

La Larvicultura de *Strombus gigas* en el Laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida

NANCY BRITO-MANZANO y DALILA ALDANA ARANDA

*Laboratorio de Biología Marina
CINVESTAV IPN Unidad Mérida
Km 6 antigua carretera a Progreso
Mérida, Yucatán, Mexico*

RESUMEN

El presente trabajo resume los resultados obtenidos a lo largo de 10 años de investigación sobre la larvicultura de *Strombus gigas*, realizado en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida.

Durante los diferentes cultivos se ha empleado la misma metodología: temperatura de $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$, densidad de 200 larvas por litro, alimentación con *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1,000 células algales por mililitro.

El sitio de muestreo para la obtención de las masas de huevos ha sido el Arrecife Alacranes. Se realizaron 22 cultivos durante los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

El tiempo de eclosión varió entre 92 y 96 horas con una media de 94 ± 1.51 horas después de la ovoposición.

La longitud sifonal al momento de la eclosión fue de $300 \pm 6.17 \mu\text{m}$ ($n = 1980$ larvas).

Al eclosionar las larvas de los meses de junio, julio y agosto, presentaron cuatro lóbulos del velum y 2.0 vueltas de espira de la concha ($n = 810$ larvas), mientras que las de marzo, abril, mayo y septiembre mostraron dos lóbulos del velum y 1.5 vueltas de espira ($n = 1170$ larvas).

Las larvas alcanzaron al momento de la metamorfosis una longitud sifonal entre 867 y 893 μm , con una media de $879 \pm 1.23 \mu\text{m}$, para los meses de junio, julio y agosto, mientras que las larvas del otro grupo de meses lograron una longitud sifonal entre 879 y 902 μm , con un promedio de $879 \pm 5.28 \mu\text{m}$.

Los resultados obtenidos muestran que las larvas de los primeros meses de la temporada de reproducción en el Arrecife Alacranes tienen un desarrollo más lento en relación con las larvas de los meses intermedios de dicha época, sin embargo el crecimiento es similar para ambos grupos de meses.

PALABRAS CLAVES: *Strombus gigas*, larvicultura, Yucatán

The Larviculture of *Strombus gigas* in the Marine Biology Laboratory of CINVESTAV IPN Unidad Mérida

The present work summarizes the results obtained throughout 10 years of investigation on the larviculture of *Strombus gigas*, made in the laboratory of Marine Biology of CINVESTAV IPN Unit Mérida.

During the different cultures the same methodology has been used: temperature of $29^{\circ} \pm 1^{\circ}$ C, density of 200 larvae/L, feeding with *Tetraselmis suecica* at a concentration of 1 000 algal cells/ml.

The site of sampling for the obtaining of the masses of eggs has been the Alacran Reef. Twenty two cultures were made during the months of March, April, May, June, July, August and September.

The time of appearance varied between 92 and 96 hours with a 94 average of ± 1.51 hours after the ovoposition. The shell length at hatching was of 300 ± 6.17 μm ($n = 1980$ larvae).

At hatching the larvae of the months of June, July and August, presented four velar lobes and 2.0 shell whorls ($n = 810$ larvae), whereas those of March, April, May and September showed two velar lobes and 1.5 shell whorls ($n = 1170$ larvae).

The larvae reached at the time of the metamorphosis a shell length between 867 and 893 μm , with a 879 average of ± 1.23 μm , after the months of June, July and August, whereas the larvae of the other group of months obtained a shell length between 879 and 902 μm , with a 879 average of ± 5.28 μm .

The obtained results, nevertheless, show that the larvae during the first months of the season of reproduction in the Alacran Reef had a slower development in relation to the larvae of the intermediate months; the growth was similar for both groups of months.

KEY WORDS: *Strombus gigas*, larviculture, Yucatan, laboratory

INTRODUCCION

El caracol reina *Strombus gigas*, es uno de los más importantes recursos demersales de la región del Caribe. Actualmente en la mayoría de los países donde se distribuye, sus poblaciones se encuentran sobre-explotadas, a pesar de existir diversos programas de manejo, con regulaciones que van desde el cierre total de la pesquería, hasta el uso de tallas límite de captura, períodos de veda y cuotas de captura (Appeldoorn y Rodríguez 1994).

