

Irradiación de Larvas del Caracol de Uña, *Strombus pugilis* (Linné, 1758) con Luz No Coherente y No Polarizada de Diodos Emisores de Luz de Gaas

NANCY BRITO MANZANO¹, DALILA ALDANA ARANDA¹
y ESPERANZA PURÓN²

¹CINVESTAV IPN Unidad Mérida

Km 6 Antigua Carretera a Progreso

C.P. 97310, A.P. 73 Cordemex

²Universidad de la Habana, Cuba

RESUMEN

Datos sobre desarrollo, crecimiento y asentamiento fueron evaluados en larvas del caracol de uña *Strombus pugilis* al ser irradiadas con luz no coherente y no polarizada. La temperatura de cultivo fue de $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. El cultivo de larvas velíferas fue realizado a una densidad de $200 \cdot \text{litro}^{-1}$ en recipientes de plástico de 4 litros. Las larvas fueron alimentadas con *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1,000 células/mililitro. Se colocaron 4 series experimentales y un testigo cada una de éstas con una réplica. Cada serie y su réplica se irradiaron por 10 minutos cada 24 horas. La primera serie se irradió por siete días, la segunda se irradió 14 días, la tercera se irradió 21 días, la cuarta 28 días y el grupo testigo sin irradiación.

El desarrollo larvario en las larvas irradiadas fue siempre más rápido con respecto a las larvas del grupo testigo. La mejor tasa de asentamiento se observó en la serie 3, donde 30% de las larvas se asentaron al día 25. El asentamiento se presentó al día 28 en la serie 1, con el 33%, en la 2 en el 35% de las larvas, en la 4 con 30%, y en el testigo al día 29 en el 31% de las larvas. En relación al crecimiento, la talla máxima de la heliconcha fue alcanzada también por las larvas de la serie 3, con un promedio de $1\ 312 \pm 7.98 \mu\text{m}$ ($n = 30$) al día 30, contra $1\ 080 \pm 10.75 \mu\text{m}$ ($n = 30$) que tuvieron las larvas del lote testigo.

PALABRAS CLAVE: *Strombus*, irradiación, desarrollo, crecimiento

Larval Irradiation of the Fighting Conch *Strombus pugilis* (Linné, 1758) with no Coherent and no Polarized Light of Gaas

ABSTRACT

Larval development and growth were evaluated for larvae of the fighting conch *Strombus pugilis*. Temperature culture was $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$, the veligers were reared at a density of 200 larvae per litre, into 4-litre tanks. Larvae were fed *Tetraselmis suecica* at a concentration of 1,000 cells/ml. Five experimental cultures were mounted, four were irradiated per 10 minutes dialy and an control

group without irradiation, each one with two replicates. Culture 1 were irradiated per seven days, Culture 2 per 14 days, Culture 3 per 21 days and Culture 4 per 28 days. Larval development in irradiated larvae was better than control group. The best settlement rate was observed in Culture 3, where 30% of the larvae began settlement on the 25 days. The settlement began to 28 days in Culture 1 with 33%, in Culture 2 with 35%, in Culture 4 with 30% and the settlement began in the control group on 29 days with 31% of the larvae. In growth, the maximum shell length was also observed in the larvae of Culture 3 with a mean of $1\,312 \pm 7.98 \mu\text{m}$ ($n = 30$) at 30 days versus $1\,080 \pm 10.75 \mu\text{m}$ ($n = 30$) of the control group.

KEY WORDS: *Strombus*, irradiation, development, growth.

INTRODUCCION

En los últimos años ha aumentado el interés por el estudio de la interacción de la luz con la materia biológica, ya que muchos procesos naturales se ven acelerados o detenidos por el sólo hecho de irradiar un área determinada de materia biológica viva con determinadas longitudes de onda. La literatura cita el uso de la luz de baja potencia en medicina; como analgésico, anti-inflamatorio y bioestimulante trófico (Herrero, 1988; Purón, 1997). También se está estudiando el efecto de la luz en el comportamiento de la célula y de la materia viva en general (Velez, 1988; Velez, 1996; Purón *et al.*, 1996).

