAS/MM <sup>3</sup> (21 tanques)		80-110 CÉLULAS/MM <sup>3</sup> (16 tanques)	
	Promedio	D.S.	Promedio	D.S.
Densidad inicial (nauplios/tanque)	1.371.900 <sup>a</sup>	±121.673	1.298.560 <sup>a</sup>	±140.607
Densidad final (mysis/tanque)	1.216.950 <sup>a</sup>	±154.902	689.310 <sup>b</sup>	±194.175
Supervivencia (%)	88,63 <sup>a</sup>	±7.162	55,47 <sup>b</sup>	±18,362
Rango de Supervivencia (%)	72,0-98,0		25,4-77,9	

D.S. = Desviación estándar. <sup>a,b</sup>Letras iguales no difieren significativamente para  $P > 0.05$ .

concentración) y en cuanto a la supervivencia alcanzada. Tanto los valores medios como los extremos de esta última, reflejan que cuando aumentó la concentración de la microalga, disminuyó sensiblemente el número de larvas que metamorfosearon a mysis I.

Mientras que Vergara (1987) recomienda entre 20.000–100.000 células/ml *Chaetoceros* sp. para el cultivo larval de *Penaeus vannamei*, Arellano (1993) señala que concentraciones superiores a 40.000 células/ml pueden resultar tóxicas para la especie. Martínez (1994) recomienda para el *Penaeus stylirostris* entre 50.000–200.000 células/ml; Naranjo *et al.* (1995) señala que para el *Penaeus californiensis* los mejores resultados se alcanzaron al emplear 100.000 células/ml de *C. gracilis* que al utilizar en la alimentación de larvas otras especies de microalgas. Narciso (1995) emplea 50.000 células/ml de *Chaetoceros calcitrans* en el cultivo larval del *Penaeus kerathurus* y para las protozoas de *Litopenaeus schmitti*. Doucet (1989) recomienda 40.000 células/ml, Alfonso *et al.* (1988) 30.000 células/ml, Márquez (1997) entre 30.000–50.000 células/ml, Jaime *et al.* (1998) entre 30.000–40.000 células/ml y Artilles *et al.* (en prensa) entre 25.000–35.000 células/ml de *C. gracilis*.

A pesar de lo anteriormente señalado, es frecuente encontrar en las condiciones de producción, concentraciones celulares excesivamente elevadas (>80.000 células/ml) lo cual afecta sensiblemente el cultivo larval de *Litopenaeus schmitti*. En las Figuras 1 y 2 se muestra en porcentos la cantidad de ciclos de cultivo que alcanzaron determinados niveles de supervivencia hasta mysis I, resultados que corroboran la importancia de mantener los niveles recomendados (30.000–60.000 células/ml) de concentración para el *C. gracilis*. Como puede observarse, en los tanques que sobrepasaron las 80.000 células/ml, en ninguno de los ciclos se alcanzó el 80% de supervivencia larval, mientras que ciclos con menos de 50% de supervivencia representan el 43,75% de los mismos. Sin embargo, al mantener la concentración de *C. gracilis* inferior a 60.000 células/ml, en todos se logró una supervivencia superior al 70%, prevaleciendo los ciclos donde se alcanzó más del 80% de supervivencia, representando éstos el 85,8 % del total.

Al analizar las causas de estos resultados, es probable que al elevarse la concentración de la diatomea aumente la concentración de metabolitos tóxicos en el agua producidos durante el metabolismo de la microalga, además, en el agua de cultivo disminuyen rápidamente



FIGURA 1. Cantidad de ciclos de cultivo (%) según la supervivencia alcanzada en los tanques con menos de 60.000 células/ml.

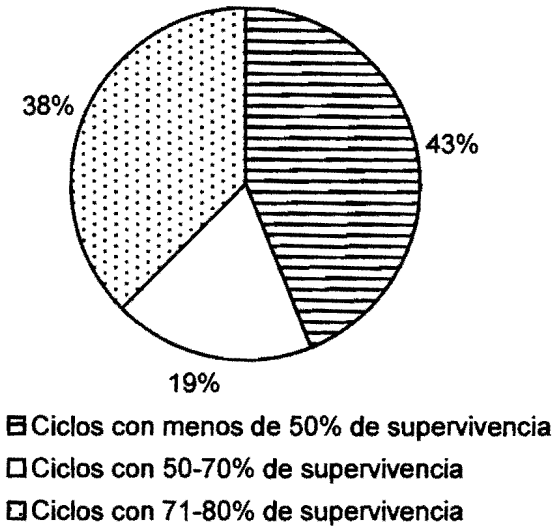


FIGURA 2. Cantidad de ciclos de cultivo (%) según la supervivencia alcanzada en los tanques con más de 80.000 células/ml.