En México, la producción del caracol reina o rosado, *S. gigas*, ha caído drásticamente, habiéndose decretado una veda permanente para su explotación a partir del año 1988 (Diario Oficial de la Federación), con lo cual se dañó la economía de pescadores que vivían únicamente de la explotación de éste recurso (de Jesús Navarrete 1999).

economía de pescadores que vivían únicamente de la explotación de éste recurso (de Jesús Navarrete 1999).

El empleo de la maricultura y de la cría en el laboratorio desde el huevo hasta la metamorfosis para restaurar las poblaciones agotadas de *S. gigas*, ha sido propuesto por numerosos investigadores (Berg 1976, Berg 1981, Ballantine and Appeldoorn 1983, Davis and Hesse 1983, Creswell and Davis 1991, Davis et al., 1993). Aunque el cultivo pueda no ser una ayuda directa a la pesquería como lo ha determinado Chanley (1983), constituye un mecanismo de repoblación en apoyo a las poblaciones reproductoras.

El desarrollo de las técnicas orientadas hacia su cultivo se ha debido a la dedicación que investigadores de instituciones gubernamentales, universidades y empresas privadas han realizado sobre el recurso. Se han hecho contribuciones significativas hacia el logro del cultivo de *S. gigas* en un esfuerzo por restablecer las poblaciones naturales afectadas y permitir el nacimiento de la industria de su acuicultura en las naciones del Caribe y Latinoamérica. El intercambio cooperativo de información e ideas ha facilitado el desarrollo de su maricultura (Creswell 1994).

En este sentido en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida, se han realizado investigaciones durante 10 años, sobre la factibilidad de realizar el cultivo de *Strombus gigas*, empleando la tecnología desarrollado por Instituciones del Caribe, los resultados obtenidos son presentados en éste trabajo.

MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se resumen los resultados obtenidos a lo largo de 10 años de investigación sobre la larvicultura de *Strombus gigas*, realizado en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida.

El sitio de muestreo para la obtención de las masas de huevos fue el Arrecife Alacranes (Figura 1). La colecta fue realizada siempre de hembras que se encontraban en ovoposición. Las masas fueron colocadas en termo-recipientes de plástico con agua de mar para su transporte al laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida.

Una vez en el laboratorio cada masa de huevos fue colocada sobre un tamiz de 300 μm de luz de malla, sumergida en un recipiente de plástico con capacidad de 25 litros con agua de mar filtrada a 2 μm y esterilizada con luz U.V. La temperatura de incubación fue de $29^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Los recambios de agua y de tamiz se realizaron cada 24 horas hasta el momento de la eclosión.

Las larvas velígeras recién eclosionadas se cultivaron en recipientes de plástico inertes con capacidad de cuatro litros a una densidad de 200 larvas/L. Las larvas fueron alimentadas con la microalga *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1 000 cél/ml, realizando cambios de agua y alimentación cada 24 horas. El alimento fue proporcionado una sola vez al día por la mañana.