Debido a su importancia económica los caracoles de la familia Strombidae, han sido objeto de estudios de biología, dinámica poblacional y acuicultura. En particular *Strombus gigas* y *Strombus costatus* que han sido los más estudiados. El caracol *Strombus pugilis* es una de las seis especies de *Strombus* de importancia económica distribuidas en la región del Caribe sobre la cual se han realizado pocos trabajos (Brownell, 1977; Bradshaw-Hawkins, 1982; Brito Manzano y Aldana Aranda, 1997). El presente estudio aporta los primeros resultados del efecto de la luz no coherente y no polarizada de Arseniuro de Galio sobre el desarrollo, crecimiento y asentamiento de larvas de *Strombus pugilis* a fin de determinar su efecto como un estimulante del desarrollo larvario y el crecimiento, con la eventual aplicación acuícola que esto tendría.

MATERIAL Y METODOS

La masa de huevos de *S. pugilis* fue colectada debajo de una hembra en ovoposición, a una profundidad promedio de 4 m en Seyba Playa, México (20°45' LN y 91°45' LO). En el laboratorio, la masa se colocó sobre un tamiz de 300 μm de luz de malla, sumergida en un recipiente de plástico neutro transparente con capacidad de 25 litros con agua de mar filtrada a 2 μm y

esterilizada con luz Ultravioleta. Los recambios del agua y del tamiz se realizaron cada 24 horas hasta el momento de la eclosión y a lo largo de toda la fase larvaria. La temperatura se mantuvo a $29 \pm 1^\circ\text{C}$.

Las larvas recién eclosionadas se colocaron a una densidad de 200 larvas/litro en recipientes de plástico neutro blanco con una capacidad de 4 litros. Las larvas fueron alimentadas con *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1,000 células/ml (García Santaella y Aldana Aranda 1994). Se colocaron cuatro series sometidas a irradiación y una serie testigo sin irradiación, cada una de estas con una réplica. Las series experimentales se irradiaron 10 minutos diarios. La primera por 7 días, la segunda serie por 14 días, la tercera serie por 21 días, la cuarta serie por 28 días y el grupo testigo permaneció sin irradiación. El equipo empleado para la irradiación fue el Biofotonic con 6 diferentes intensidades de irradiación, luz Infrarroja con una longitud de onda de 920 nm. El biofotonic se encuentra constituido por un cabezal con 25 diodos emisores de luz de Arseniuro de Galio con una potencia de $19\mu\text{W}$ cada diodo.

Para evaluar el grado de desarrollo larval, se colectaron al azar 30 velígeras cada dos días del día 1 al 14 y diariamente del día 15 al día 30 día. Se tomaron en cuenta 20 características morfológicas basadas en el número de lóbulos del velum, número de vueltas de espira de la concha, aparición del corazón adulto, migración de los ojos, aparición de los tentáculos, pigmentación y funcionamiento del pie, pigmentación del manto, aparición y funcionamiento de la probóscide, aparición y funcionamiento de la rádula y asentamiento (Brito Manzano y Aldana Aranda, 1997).

Para medir el crecimiento larvario, cada dos días se colectaron al azar muestras de 30 larvas que se colocaron en tubos Eppendorf de 1.5 ml, para su posterior medición al microscopio Zeiss con el objetivo 10x. Las medidas que se registraron fueron longitud sifonal y el diámetro de la espira de la concha.

Para determinar el asentamiento de una larva se tomaron en cuenta las siguientes características: reabsorción completa del velum, 4.5 vueltas de espira de la concha, presencia del pie con opérculo, probóscide funcional, pigmentación profusa del manto y del pie y migración de los ojos a los tentáculos y el primer día en que la larva empezó a permanecer en el fondo (Brito Manzano y Aldana Aranda, 1997)

RESULTADOS

Desarrollo

Las larvas velígeras de las cuatro series experimentales y el testigo tuvieron durante los primeros 15 días de vida la misma evolución morfológica en cuanto a su desarrollo. Al momento de eclosionar presentaron una concha con 1.5 vueltas de espira y un velum bilobulado, éstos lóbulos se dividieron en cuatro al día 5

con 2 vueltas de espira. Al día 15, las larvas presentaron 3.5 vueltas en su espira, seis lóbulos del velum y la migración de los ojos.

