

Efecto del Fotoperíodo sobre el Desarrollo, Crecimiento y Supervivencia de Larvas del Caracol *Strombus pugilis*

NANCY BRITO MANZANO, DALILA ALDANA ARANDA y
THIERRY BRULÉ

*Laboratorio de Biología Marina
CINVESTAV IPN Unidad Mérida
km 6 Antigua carretera a Progreso
C.P. 97310 Mérida, Yucatán México*

RESUMEN

El desarrollo, crecimiento y supervivencia fueron evaluados en larvas del caracol *Strombus pugilis* al ser sometidas a dos diferentes fotoperíodos con tres réplicas, con fases de luz de 0 horas (0/24 L) y 24 horas (24/24 L) por día. La temperatura de cultivo fue de $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. El cultivo fue realizado a una densidad de 200 larvas/L. Las larvas fueron alimentadas con *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1 000 células/ml.

La proboscis apareció al día 17 en el fotoperíodo 24/24 L con 36%, mientras en las larvas 0/24 L se observó por primera vez al día 19 con 26%. Las larvas fueron competentes para la metamorfosis entre 26 y 29 días para el fotoperíodo 24/24 L y de 28 a 31 días en las larvas del fotoperíodo 0/24 L. El fotoperíodo 24/24 L tuvo un efecto negativo sobre la supervivencia, de la eclosión hasta el asentamiento, ésta fue significativamente menor con 13% en relación al fotoperíodo 0/24 L donde la supervivencia fue del 44%. Se observó también efecto del fotoperíodo sobre el crecimiento, así las tasas de crecimiento promedio para los fotoperíodos 0/24 L y 24/24 L fueron 22.56 y 29.60 $\mu\text{m}/\text{día}$, respectivamente.

PELABRAS CLAVES: Fotoperíodo, *Strombus*, desarrollo, crecimiento, supervivencia

Effects of Photoperiod on Development, Growth and Survival of Larvae of the Fighting Conch, *Strombus pugilis*

ABSTRACT

Development, growth and survival were evaluated for larvae of the fighting conch *Strombus pugilis* under two different photoperiods with three replicates with light phases of 0 light (0/24 L) and 24 light (24/24 L) per day. Temperature

with light phases of 0 light (0/24 L) and 24 light (24/24 L) per day. Temperature culture was $29 \pm 1^\circ\text{C}$. The veligers were reared at a density of 200 larvae per litre. Larvae were fed *Tetraselmis suecica* at a concentration of $1,000 \text{ cells}\cdot\text{ml}^{-1}$. Proboscis appeared at 17 days in the photoperiod 24/24 L with 36% while in the larvae 0/24 this characteristic appeared for first time at 19 days with 26%. The veliger were competent for metamorphosis between 26 to 29 days for photoperiod 24/24 L and between 28 to 31 days for photoperiod 0/24 L. Photoperiod 24/24 L had a negative effect on survival, to hatching a settlement, it was significantly lower under 24/24 L with 13% whilst 0/24 L was 44%. Effect of photoperiod was observed too, in the growth, larval growth averaged 22.56 and 29.56 $\mu\text{m}/\text{day}$, respectively.

KEYWORDS: Photoperiod, *Strombus*, development, growth, survival

INTRODUCCION

Los gasterópodos marinos son un recurso pesquero de importancia económica y amplio consumo en la Península de Yucatán y región del Caribe, explotándose seis especies del género *Strombus*: *Strombus gigas*, *Strombus costatus*, *Strombus alatus*, *Strombus gallus*, *Strombus raninus* y *Strombus pugilis*. Se calcula que la producción anual es de 15 000 a 40 000 toneladas de carne, lo que representa un valor de 30 millones de dólares (Appeldoorn 1994).

Las poblaciones de éstos *Strombus*, han sufrido una disminución en las costas y arrecifes de la Península de Yucatán y otros países donde se les explota a nivel comercial. Ante ésta situación, resulta necesario implementar estudios que aseguren la producción de semillas en laboratorio para el posterior repoblamiento de bancos naturales.

A pesar de que existe un conocimiento adecuado del ciclo de vida y cultivo larvario de *S. gigas*, (Appeldoorn y Sanders 1984, Ballantine y Appeldoorn 1983, Appeldoorn 1985, Davis et al. 1993) se tiene un conocimiento limitado sobre *S. pugilis* (Brownell 1977, Bradshaw-Hawkins 1982, Brito Manzano et al. 1998). Menos aún, poco se conoce sobre el desarrollo larval, dispersión, nutrición, fotoperíodo y asentamiento de *S. pugilis*.