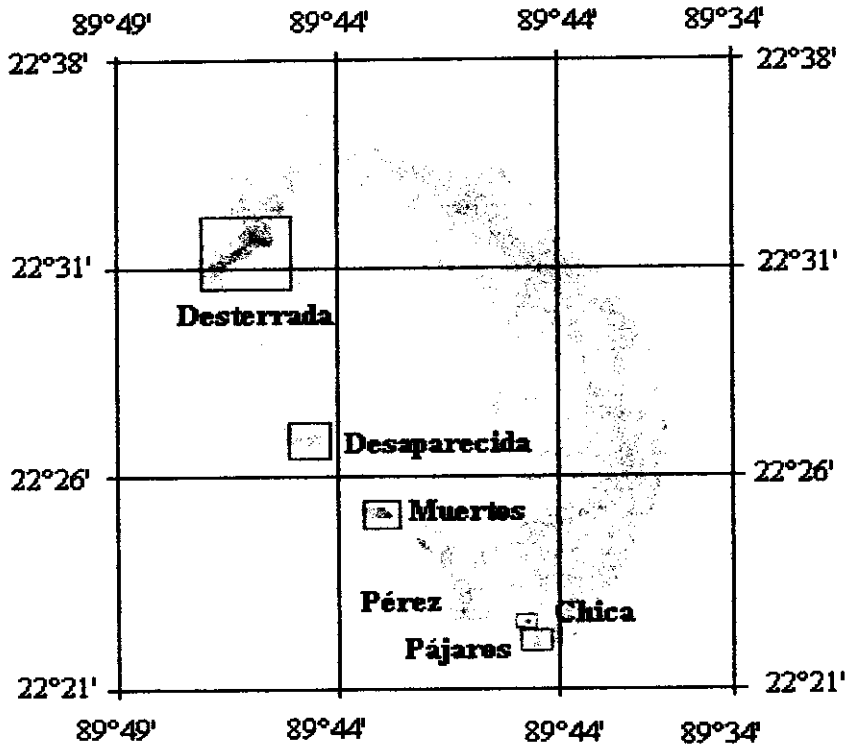


Figura 1. Arrecife Alacranes, sitio de muestreo durante los 10 años de investigación.

RESULTADOS

Desarrollo

El tiempo de eclosión para las larvas de las 22 masas de huevos empleadas en los cultivos, varió entre 92 y 96 horas con un promedio de 94 ± 1.51 horas después de la ovoposición. En la Tabla 1 se presentan los tiempos de eclosión para las masas obtenidas durante los siete meses de muestreo.

De los resultados obtenidos a lo largo de las investigaciones, se dividieron a las larvas en dos grupos de meses, (un grupo que incluye los meses de marzo, abril, mayo y septiembre y otro grupo en el cual se encuentran los meses de junio, julio y

agosto), de acuerdo a las similitudes que presentaron en relación al desarrollo y crecimiento observados, sin tomar en cuenta el año del muestreo, dado que no existieron diferencias a lo largo de los años estudiados.

Tabla 1. Tiempos de eclosión en horas para las masas de huevos obtenidas durante los meses de muestreo en el Arrecife Alacranes.

Meses	Horas	Promedio	Desviación estándar
	92		
	94		
Marzo	94	93	1.15
	92		
	96		
	96		
Abril	96	96	0.0
	96		
	96		
	92		
Mayo	92	93.6	2.19
	92		
	96		
Junio	94	94	0.0
	94		
	92		
Julio	94	93.3	1.15
	94		
Agosto	94	94	0.0
	94		
Septiembre	94	94	0.0
	94		

En la Tabla 2 se presentan las características morfológicas que desarrollaron las larvas de marzo, abril, mayo y septiembre, independientemente del año en que se realizó el muestreo.

Al momento de la eclosión las larvas de los meses de marzo, abril, mayo y septiembre, tenían dos lóbulos del velum, 1.5 vueltas de espira de la concha y pedúnculo derecho (Tabla 2), mientras que las larvas de los meses de junio, julio y agosto, presentaron cuatro lóbulos del velum, 2.0 vueltas de espira de la concha y pedúnculo derecho (Tabla 3).

Para el día 11 las larvas de los dos grupos de meses desarrollaron 4 ó 6 lóbulos del velum con 3.5 vueltas de espira de la concha, corazón adulto, así como también dio inicio la formación pedúnculo izquierdo. La única diferencia encontrada entre las

características desarrolladas, fue el porcentaje en el que se presentaban en cada mes (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Descripción de las características morfológicas desarrolladas por las larvas de los meses de marzo, abril, mayo y septiembre (n = 1 170 larvas).