A los 20 días de edad las larvas de las series 1, 2, 3 y 4 tuvieron 4.5 vueltas de espira de la concha con porcentajes de 40, 50, 64 y 40 respectivamente, contrariamente el grupo testigo desarrolló las 4.5 vueltas en su espira el día 21 en 36% de las larvas. Las larvas de todas las series experimentales incluyendo al grupo testigo, permanecieron con 4.5 vueltas de espira de la concha hasta el día 30.

La rádula apareció al día 20 en 40% de las larvas para la serie 3, lo mismo se observó para las larvas de las series 1, 2 y 4, pero proporción fue de la mitad con 10, 25 y 25% respectivamente. En las larvas de la serie testigo la rádula apareció hasta el día 23 en el 15%. La rádula fue completamente funcional al día 30 en 100% de las larvas de las series experimentales 1, 2, 3 y 4, mientras que en las larvas del grupo testigo únicamente lo fue el 96%.

El asentamiento de las primeras larvas se observó el día 25 con 30%, en la serie 3 mientras que para las larvas de las series 1, 2 y 4 se presentó al día 27 con 33%, 35% y 30%, respectivamente, para el testigo el asentamiento se presentó al día 29 en 31% de las larvas. El asentamiento se presentó al día 29 en el 100% de las larvas de la serie experimental 3, mientras que para las series 1, 2, 4 y el testigo fue al día 31. Para realizar la comparación del desarrollo entre las diferentes series, se tomaron como criterio los caracteres morfológicos: concha con 4.5 vueltas de espira (E), rádula (R), pie con opérculo (P) y asentamiento (A), al momento en el que la población de larvas presenta al menos 50% o más ese carácter llamandolos: E₅₀, R₅₀, P₅₀ y A₅₀ y cuando presentaron 100% del carácter: E₁₀₀, R₁₀₀, P₁₀₀ y A₁₀₀ (Tabla 1).

Crecimiento

En la Figura 1 se presentan las curvas de crecimiento en términos de longitud media sifonal a lo largo de los 30 días de cultivo para las larvas de las cuatro series experimentales y el testigo. Se observa que el mejor crecimiento lo presentaron las larvas de la serie 3 que alcanzaron una talla de $1\ 312 \pm 7.98\ \mu\text{m}$ ($n = 30$) ($P < 0.05$) y el menor crecimiento fue para las larvas del grupo testigo con una talla de $1\ 080 \pm 10.75\ \mu\text{m}$ ($n = 30$). Las larvas de las series experimentales 1, 2 y 4 a lo largo de 30 días presentaron un patrón de crecimiento similar. Al realizar el análisis estadístico de las medias obtenidas éstas no presentaron diferencia significativa ($P < 0.05$) a lo largo de todo el período de cultivo, con una talla al día 30 de $1\ 180$, $1\ 192$ y $1\ 182\ \mu\text{m}$, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 1. Comparación del desarrollo de las larvas de *Strombus pugilis* cultivadas en laboratorio a 200 larvas/litro, alimentadas con *Tetraselmis suecica* a una temperatura de 29 ± 1°C en cuatro series experimentales y el testigo. Las series 1, 2, 3 y 4 se irradiaron con luz no coherente y no polarizada cada 24 horas por 10 minutos.