El fotoperíodo ha demostrado ser el estímulo regulador o disparador de alguna secuencia fisiológica (Odum 1983). Algunos organismos marinos responden al ciclo circadiano, a cambios estacionales de fotoperíodo y también a la periodicidad lunar (Korringa 1957, citado por Rodríguez Gil 1986).

Resulta necesario conocer con mayor precisión como se alimenta la larva en el medio natural, determinar sus requerimientos alimenticios durante la vida larvaria y conocer el efecto del fotoperíodo en el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia a fin de obtener un programa acuícola exitoso.

MATERIAL Y METODOS

Para realizar el experimento, se obtuvo una masa de huevos debajo de una hembra aún en ovoposición, a una profundidad promedio de cuatro m en Seyba Playa, Campeche México. Esta fue transportada al laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV en un recipiente térmico con agua de mar. En el laboratorio la masa de huevos fue limpiada para eliminar partículas de arena y epibiontes. La masa de huevos se colocó sobre un tamiz de 300 μm , el cual fue puesto inmerso en un recipiente de 19 litros con agua de mar filtrada y esterilizada con luz UV.

Las larvas fueron cultivadas desde la eclosión hasta el asentamiento bajo dos diferentes fotoperíodos con 0 horas de luz y 24 horas de luz por día (0/24 L y 24/24 L). Para cada fotoperíodo, tres cultivos experimentales fueron realizados. Se utilizaron recipientes de plástico de cuatro litros con una densidad de 200 larvas/L. Las larvas fueron alimentadas con la microalga *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1 000 células/ml (García Santaella y Aldana Aranda 1994). Los experimentos se realizaron a una temperatura de $29\pm 1^\circ\text{C}$. Cada dos días, 30 larvas de cada réplica fueron colectadas al azar para la observación del desarrollo y medición del crecimiento. Como fuente de luz, se emplearon tres focos por filamento de tungsteno (Philips 60 W), los cuales fueron colocados 30 cm por arriba de la superficie del agua. La obscuridad fue obtenida cubriendo el lugar donde se encontraban los recipientes con un plástico negro. Cada mañana las larvas fueron transferidas a recipientes limpios con agua de mar filtrada y esterilizada con luz UV, con filtros de 15 y 10 μm . Este proceso tomaba aproximadamente 5 minutos, por lo que el fotoperíodo 0/24 L tuvo una fase de luz de no más de cinco minutos por día.

El desarrollo larval fue examinado siguiendo los criterios siguientes: número de lóbulos, desaparición del velum, número de vueltas de espira de la concha, aparición de la probóscis, aparición de la rádula, funcionamiento de la rádula, aparición de los bulbos cefálicos, migración de los ojos a los bulbos cefálicos, aparición del corazón adulto, aparición del opérculo adulto, pigmentación del manto, pigmentación del pie, funcionamiento del pie, comportamiento bentónico y asentamiento (Brito Manzano et al. in press).

El crecimiento fue evaluado midiendo los incrementos en longitud sifonal. Las larvas fueron medidas usando un microscopio compuesto con un micrómetro ocular calibrado 0.10 μm . Diferencias entre el crecimiento fueron probadas con un ANOVA ($P < 0.05$).

La tasa de crecimiento fue calculada de acuerdo a García Santaella y Aldana Aranda (1994):

$$G = \frac{B - A}{t}$$

Donde:

G = Tasa de crecimiento en μm por día

B = Promedio de la longitud sifonal al final del experimento

A = Promedio de la longitud sifonal al inicio del experimento y

T = Período total en días.

La sobrevivencia fue calculada restando la densidad final de la población larval a la densidad inicial del experimento.

RESULTADOS

Durante el desarrollo larval de *Strombus pugilis* fueron descritas 20 características morfológicas, con las cuales se realizó la comparación del desarrollo entre los dos fotoperíodos. En la Tabla 1 se presenta el orden de aparición en forma cronológica de las 20 características morfológicas del desarrollo larvario. Las larvas del fotoperíodo 0/24 L al día 23, presentaron el estadio: larvas tetralobuladas con 4.0 vueltas de espira de la concha, en 7% de la población, manteniéndose este carácter con el mismo % hasta el día 31. Este estadio no se presentó en las larvas del fotoperíodo 24/24 L.