Días de cultivo	Características morfológicas (marzo, abril, mayo y septiembre)
1	2 lóbulos y 1.5 vueltas, pedúnculo derecho
3	2 lóbulos y 1.5 vueltas, pedúnculo derecho
5	4 lóbulos y 2.0 vueltas, pedúnculo derecho
7	4 lóbulos y 2.0 vueltas, pedúnculo derecho
9	4 lóbulos y 2.5 vueltas (48%), 4 lóbulos y 3.0 vueltas (52%), pedúnculo derecho
11	4 lóbulos y 3.0 vueltas (25%), 4 lóbulos y 3.5 vueltas (75%), corazón adulto (18%), inicia formación pedúnculo izquierdo (22%)
13	4 lóbulos y 3.5 vueltas (43%), 6 lóbulos y 3.0 vueltas (57%), corazón adulto (67%), pedúnculo izquierdo (72%), migración de los ojos (19%)
15	6 lóbulos y 3.0 vueltas (12%), 6 lóbulos y 3.5 vueltas (88%), corazón adulto (74%), pedúnculo izquierdo (82%), migración de los ojos (43%) pigmentación del pie y del manto (15%)
17	6 lóbulos y 3.5 vueltas (88%), 6 lóbulos y 4.0 vueltas (12%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos (81%), pigmentación del pie y del manto (73%)
19	6 lóbulos y 3.5 vueltas (11%), 6 lóbulos y 4.0 vueltas (89%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, aparece la probóscis (17%).
21	6 lóbulos y 4.0 vueltas, corazón adulto, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis (68%)
23	6 lóbulos y 4.0 vueltas (72%), 6 lóbulos y 4.5 vueltas (28%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis (81%), aparece la rádula (22%).
25	6 lóbulos y 4.0 vueltas (20%), 6 lóbulos y 4.5 vueltas (80%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (49%).
27	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (66%).
29	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (96%).
30	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (velum prácticamente reabsorbido).

Las características desarrolladas por las larvas de los meses de junio, julio y agosto, al día 15 de cultivo fueron: 6 lóbulos y 3.5 vueltas, corazón adulto, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto (Tabla 3).

Para las larvas de marzo, abril, mayo y septiembre, la metamorfosis se inició al día 30, cuando éstas presentaban: 6 lóbulos (prácticamente reabsorbidos) y 4.0 ó 4.5 vueltas de espira de la concha, corazón adulto, migración de los ojos, total pigmentación del pie y del manto, probóscis y rádula funcionales.

Al día 27 momento de la metamorfosis para las larvas de los meses de junio, julio y agosto, las larvas presentaron las siguientes características morfológicas: 6

lóbulo y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis y rádula completamente funcionales y reabsorción total del velum.

Tabla 3. Descripción de las características morfológicas desarrolladas por las larvas de los meses de junio, julio y agosto ($n = 810$ larvas).

Días de cultivo	Características morfológicas (junio, julio y agosto)
1	4 lóbulos y 2.0 vueltas, pedúnculo derecho
3	4 lóbulos y 2.0 vueltas, pedúnculo derecho
5	4 lóbulos y 2.5 vueltas, pedúnculo derecho
7	4 lóbulos y 3.0 vueltas, pedúnculo derecho
9	4 lóbulos y 3.0 vueltas (62%), 4 lóbulos y 3.5 vueltas (38%), pedúnculo derecho
11	4 lóbulos y 3.5 vueltas (82%), 6 lóbulos y 3.5 vueltas (18%), corazón adulto (44%), inicia formación pedúnculo izquierdo (39%)
13	4 lóbulos y 3.5 vueltas (28%), 6 lóbulos y 3.5 vueltas (72%), corazón adulto (79%), pedúnculo izquierdo (81%), migración de los ojos (37%)
15	6 lóbulos y 3.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo (94%), migración de los ojos (62%), pigmentación del pie y del manto (33%)
17	6 lóbulos y 3.5 vueltas (22%), 6 lóbulos y 4.0 vueltas (78%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis (52%)
19	6 lóbulos y 4.0 vueltas, corazón adulto, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis (92%).
21	6 lóbulos y 4.0 vueltas (61%), 6 lóbulos y 4.5 vueltas (39%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (43%).
23	6 lóbulos y 4.0 vueltas (5%), 6 lóbulos y 4.5 vueltas (95%), corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula (81%).
25	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula.
27	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula, reabsorción total del velum
29	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula, reabsorción total del velum.
30	6 lóbulos y 4.5 vueltas, corazón adulto, pedúnculo izquierdo, migración de los ojos, pigmentación del pie y del manto, probóscis, rádula, reabsorción total del velum.