Características del Desarrollo Larvario																
Series	Tiempo de irradiación	E ₅₀		R ₅₀		R ₁₀₀		P ₅₀		P ₁₀₀		A ₅₀		A ₁₀₀		
		Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %	Edad %
1	7	22 53	27 100	24 50	28 100	27 58	29 100	29 52	31 100							
2	14	20 50	25 100	24 53	28 100	27 55	29 100	29 54	31 100							
3	21	20 64	22 100	21 61	24 100	24 72	28 100	26 65	29 100							
4	28	21 52	25 100	26 51	29 100	29 53	30 100	29 50	31 100							
T	NO	24 50	27 100	26 51	29 100	29 53	30 100	29 50	31 100							

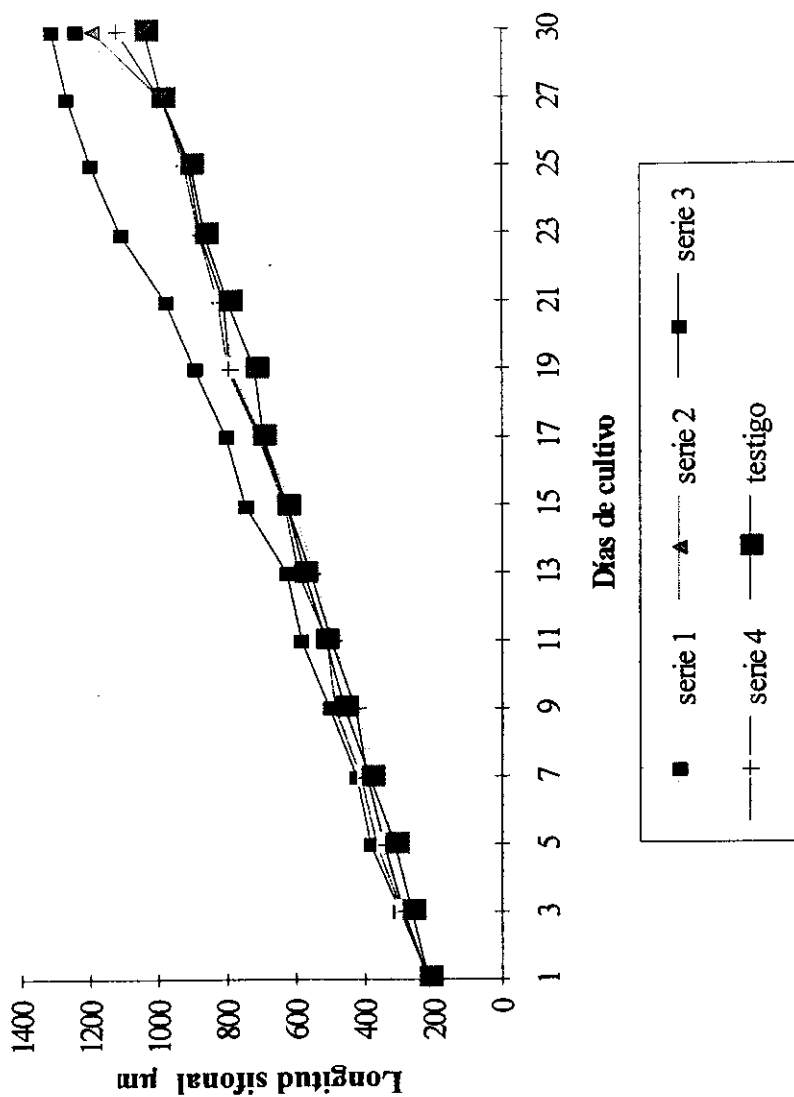


Figura 1. Curvas de crecimiento de las larvas de *Strombus pugilis*, cultivadas bajo cuatro series experimentales irradiadas cada 24 horas por 10 minutos con luz no coherente y no polarizada y un grupo testigo, durante 30 días de cultivo.

Tabla 2. Análisis estadístico de las medidas de longitud sifonal medias (ANOVA $p < 0.05$) realizado para las larvas de *Strombus pugilis* cultivadas en las series experimentales 1, 2 y 4 e irradiadas con luz no coherente y no polarizada de diodos emisores de luz de Arseniuro de Galio, a lo largo de 30 días.