En base a las 20 características morfológicas del desarrollo larvario, se lograron identificar dos grupos del proceso de desarrollo: Maduración larval y Proceso de Metamorfosis. El grupo de Maduración larval se encuentra formado por características que corresponden a la evolución del velum y de la concha, siendo características excluyentes, las cuales son reemplazadas una por otra durante el desarrollo. Mientras que el Proceso de Metamorfosis, comprende características aditivas, por lo que la larva puede presentar dos o más características al mismo tiempo.

Organogénesis Larvaria para el Fotoperíodo 0/24 L: Durante los primeros 13 días de vida larvaria el desarrollo fue igual al de las larvas del fotoperíodo 24/24 L. Las larvas recién eclosionadas poseen un velum bilobulado y 1.5 vueltas de espira de la concha. El desarrollo de los 6 lóbulos del velum se presentó al día 15 en 34% de la población, para el día 31 el 93% de la población había desarrollado 6 lóbulos, mientras que el 7% restante permanecía aún con 4 lóbulos. El corazón adulto apareció en 6% de las larvas el día 9. La probóscis apareció al día 19 en el 26% de las larvas y para el día 31 el 90% de éstas la presentaban. El asentamiento de las primeras larvas se presentó al día 28 en 26% de la población. Al día 31, 90% de ellas se habían asentado, mientras que el 10% restante, permanecía aún en la superficie de la columna de la columna (Tabla 2).

Tabla 1. Características morfológicas observadas para determinar el estado de desarrollo larval de *Strombus pugilis*, bajo condiciones de laboratorio.

Número del carácter morfológico	Descripción del carácter morfológico	Edad de aparición del carácter morfológico en días
1	Larva bilobulada, 1.5 vueltas espira	1
2	Larva tetralobulada, 2.0 vueltas espira	2
3	Larva tetralobulada, 2.5 vueltas espira	6
4	Larva tetralobulada, 3.0 vueltas espira	7
5	Aparición del corazón adulto	9
6	Aparición de los bulbos cefálicos	11
7	Larva tetralobulada, 3.5 vueltas espira	12
8	Larva hexalobulada, 3.5 vueltas espira	15
9	Migración de los ojos a los bulbos cefálicos	15
10	Pigmentación del manto	15
11	Pigmentación del pie	17
12	Larva hexalobulada, 4.0 vueltas espira	14
13	Aparición de la probóscide	17
14	Aparición de la rádula	20
15	Larva hexalobulada, 4.5 vueltas espira	21
16	Funcionamiento de la rádula	23
17	Aparición del opérculo adulto	22
18	Larva tetralobulada, 4.0 vueltas espira	23
19	Funcionamiento del pie	22
20	Asentamiento (velum reabsorbido, pie funcional, concha opaca, comportamiento bentónico)	26

Tabla 2. Características del desarrollo larvario para el fotoperíodo 0/24 L, donde se presenta el primer día en que aparece cada uno de los diferentes caracteres. Se indica el primer día donde cada carácter alcanza 50% y el día en que cada característica tiene $\geq 90\%$.

Grupo del desarrollo	Número del carácter morfológico	1er			2o		
		Día	%	Día $\geq 50\%$	Día $\geq 90\%$		
Maduración larval	1	1	100	--	--	--	
	2	2	6	3	66	5	
	3	6	15	7	58	9	
	4	7	3	9	62	11	
	7	12	3	14	58	17	
	8	15	34	17	50	19	
	12	16	28	18	56	27	
	15	24	41	26	52	31	
	5	9	6	11	54	17	
	6	12	3	13	54	19	
	9	17	36	19	56	31	
	10	18	32	19	52	31	
	11	19	38	22	52	31	
	13	19	26	21	50	31	
	14	21	30	24	54	31	
Proceso de Metamorfosis	16	23	36	25	50	31	
	19	23	33	26	54	31	
	17	24	28	27	56	31	
	20	28	26	29	56	31	

Organogénesis larvaria para el fotoperíodo 24/24 L: Durante los primeros 13 días de vida larvaria el desarrollo fue igual al de las larvas del fotoperíodo 0/24 L. El corazón adulto apareció en el 12% de las larvas el día 9. El 46% de las larvas desarrolló 6 lóbulos del velum al día 14 y al día 19 el 100% de la población presentaba 6 lóbulos. La probóscis apareció el día 17 en el 36% de las larvas y para el día 25 el 100% de éstas la presentaban y era funcional. El asentamiento de las primeras larvas se presentó al día 26 en el 16% de la población y para el día 29 el 100% de las larvas se habían asentado (Tabla 3).