Crecimiento

La longitud sifonal promedio para las larvas de las 22 masas de huevos incubadas al momento de la eclosión fue de $300 \pm 6.16 \mu\text{m}$ ($n = 1\ 980$ larvas).

En la Figura 2 se presenta la evolución de las longitudes sifonales promedio alcanzadas por las larvas a lo largo de los cultivos realizados, durante los años de estudio.

La longitud máxima promedio alcanzada por las larvas al momento de la eclosión (día 30) fueron: en el mes de marzo $879 \pm 1.33 \mu\text{m}$, en abril $884 \pm 1.94 \mu\text{m}$, para las larvas de mayo $867 \pm 1.33 \mu\text{m}$ y para el mes de septiembre $902 \pm 1.33 \mu\text{m}$, en éste grupo de meses no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$). En la Tabla 4a se presenta el resultado del ANOVA realizado.

Para el otro grupo de meses, al momento de la eclosión (día 27), las longitudes promedio alcanzadas fueron para el mes de junio $879 \pm 1.33 \mu\text{m}$, para julio $893 \pm 1.82 \mu\text{m}$ y para agosto $902 \pm 1.19 \mu\text{m}$, no se encontraron diferencias significativas, entre las longitudes alcanzadas por las larvas ($P > 0.05$) (Tabla 4b).

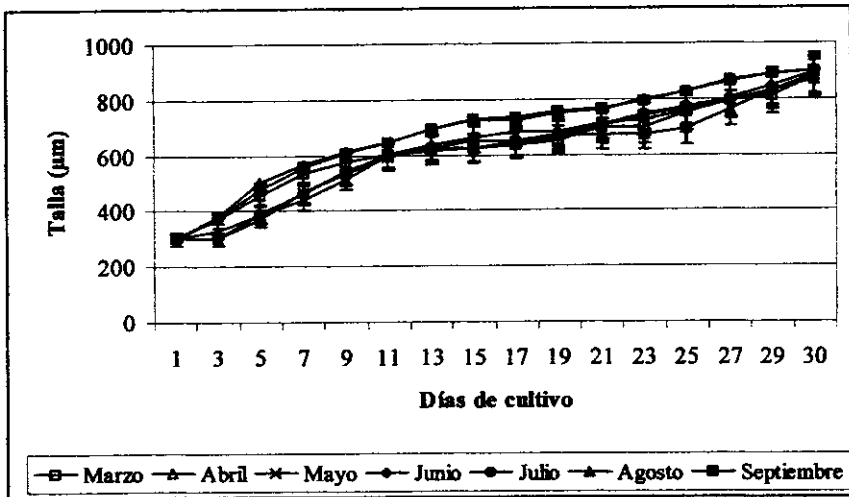


Figura 2. Longitudes sifonales alcanzadas por las larvas al momento de la metamorfosis, para los cultivos realizados durante los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

DISCUSION

Los resultados encontrados a lo largo de éstos 10 años de cultivo en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV IPN Unidad Mérida, con el caracol rosado *Strombus gigas*, demuestran que es posible realizar la larvicultura de ésta especie, siempre y cuando se cuente con las condiciones y herramientas adecuadas.

Tabla 4a. Resultados del Análisis de varianza aplicado al crecimiento de las larvas del grupo de meses de marzo, abril, mayo y septiembre.
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	1080	3840	3.5555556	3.8059932		
Columna 2	1080	954539	883.832407	167.694778		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	418439161	1	418439161	4879735.03	0.5	3.84576992
Dentro de los grupos	185049.332	2158	85.7503857			
Total	418624211	2159				

Tabla 4b. Resultados del Análisis de varianza aplicado al crecimiento de las larvas del grupo de meses de junio, julio y agosto.
RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Columna 1	840	4200	5	0.57210965		
Columna 2	840	744205	885.958333	166.600169		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	325956786	1	325956786	3899651.17	0.5	3.84700627
Dentro de los grupos	140257.542	1678	83.5861393			
Total	326097043	1679				

A pesar de que el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV, se encuentra ubicado a 30 km del Puerto de Progreso, lo que implica el carecer del agua de mar recién obtenida, dado que al laboratorio llega por medio de pipas y es almacenada en cisternas, los resultados obtenidos en el presente trabajo, en términos generales son similares a los obtenidos por diversos autores.