Análisis de Varianza					
Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados Medios	F	P
Series	41.333	3	20.667	0.000	1.000
Error	1407514.0	3	46917.3	-	-

DISCUSION

El efecto de la luz no coherente y no polarizada de diodos emisores de luz de Arseniuro de Galio en la vida larvaria de moluscos no ha sido estudiado, y no se conoce en consecuencia el efecto que pudiera tener sobre el desarrollo, crecimiento y asentamiento de éstas. Se han realizado estudios acerca del papel que juega la luz solar en la regulación de los movimientos verticales en larvas de gasterópodos como *S. gigas* (Barilé et al., 1994) y de bivalvos como *Pecten maximus* (Kaarvedt et al., 1987; Salaün, 1994). Los autores encontraron que las larvas presentaban cierta preferencia por la luz y que ajustaban su posición vertical en la columna de agua de acuerdo al nivel de intensidad. Nielsen y Strömgren (1985) trabajando con larvas de *Mytilus edulis*, observaron que la luz acelera el metabolismo de las larvas produciendo éstas una gran cantidad de pseudoheces. Por otro lado, Strömgren (1976 a, b, c) trabajando con juveniles y adultos de *M. edulis*, *Modiolus modiolus* y *M. americanus*, encontró que el crecimiento de los mejillones era mayor cuando se les colocaban en la obscuridad.

La determinación del número de espiras de la concha de larvas recién eclosionadas ha sido realizado por autores como Davis et al., (1993) quienes encontraron que las larvas de *S. gigas* y *S. costatus* poseen 1.5 vueltas de espira al momento de la eclosión, el mismo número fue reportado por Brownell (1977) para larvas de *S. gigas*, *S. costatus* y *S. pugilis*, Brito Manzano y Aldana Aranda (1997) reportan el mismo valor para *S. pugilis*. En el presente trabajo el resultado fue similar para las larvas de la misma especie bajo cuatro tratamientos diferentes y el testigo.

El estado de desarrollo que presentaron las larvas de *S. pugilis* en éste estudio en las diferentes series experimentales, fue comparado con los datos de la literatura para otras especies de *Strombus*. Brownell (1977) encontró en *S. pugilis* que la aparición de la proboscis se presenta al día 25 para larvas de *S.*

gigas y *S. costatus*, mientras que en las larvas de esta investigación apareció al día 20. Este mismo autor encontró en las mismas especies que el inicio de la fase bentónica fue de 20 a 22 días y en el presente trabajo fue de 23 a 27 días.

Boidron-Metairon (1990) encontró que *S. gigas* logra la metamorfosis después de 29 días, Brownell (1977) reporta que la metamorfosis se completa de los 28 a los 33 días en *S. gigas*, de 26 a 30 días para *S. costatus* y de 30 a 31 días para *S. pugilis*. En el presente trabajo la metamorfosis para *S. pugilis* ocurrió del día 25 al día 30.

En la Tabla 3 se resumen datos de la literatura acerca del crecimiento de *S. gigas*, y *S. pugilis*. La longitud máxima alcanzada al final de la vida larvaria fue similar a lo reportado por los otros autores, incluso de aquellos que utilizaron dietas 500 veces mayores a la cantidad de alimento proporcionado en éste trabajo. Excepto Brownell (1977) que obtiene 2 200 μm para *S. gigas* y 2 900 μm para *S. pugilis*.

Tabla 3. Datos de la literatura sobre el crecimiento de larvas de *Strombus gigas* y *Strombus pugilis* bajo condiciones de laboratorio. 1. *Nitzschia*, 2. *Skeletonema*, 3. *Chaetoceros*, 4. *Thalassiosira fluviatilis*, 5. *T. chuii*, 6. *Isochrysis* (Tahiti), 7. *Isochrysis* (Caicos), 8. *T. suecica*. * Talla del organismo adulto en cm (Abbott, 1960). 1+. Irradiación 7 días, 2+. irradiación 14 días, 3+. irradiación 21 días, 4+. irradiación 28 días y 5+. sin irradiación.