Crecimiento y sobrevivencia

El crecimiento en términos de longitud sifonal para las larvas del fotoperíodo 0/24 L fue de 912 μm al día 31, mientras que para el fotoperíodo 24/24 L el crecimiento fue significativamente mayor con 1 200 μm . El análisis de varianza realizado mostró diferencia significativa ($P < 0.05$). La Tabla 4 muestra las tasas de crecimiento, sobrevivencia y las ecuaciones de regresión lineal para la longitud de la concha para las larvas de ambos fotoperíodos. Las larvas del fotoperíodo 0/24 L mostraron una tasa de crecimiento de 22.56 $\mu\text{m}/\text{día}$ y para las larvas del fotoperíodo 24/24 L su tasa de crecimiento fue 29.60 $\mu\text{m}/\text{día}$. Estas tasas de crecimiento fueron significativamente diferentes entre los fotoperíodos empleados ($P < 0.05$). La más alta sobrevivencia se obtuvo en el fotoperíodo 0/24 L con 44% en comparación con 13% de sobrevivencia obtenido en el fotoperíodo 24/24 L (Tabla 4).

En la Figura 1 se presentan las curvas de regresión lineal para los fotoperíodos 0/24 L y 24/24 L, respectivamente con un número total de 480 organismos (30 organismos medidos en cada día de cultivo). En la Figura 2 se presentan las curvas de crecimiento de los valores medios para los fotoperíodos 0/24 L y 24/24 L respectivamente, con sus desviaciones estándar.

DISCUSION

La intensidad de la luz ha sido identificada como el estímulo primario para la regulación de la distribución vertical en muchos invertebrados marinos, particularmente larvas de crustáceos (Forward et al. 1984). Poca información existe del efecto de la luz solar sobre los patrones de distribución vertical para la mayoría de las formas larvales. Poca atención se ha dado al efecto de la luz como un factor abiótico sobre las larvas de gasterópodos, entre otras razones por su talla pequeña (70 μm a 1 000 μm) lo que representa por sí sola una limitante práctica para su estudio (Travelyan y Chang 1987, Barilé et al. 1994, Raby et al. 1994). Sin embargo algunos estudios han sido realizados sobre la distribución vertical de larvas de bivalvos (Mann y Wolf 1983, Tremblay y Sinclair 1990). Bayne (1964) describe extremas fluctuaciones en la densidad larval en presencia o ausencia de fototaxis para las larvas velíferas de *Mytilus edulis* previas al

asentamiento. Cragg (1980), con larvas de *Pecten maximus*, encontró que la geotaxis negativa parece colocar a las velíferas en la porción superior de la columna de agua durante la noche y durante condiciones de baja intensidad de luz.

Tabla 3. Características del desarrollo larvario para el fotoperíodo 24/24 L, donde se presenta el primer día en que aparece cada uno de los diferentes caracteres. Se indica el primer día donde cada carácter alcanza 50% y el día en que cada característica tiene $\geq 90\%$.

Grupo del desarrollo	Número del carácter morfológico	1er. día	%	Día $\geq 50\%$	Día $\geq 90\%$
Maduración larval	1	1	100		1
	2	2	18	3	5
	3	6	24	7	9
	4	7	24	9	11
	7	12	32	13	17
	8	14	46	15	19
	12	14	38	17	21
	15	21	24	25	27
	5	9	12	11	17
	6	11	32	15	17
	9	15	40	17	27
	10	15	42	17	29
	11	17	48	19	29
	13	17	36	21	25
	14	20	38	23	25
Proceso de Metamorfosis	16	22	36	25	29
	19	22	40	25	29
	17	22	44	25	29
	20	26	8	27	29

Tabla 4. Tasas de crecimiento, sobrevivencia y ecuación de regresión lineal para las larvas velíferas de *Strombus pugilis*, alimentadas con *Tetraselmis suecica*, sometidas a los dos fotoperíodos (0/24 L y 24/24 L). n = 480 organismos para cada fotoperíodo. El asterisco indica diferencias significativas entre los tratamientos.