En relación al desarrollo para las larvas de los meses de marzo, abril, mayo y septiembre, los resultados son similares a los reportados con el número de espiras de la concha de larvas recién eclosionadas por autores como Davis et al., (1993) quienes encontraron que las larvas de *S. gigas* y *S. costatus* poseen dos lóbulos del velum y 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*. En el otro grupo de meses (junio, julio y agosto) se encontró que las larvas al momento de la eclosión presentaron un velum con cuatro lóbulos y 2.0 vueltas de espira de la concha, característica que los autores antes señalados encontraron a los cuatro días posteriores a la eclosión.

La aparición del pedúnculo izquierdo en las larvas de los dos grupos de meses, ocurrió al día 11, característica que Davis et al., (1993) observaron entre el quinto y sexto día de cultivo. Sin embargo, la migración de los ojos a los pedúnculos oculares en las larvas de éste trabajo se produjo a los 13 días, mientras que en el trabajo ya mencionado se llevó entre 21 y 23 días.

El desarrollo morfológico que presentaron las larvas de *S. gigas* en éste estudio en los diferentes cultivos realizados, fue comparado con los datos de la literatura para otras especies de *Strombus*. Brownell (1977) encontró que la aparición de la probóscis se presenta al día 25 para larvas de *S. gigas* y *S. costatus*, mientras que en las larvas de esta investigación apareció entre el día 17 y el 18 en todos los cultivos.

Con respecto a la longitud sifonal presentada por las larvas al momento de la eclosión fue similar al reportado por autores como D'Asaro (1965), Brownell (1977), Ballantine and Appeldoorn (1983), Laughlin y Weil (1983) y Davis (1994) quienes reportaron que las larvas recién eclosionadas tienen una longitud sifonal de 300 μm .

La longitud máxima alcanzada a la metamorfosis de los cultivos larvarios fue similar a lo reportado por Ballantine (1981) el cual reportó una longitud de 900 μm para larvas de *S. gigas*, Aldana Aranda et al. y Heyman et al. (1989) encontraron una longitud de 900 μm para larvas de *S. costatus* y *S. gigas*, respectivamente. García Santaella y Aldana Aranda (1994), reportaron una longitud sifonal máxima de 800 μm para larvas de *S. gigas*. En este trabajo la longitud sifonal máxima alcanzada fue de $879 \pm 1.33 \mu\text{m}$, $884 \pm 1.94 \mu\text{m}$, $867 \pm 1.33 \mu\text{m}$, $879 \pm 1.33 \mu\text{m}$, $893 \pm 1.82 \mu\text{m}$, $902 \pm 1.19 \mu\text{m}$ y $902 \pm 1.33 \mu\text{m}$, para los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre, respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Yucatán del Gobierno del Estado de Yucatán por el financiamiento otorgado, al Gobernador Constitucional del Estado de Yucatán C. Patricio Patrón Laviada, por su decidido apoyo hacia los jóvenes investigadores Yucatecos, mil gracias. Al CONACyT por la beca de doctorado 90032.