Especie	Larvas/l	TC	Alimento	Células x10 ⁶ /ml	Longitud a la metamorfosis μ m	Tasa de crecimiento μ m/día	Autor y Año
<i>S. gigas</i>	10	28 \pm 1	1, 2 y 3	100	2 200	81	Brownell, 1977
	100	-----	4 y 5	-----	1 200	50-55	Ballantine y Appeldoorn, 1983
	200	28	5, 6 y 7	1	-----	40	Aldana Aranda y Torrentera Blanco, 1987
* 15 a 30	200	27-30	7	5 000	1 170	39	Davis et al., 1993
	275	29 \pm 1	8	0.550	-----	37	García Santaella y Aldana Aranda, 1994
<i>S. pugilis</i> * 7.5 a 10	10	28 \pm 1	1, 2 y 3	100	2 900	103	Brownell, 1977
	200	29 \pm 1	8	1	997	26	Brito Manzano et al., 1997
	200	29 \pm 1	8	1	1 180	32	Este estudio1+
	200	29 \pm 1	8	1	1 192	32	Este estudio2+
	200	29 \pm 1	8	1	1 312	36	Este estudio3+
	200	29 \pm 1	8	1	1 182	32	Este estudio4+
200	29 \pm 1	8	1	1 080	29	Este estudio5+	

LITERATURA CITADA

- Barilé, P.J.A., A.W. Stoner and C.M. Young. 1994. Phototaxis and vertical migration of the queen conch (*Strombus gigas* Linné) veliger larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **183**:147 - 162.
- Boidron-Metairon, I.F. 1990. A new approach to comparative studies of *Strombus gigas* larvae at the developmental and nutritional levels. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* **41**:459 - 467.
- 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 p.
- Brito Manzano, N. and D. Aldana Aranda. 1997. Estudio preliminar sobre el cultivo del gasterópodo caracol de uña *Strombus pugilis* (Linné, 1758). *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* **49**:456 - 468.
- Brownell, W. N. 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *Strombus costatus* and *Strombus pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* **27**:668 - 680.
- 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.
- 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.
- Herrero, C. 1988. Los efectos terapéuticos. Bol. C.D.L. No. 15-16: 22-25.
- Kaardvedt, 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.
- Nielsen, M.V. and T. Strömngren. 1985. The effect of light on the shell length growth and defaecation rate of *Mytilus edulis* (L.). *Aquaculture* **47**:205 - 211.
- Purón, E., M. Carbo, M. Purón and S. Lopéz. 1996. Cuban experience for therapy in dentists with light emitting diodes. SPIE. Vol. 2630:147-154.
- Purón, E., A. Fontela, E. Palomo and C. Camber. Biological effects of no coherent and no polarized light of GaAs on Human erythrocytes. *Proc. SPIE* **2929**:138 -145.
- Salaün, M. 1994. La larvae de *Pecten maximus*, genese et nutrition. These de Doctorat d'Universite. Universite de Bretagne Occidentale, 227 p.

- Strömngren, T. 1976a. Growth pattern of *Mytilus edulis* in relation to individual variation, light conditions, feeding and starvation. *Sarsia* **60**:25 - 40.
- Strömngren, T. 1976b. Growth rates of *Modiolus modiolus* (L.) and *Cerastoderma edule* (L.) (Bivalvia) during different light conditions. *Sarsia* **61**:41 - 46.
- Strömngren, T. 1976c. Length growth of *Mytilus edulis* (Bivalvia) in relation to photoperiod, irradiance and spectral distribution of light. *Sarsia* **65**:31 - 40.
- Velez, M. 1988. Comportamiento de la luz en la interacción con los tejidos en especial el laser de baja potencia. Bol. C.D.L. No. 15-16:18 - 21.
- Velez, M. 1996. Treatment of relapse in Herpes simplex on labial and facial areas and of primary Herpes simplex on genital areas with low power laser (He-Ne). Proc. SPIE. **2630**:43.