Fotoperíodos	Tasa de crecimiento ($\mu\text{m}\cdot\text{día}^{-1}$)	Sobrevivencia (%)	Ecuación de regresión lineal
0/24 L	22.56	44 *	$Y = 258.58 + 27.48x$ $r = 0.97$
24/24 L	29.60 *	13	$Y = 190.63 + 31.88x$ $r = 0.98$

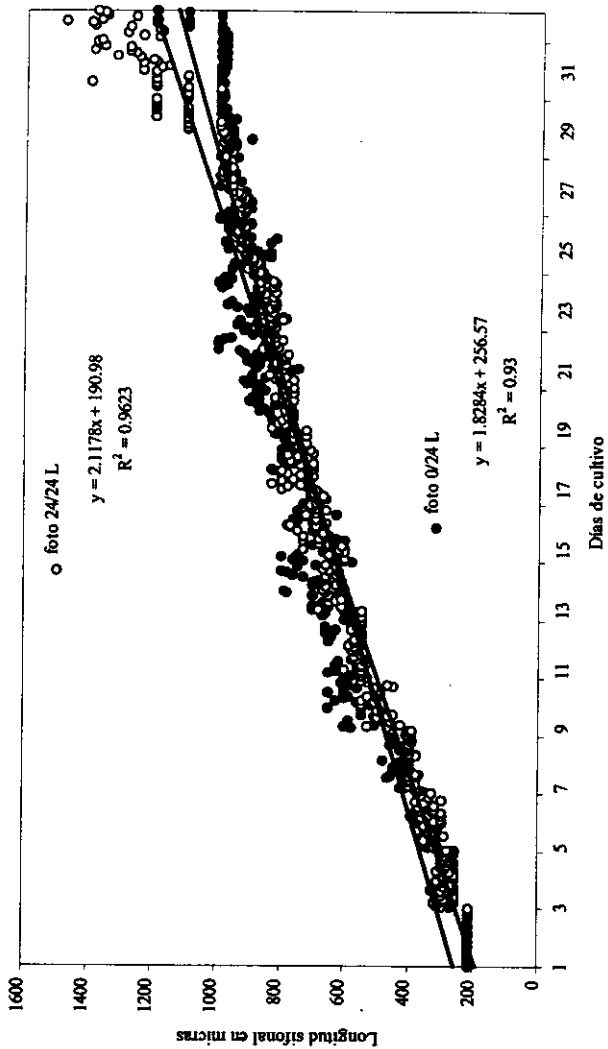


Figura 1. Curva de regresión lineal para la longitud sifonal de las larvas de *Strombus pugilis* sometidas a los dos fotoperíodos 0/24 y 24/24 L durante 31 días de cultivo (n = 480 organismos).