LITERATURA CITADA

- Aldana Aranda, D., A. Lucas, T. Brulé, E. Salguero, and F. Rendon. 1989. Effects of temperature, algal food, feeding rate and density on the larval growth of the milk conch (*Strombus costatus*) in Mexico. *Aquaculture* 76:361-371.
- Ballantine, D.L. 1981. *Strombus gigas* hatchery culture program in Puerto Rico. National Marine Fisheries Service, Puerto Rico. 6 pp.
- Ballantine, D.L. and R.S. Appeldoorn. 1983. Queen conch culture and future prospects in Puerto Rico. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 35:57-63.
- Baqueiro Cárdenas, E. y M. Medina. 1990. Diagnóstico de la pesquería de caracol en Champotón y Seyba Playa. *Serie: Documentos de Trabajo*. Año II. No. 30. Instituto Nacional de la Pesca.
- Berg, C.J. and D.A. Olsen. 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean. Páginas 421-442. en: J.F. Caddy (ed.) *Marine Invertebrate Fisheries. Their Assessment and Management*. 1ed. John Wiley & Sons. New York, New York. U.S.A.
- Brito Manzano, N. and D. Aldana Aranda. 1997. Estudio preliminar sobre el cultivo de uña *Strombus pugilis* (Linne 1758). *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 49:456-468.
- Brito Manzano, N., D. Aldana Aranda, and E. Baqueiro Cárdenas. 1999. Development, growth and survival of larvae of the fighting conch *Strombus pugilis* L. (Mollusca, Gastropoda) in the laboratory. *Bulletin of Marine Science* 64:201-208.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *Strombus costatus* and *Strombus pugilis* in Los Roques, Venezuela. *Bulletin of Marine Science* 27:668-680.
- Brownell, W.N. and J.M. Stevely. 1981. The biology, fisheries, and management of the queen conch, *Strombus gigas*. *Marine Fisheries Review* 43:1-12.
- Creswell, L. 1994. An historical overview of queen conch mariculture. Pages 223-230 in: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (eds.) *Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.
- Chávez, E.A. y F. Arreguín Sánchez. 1994. Simulation modelling for conch fishery management. Pages 169-189 in: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (eds.) *Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.

- D'Asaro, C.N. 1965. Organogenesis, development and metamorphosis in the queen conch *Strombus gigas*, with notes on breeding habits. *Bulletin of Marine Science* 15:359-416.
- Davis, M. 1994. Mariculture techniques for Queen Conch (*Strombus gigas* L.): egg mass to juvenile stage. Pages 231-252 in: R.S. Appeldoorn and B. Rodríguez (eds.) *Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture*. Fundación Científica Los Roques. Caracas, Venezuela.
- Davis, M. 2000. Queen Conch (*Strombus gigas*) Culture techniques for Research, Stock Enhancement and Growout Markets. Pages 127-159 in: M. Fingerma, and R. Nagabhushanam (eds.) *Recent Advances in Marine Biotechnology*. Science Publishers, Inc. USA.
- Davis, M., C.E. Bolton, and A. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *The Veliger* 36:236-244.
- De Jesús-Navarrete, A. 1999. *Distribución y abundancia de larvas veligeras del caracol rosado Strombus gigas Linné, 1758, en Banco Chinchorro, Quintana Roo, México*. Tesis de Doctorado. CINVESTAV IPN Unidad Mérida. 190 + XXIII pp.
- De Jesús-Navarrete, A. y J.J. Oliva. 1997. Densidad, crecimiento y reclutamiento del caracol rosado *Strombus gigas* L. en Punta Gavilán, Quintana Roo, México. *Rev. Biol. Trop.* 45:797-801.
- Domínguez, V.M., A. Medina Quej, y A. de Jesús Navarrete. 1994. Sobrevivencia del caracol *Strombus gigas* en la región sur de Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries* 47:75-81.
- 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 Mexico. *Aquaculture* 128:261-268.
- Goodwin, M. 1982. Overview of conch fisheries and culture. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries* 35:43-45.
- Heyman, W.D., R.A. Dobbertein, L.A. Urry, and A.M. Heyman. 1989. Pilot hatchery for the queen conch, *Strombus gigas*, shows potential for inexpensive and appropriate technology for larval aquaculture in the Bahamas. *Aquaculture* 77:277-285.
- Iversen, E.S. and D.E. Jory. 1997. Mariculture and enhancement of wild populations of queen conch (*Strombus gigas*) in the western Atlantic. *Bull. Mar. Sci.* 60(3): 929-941.
- Laughlin, R.A. and E. Weil. 1983. Queen conch mariculture and restoration in the Archipiélago de Los Roques. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries* 35:64-72.
- Stoner, A.W., R. Glazer, and P. Barilé. 1996. Larval supply to queen conch nurseries: Relationships with recruitment process and populations size in Florida and the Bahamas. *Journal of Shellfish Research* 15:404-420.

Stoner, A.W. and M. Davis. 1997. Abundance and distribution of queen conch veligers (*Strombus gigas* Linne) in the central Bahamas. I. Horizontal patterns in relation to reproductive and nursery grounds. *Journal of Shellfish Research* 16(1):7-18.