los nutrientes necesarios para el desarrollo celular, lo que provoca que aumente la cantidad de células muertas, las cuales al no ser eliminadas por no realizarse comúnmente recambio de agua durante esta fase del cultivo, constituyen un foco de contaminación. Por otra parte, en los tanques con mayor concentración algal se observó que la pigmentación era más oscura en las protozoas y mayor largo en los cordones fecales, los que aparecen con más abundancia en el agua, lo cual dificulta la capacidad natatoria de las larvas. Sin embargo, en los ciclos donde se realizó recambio de agua para controlar el bloom de la microalga, disminuyó la cantidad de residuos en suspensión, mejorando la calidad del agua, sin que se afectara la supervivencia de las larvas, resultando positivo la aplicación del mismo.

### CONCLUSIONES

Las concentraciones >80.000 células/ml de *Chaetoceros gracilis* afectan sensiblemente el cultivo larval de *Litopenaeus schmitti*.

Al controlar la concentración de *Chaetoceros gracilis* en valores <60.000 células/ml es posible alcanzar más de 80% de supervivencia en el 85,8 % de los ciclos iniciados.

El intercambio de agua en los tanques de cultivo durante la fase de protozoa no afecta la supervivencia en las protozoas de *Litopenaeus schmitti*.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó gracias a las facilidades otorgadas por la Dirección del Centro de Producción de Postlarvas YAGUACAM y a la colaboración de los técnicos de dicho Centro, fundamentalmente los que laboran en Cría de larvas y Fitoplancton.

### LITERATURA CITADA

ALFONSO, E., L. MARTÍNEZ, R. GELABERT Y S. LEAL. 1988. Alimentación de larvas de *Penaeus schmitti*. I. Diatomeas y flagelados. Rev. Inv. Mar. 9(1): 47-58.

- ARELLANO, E. 1993. Guías técnicas en el cultivo de larvas de camarón. Pp. 53-86, en J. Calderón y S. Sonnenholzner. (eds.), Memorias de Edgar Arellano M. Once años dedicados a la investigación y desarrollo de la Acuicultura en El Ecuador. ESPOL-CENAİM.
- ARTILES, M. A., B. JAIME, J. GALINDO, I. FRAGA Y V. FRANCISCO. 2000. Influencia de la inclusión de microalgas secas en la alimentación de protozoas de *Penaeus schmitti*. Rev. Inv. Mar. (en prensa).
- DOUCET, J. 1989. Asesoría en cría larval y producción de fitoplancton. Informe del contrato No. DP/CUB/86/004-21F10.
- JAIME, B., M. A. ARTILES, I. FRAGA Y J. GALINDO. 1998. Uso de polvo de *Chlorella* sp. secada en spray como alimento de protozoas de camarón blanco, *Penaeus schmitti*. Planctología'98, Ciudad Habana, Cuba, 8 pp.
- LEAL, S. 1995. Evaluación de seis especies de microalgas marinas utilizadas en maricultivo. Tesis de Maestría, CIM, UH, 27 pp.
- MÁRQUEZ, C. G. 1997. Evaluación de la levadura *Torula* en la alimentación de larvas y postlarvas del camarón blanco, *Penaeus schmitti*, con dietas artificiales. Tesis de Maestría, CIM, UH, 60 pp.
- MARTÍNEZ, L. R. 1994. Camaronicultura. Bases técnicas y científicas para el cultivo de camarones penaeidos. A.G.T. (eds.), CICTUS, 233 pp.
- NARANJO, J., M. A. PORCHAS, M. ROBLES, F. J. MAGULLÓN, J. VALDÉS, C. SALINAS Y H. VILLARREAL. 1995. Survival, metamorphosis and growth of brown shrimp *Penaeus californiensis* larvae, fed with different microalgae. Meeting World Aquaculture Soc., Febrero 1-4, San Diego, CA.

- NARCISO, L. F. 1995. The influence of the diet on the growth and survival of *Penaeus kerathurus* larvae. Pp. 420-424, en P. Lavens, E. Jasper e I. Roelants (eds.), Larvi'95. Fish and Shellfish Larviculture Symposium, European Aquaculture Soc., Special Publication No. 24.
- VEGA, J. A. Y A. DE LA CRUZ. 1988. Efecto de la temperatura, la salinidad y el pH sobre las larvas del camarón *Penaeus schmitti*. Rev. Inv. Mar. 9(1): 25-38.
- VERGARA, V. M. 1987. Biotecnología para el cultivo larvario de camarones penaeidos. Acuavisión No. 8: 32-33.