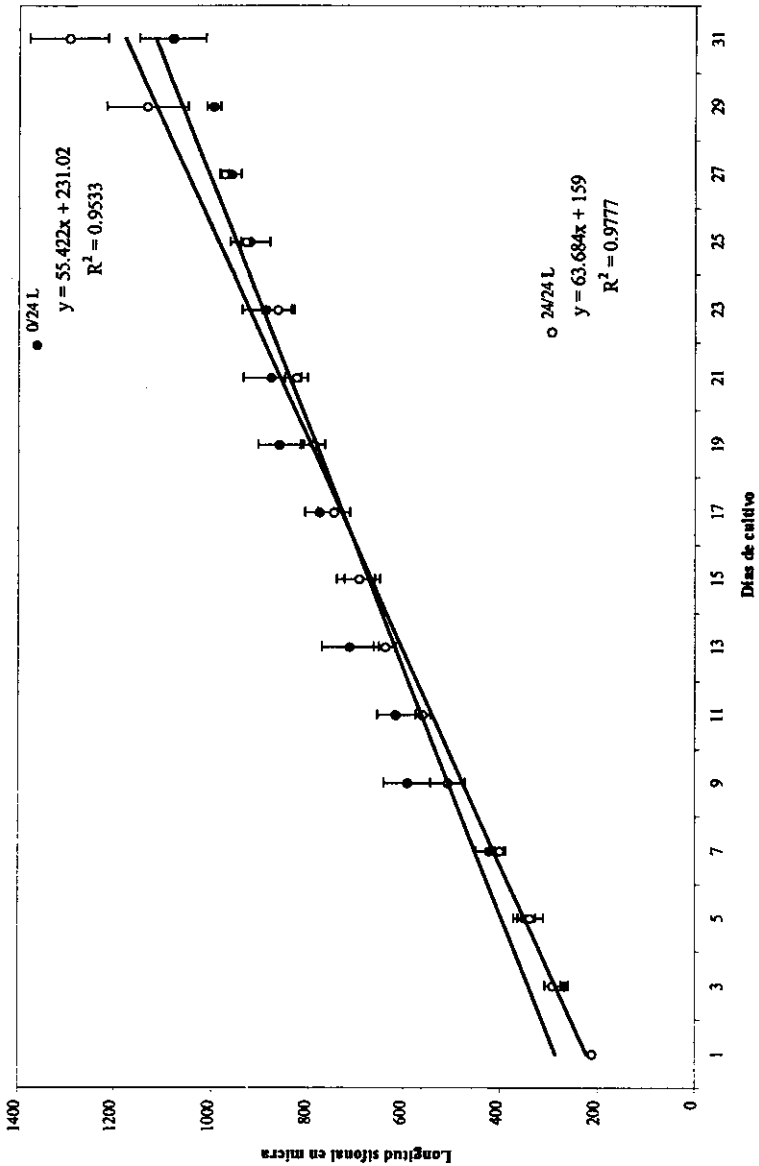


Figura 2. Curva de crecimiento del valor medio y desviación estándar para las larvas de *Strombus pugilis* bajo a los dos fotoperíodos 0/24 y 24/24 L.

Kaardvedt et al. (1987) observaron que las larvas de *Pecten maximus* ajustan su posición vertical en la columna de agua en relación a la intensidad lumínica. Así la larva se desplaza a mayor profundidad durante períodos de alta intensidad lumínica. Raby et al. (1994) encuentran que las larvas de *M. edulis* se mueven hacia la superficie del agua durante la noche, presentando valores del índice de alimentación de 14 a 31% más, en comparación al índice de alimentación que presentan las larvas durante el día. Salaiün (1994) encuentra que las larvas de *P. maximus* se alimentan poco en el día y menos aún en las capas superficiales en comparación a las larvas de aguas profundas. La segunda conclusión de éste autor, es que las larvas no presentan un índice de repleción del contenido estomacal de 100%, cualquiera que sea la profundidad a la que se encuentran las larvas, época del año ó cantidad de luz.

No se han realizado estudios para conocer el efecto de éste factor sobre el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de las larvas de *S. pugilis*. Entre los pocos autores que han trabajado sobre nutrición de moluscos y su efecto con la luz, pueden citarse a Nielsen (1985) en condiciones de laboratorio bajo condiciones de luz continua en una escala de tiempo corta demostró que los juveniles de *M. edulis* presentaron una regresión lineal entre el crecimiento en longitud de la concha y el peso libre de ceniza. Seed (1969) reportó un aumento en el crecimiento longitudinal de la concha de *Mytilus edulis* en la obscuridad bajo condiciones de cultivo. Nielsen y Strömgren (1985) determinaron un incremento en las tasas de ingestión en la obscuridad y una reducida alimentación durante el día, para adultos de *M. edulis* lo que explicaría su baja tasa de crecimiento en comparación al lote mantenido en la obscuridad. Estos autores observaron que la luz acelera el metabolismo de las larvas, produciendo éstas una gran cantidad de pseudoheces lo que pudiera explicar lo observado en éste trabajo en la serie experimental 24/24 L donde se presentó una baja sobrevivencia. Contrariamente, Nielsen y Strömgren (1985) observaron que en la obscuridad el metabolismo es bajo y el organismo dispone de más energía que puede usarse en el crecimiento.

Scrope-Howe y Jones, (1985) encontraron que las velígeras de bivalvos tienen un movimiento hacia la superficie de la columna de agua durante la noche y que las velígeras de gasterópodos se movían hacia la superficie de la columna de agua y se concentraban también alrededor de la termoclina en la noche. Tremblay y Sinclair (1990) con *Placopecten magellanicus* reportaron que por arriba de 5 metros dentro de la columna de agua grandes agregaciones de larvas estuvieron asociados a perfiles nocturnos, mientras que agregaciones por debajo de los 10 metros estuvieron limitadas a perfiles diurnos. Estos mismos autores sugieren que las fluctuaciones en las concentraciones larvales ocurren en cortos períodos de tiempo.

Contrariamente a los autores anteriores, Chaplin y Sandt, (1992) mostraron

que la densidad larval de *Strombus gigas*, fue entre uno y dos órdenes de magnitud mayor durante el día que durante la noche, encontrando que un gran número de larvas estaba dentro del rango de un metro de la superficie de la columna de agua durante el día. Estos autores concluyen que las larvas de *S. gigas* parecen tener un patrón de migración vertical diurno el cual es contrario al patrón usual del meroplancton, presentando un control significativo sobre su posición en la columna de agua. Sin embargo los autores mencionados anteriormente, obtuvieron resultados donde las larvas si presentan el comportamiento clásico del meroplancton.

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que el fotoperíodo tuvo efecto en el desarrollo, crecimiento y sobrevivencia de larvas de *S. pugilis*. En las Tablas 5 y 6 se puede observar que las larvas del fotoperíodo 24/24 L tuvieron un desarrollo más avanzado que las larvas del fotoperíodo 0/24 L.

El fotoperíodo tuvo un efecto más marcado a partir del día 25, donde la población larval del fotoperíodo 24/24 L presentaban en su mayoría (90%) un estado de desarrollo más avanzado, en comparación con las larvas del fotoperíodo 0/24 L., sobre todo en algunas características como la probóscis, el opérculo adulto y el asentamiento.

Este efecto también se vio reflejado en el crecimiento de las larvas sometidas al fotoperíodo 24/24 L las cuales alcanzaron una talla de 1 200 μm al momento del asentamiento mientras que las larvas del fotoperíodo 0/24 L, tuvieron una talla de 912 μm .

El efecto del fotoperíodo se hizo más evidente en la sobrevivencia larval, dado que las larvas del fotoperíodo 0/24 L tuvieron una tasa de sobrevivencia (44%) tres veces mayor a la obtenida por las larvas del fotoperíodo 24/24 L (13%).

De los resultados obtenidos en este trabajo se puede pensar en re-estructurar la biotecnología utilizada hoy en día para el cultivo de *Strombus*.

Los resultados obtenidos marcan el inicio para seguir con una línea de investigación sobre el efecto de la luz en la vida larvaria y post-larvaria de estos gasterópodos.

De estos primeros resultados se observa que el fotoperíodo tiene una repercusión en la biotecnología para mejorar el rendimiento de la larvicultura de *Strombus*.

Tabla 5. Días de aparición para algunas características morfológicas del desarrollo larvario donde el 50% de la población larval de *Strombus pugilis* presentaba este carácter. Las larvas fueron cultivadas en dos fotoperíodos : 0/24 L y 24/24 L. (C₅₀) larvas con corazón adulto, (P₅₀) larvas con probóscis, (O₅₀) larvas con opérculo adulto y (A₅₀) larvas asentadas.

Fotoperíodos	C ₅₀		P ₅₀		O ₅₀		A ₅₀	
	Días	%	Días	%	Días	%	Días	%
0/24 L	11	54	21	50	27	56	29	56
24/24 L	11	58	21	54	25	66	27	65

Tabla 6. Días de aparición para algunas características morfológicas del desarrollo larvario donde el 100% de la población larvat de *Strombus pugilis* presentaba este carácter. Las larvas fueron cultivadas en dos fotoperíodos : 0/24 L y 24/24 L. (C₁₀₀) larvas con corazón adulto, (P₁₀₀) larvas con probóscis, (O₁₀₀) larvas con opérculo adulto y (A₁₀₀) larvas asentadas.

Fotoperíodos	C ₁₀₀		P ₁₀₀		O ₁₀₀		A ₁₀₀	
	Días	%	Días	%	Días	%	Días	%
0/24 L	17	100	31	90	31	90	31	90
24/24 L	17	100	25	100	29	100	29	100

Proceedings of the 51st Gulf and Caribbean Fisheries Institute

AGRADECIMIENTOS

A la Comunidad Económica Europea (CEE) contrato 0432 ME(JR). Al consejo Científico y Técnico de la Embajada de Francia, contrato No. MEP65000. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), beca No. 90032. Al CINVESTAV IPN. Al Fondo Yucatán del Gobierno del Estado. Al Dr. Erick Baqueiro Cárdenas del CRIP, Campeche, por su colaboración en la colecta de muestras biológicas en los sitios identificados por el investigador.

LITERATURA CITADA

- Aldana Aranda, D. and L. Torrentera. 1987. La croissance larvaire de *Strombus gigas* (Mollusque, Gasteropode) en fonction de la nourriture et de la temperature. *Haliotis* 16:403-411.
- Aldana Aranda, D., A. Lucas, T. Brulé, E. Salguero and F. Rendón. 1989. Effects of temperature, algal food, feeding rate and density on the larval growth of the milk conch (*Strombus costatus*) in México. *Aquaculture* 76:361-371.
- Appeldoorn, R. S. 1985. Growth, mortality and dispersion of juvenile, laboratory reared conchs, *Strombus costatus*, released at an offshore site. *Bull. Mar. Sci.* 37:785-793.
- Appeldoorn, R. S. 1994. Queen conch management and research: status, needs and priorities. Pp:301-319. In R.S. Appeldoorn & B. Rodríguez (eds.). *Biología, Pesquería y Cultivo del Caracol Strombus gigas*. Ex libris. Caracas, Venezuela.
- Appeldoorn, R. S. and I. M. Sanders. 1984. Quantification of the density growth relationship in hatchery reared juvenile conchs (*Strombus gigas* Linné and *S. costatus* Gmelin). *J. Shell. Res.* 4:63-66.
- Ballantine, D. L. and R. S. Appeldoorn. 1983. Queen conch culture and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35: 57-63.
- Bayne, B.L. 1964. The response of the larvae of *Mytilus edulis* L. to light and gravity. *Oikos* 15:162-174.
- Bradshaw-Hawkins, V. L. 1982. Contributions to the natural history of the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis* (Linnaeus) in Barbados, with emphasis on reproduction. Thesis M. Sc. University McGill, Montreal Canadá. 131 pp.
- Brito Manzano, N., D. Aldana Aranda and E. Baqueiro Cárdenas. (in press). Development, growth and survival of larvae of the fighting conch *Strombus pugilis* L. (Mollusca, Gastropoda) in the laboratory. *Bull. Mar. Sci.*
- Brownell, W. N. 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 27:668-680.

- Chaplin, J. and V. J. Sandt. 1992. Vertical migration and distribution of queen conch veligers. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **42**:158-160.
- Cragg, S. M. 1980. Swimming behavior of the larvae of *Pecten maximus* L. (Bivalvia). *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* **60**:551-564.
- Davis, M., C. A. Bolton and A. W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *The Veliger* **36**:236-244.
- Forward, R. B., Cronin, T. W. and D. E. Stearns. 1984. Control of diel vertical migrations : Photoresponses of a larval crustacean. *Limnol. Oceanogr.* **29**:146-154.
- García Santaella, E. and D. Aldana Aranda. 1994. Effect of algal food and feeding schedule on larval growth and survival rates of the queen conch, *Strombus gigas* (Mollusca, Gastropoda) in México. *Aquaculture* **128**:261-268.
- Kaartvedt, S., D. L., Aksnes and J. K. Egge. 1987. Effect of light on the vertical distribution of *Pecten maximus* larvae. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **40**:195-197.
- Mann, R. and C. C. Wolf. 1983. Swimming behavior of larvae of the ocean quahog *Arctica islandica* in response to temperature and pressure. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **13**:211-218.
- Nielsen, V. M. 1985. Shell growth as a measure of production and ingestion of *Mytilus edulis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **85**:43-56.
- Nielsen, V. M. and T. Strömngren. 1985. The effect of light on the shell length growth and defecation rate of *Mytilus edulis* (L.). *Aquaculture* **47**:205-211.
- Odum, E.P. 1983. Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. CECSA, México.
- Raby, D., Y. Lagadeus, J. J. Dodson and M. Mingelbier. 1994. Relationship between feeding and vertical distribution of bivalve larvae in stratified and mixed waters. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **103**:275-284.
- Rodríguez Gil, L. A. 1986. Desarrollo embrionario y metamorfosis del caracol rosado *Strombus gigas* (Linnaeus). Tesis presentada para obtener el grado de Maestro en Ciencias. CINVESTAV-IPN Unidad Mérida, Yucatán, México. 78 pp.
- Salaün, M. 1994. La larvae de *Pecten maximus*, genese et nutrition. These de Doctorat d'Universite. Universite de Bretagne Occidentale, 227 pp.
- Scrope-Howe, S. and D. A. Jones. 1986. The vertical distribution of zooplankton in the western Irish Sea. *Estuarine Coastal Shelf Sci.* **22**:785-802.

Proceedings of the 51st Gulf and Caribbean Fisheries Institute

- Seed, R. 1969. The ecology of *Mytilus edulis* L. (Lamellibranchiata) on exposed rocky shores. II. Growth and mortality. *Oecologia* (Berl.) **3**:317-350.
- Tremblay, M. J. and M. Sinclair. 1990. Diel vertical migration of sea scallop larvae *Placopecten magellanicus* in a shallow embayment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **67**:19-25.
- Trevelyan, G. A. and E. S. Chang. 1987. Light-induced shell pigmentation in post-larval *Mytilus edulis* and its use as a biological tag. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **39**:137-144.