

Estudio Preliminar Sobre el Cultivo del Gasterópodo, Caracol de Uña *Strombus Pugilis* (Linné 1758)

NANCY BRITO MANZANO y DALILA ALDANA ARANDA

Laboratorio de Biología Marina
CINVESTAV IPN Unidad Mérida
Km 6 Antigua Carretera a Progreso
C.P. 97310 Mérida, Yucatán México

RESUMEN

Datos sobre las masas de huevos, desarrollo, tasa de crecimiento, asentamiento y sobrevivencia fueron evaluados para larvas cultivadas bajo condiciones de laboratorio hasta la metamorfosis. La temperatura de cultivo fue de $29 \pm 1^\circ \text{C}$. El cultivo de las larvas velíferas fue realizado a una densidad de 200 larvas por litro en recipientes de plástico con un volumen de 4 litros. Las larvas se alimentaron con *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1000 células por mililitro. El número total de huevos por masa de huevos fue calculado. El número total de larvas recién eclosionadas fue determinado. Mediciones del diámetro de la cápsula de huevos, diámetro del huevo, número de huevos por masa, número de huevos por hebra de la masa de huevos fueron determinados. El número de huevos promedio por masa de huevos fue de 240 000. La tasa de crecimiento promedio fue de $20.01 \mu\text{m}$ por día y las velíferas alcanzaron una talla máxima de heliconcha de $1,000 \mu\text{m}$ al 30 o día. El asentamiento fue de 23% y la sobrevivencia fue de 17%.

PALABRAS CLAVE: *Strombus*, masas de huevos, desarrollo, crecimiento

ABSTRACT

Egg masses, larval development, growth, settlement and survival were studied for larvae of *Strombus pugilis* over a period of 30 days in laboratory cultures. 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. Total number of eggs was calculated. Larval number was counted after hatching per each egg mass. Egg-strand diameter, eggs capsule diameter, number of eggs per mass, number of eggs per coil of the strand were evaluated. Average number eggs per mass was 240,000. Average growth rate was $20.01 \mu\text{m}/\text{day}$ and maximum shell length was $1,000 \mu\text{m}$ 30 days after hatching. Settlement was 23% and the survival was 17%.

KEY WORDS: *Strombus*, egg masses, development, growth

INTRODUCCION

En la región del Caribe habitan 6 especies de *Strombus* con valor comercial, de los cuales en la Península de Yucatán se explotan cinco: *S. gigas*, *S. costatus*, *S. pugilis*, *S. raninus* y *S. gallus* (Sidall, 1981; Ballantine y Appeldoorn, 1982).

En México, el recurso caracol está constituido por 19 especies entre las que destacan *Strombus gigas*, *S. costatus*, *S. pugilis*, *Busycon contrarium*, *Xancus angulata*, *Fasciolaria tulipa* y *Pleuropoca gigantea* (Baquero Cárdenas y Medina, 1990).

Debido a su importancia económica los gasterópodos, han sido objeto de

estudio de biología, dinámica poblacional y acuicultura. La mayoría de los estudios han sido enfocados a las fases del adulto y del juvenil menor de un año (Appeldoorn, 1985). La especie más estudiada dentro de los gasterópodos de la familia Strombidae han sido *Strombus gigas* y *Strombus costatus*.

El trabajo sobre el cultivo de *S. gigas* esta razonablemente documentado y en menor grado se encuentra la literatura publicada con *S. costatus*. Respecto al cultivo y la producción en laboratorio de *S. pugilis*, hasta la fecha no ha sido publicado. Por lo que este trabajo es el primero en presentar resultados preliminares obtenidos bajo condiciones experimentales sobre tasas de fecundidad y eclosión, desarrollo, crecimiento, sobrevivencia y asentamiento. Estos resultados servirán de base para ir implementando la biotecnología para el cultivo de esta especie.

En la Península de Yucatán, *S. pugilis* representa una pesquería en explotación activa, la cual existe en poblaciones a lo largo de la costa, pero estas poblaciones no son capaces de seguir soportando la explotación comercial a la cual están sometidas (Baqueiro Cárdenas y Medina, 1990). Por lo anterior es necesario conocer entre otras cosas el ciclo de vida de esta especie y los requerimientos nutricionales de larvas, postlarvas y juveniles y sus tasas de crecimiento y sobrevivencia para conseguir la producción de semilla en el laboratorio, mantener el abasto de los bancos naturales, y la producción de caracoles marinos para acuario.

MATERIAL Y METODOS

Las tres masas de huevos de *S. pugilis* fueron colectadas debajo de hembras que se encontraban en ovoposición, a una profundidad promedio de 4 m, en Seyba Playa, México, situada a 20°45' LN y 91°45' LO. En el laboratorio, cada una de las masas de huevos se colocaron individualmente sobre un tamiz de 300 µm de luz de malla, sumergidas cada una en recipientes 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. A las masas de huevos se les registró el peso húmedo total, y de cada una de ellas se tomó una sección de 10 cm las cuales posteriormente se fragmentaron en 3 unidades de 3.3 cm. Cada una de estas unidades se pesó y colocó en recipientes individuales de vidrio de 500 ml. A estas unidades se les midió longitud total y diámetro de la hebra en que se encuentran los huevos, contándose el número de huevos de cada una de estas unidades. El tamaño de las cápsulas que envuelven al huevo, y posteriormente el embrión fueron medidos. Una vez que eclosionaron se contó el número de larvas en cada uno de los recipientes experimentales. La temperatura se mantuvo a 29 ± 1°C. El desarrollo embrionario se realizó en 98 horas. Las larvas de una sola masa de huevos, recién eclosionadas se colocaron en recipientes de plástico neutro blanco de un volumen de 4 litros, a una densidad de 200 larvas por litro.

Las larvas fueron alimentadas con la microalga *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1000 células algales por mililitro. Las larvas fueron cultivadas de acuerdo a los métodos descritos por D'Asaro (1965) y Davis y Hesse (1983) para el caracol reina *S. gigas*. La concentración fue establecida en base al estudio de García Santaella y Aldana Aranda (1994).

Para evaluar el grado de desarrollo de las larvas, se colectaron 30 veligeras cada 2 días, del día 1 al 14 y diariamente a partir del día 15. Se tomaron en cuenta

diez y seis características morfológicas: larva bilobulada con 1.5 vueltas de espira, larva tetralobulada con 3.0 vueltas de espira, larva sexalobulada con 3.5 vueltas de espira de la concha, espira de la concha con 1.5 vueltas, espira de la concha con 2.0 vueltas, espira de la concha con 2.5 vueltas, espira de la concha con 3.0 vueltas, espira de la concha con 3.5 vueltas, espira de la concha con 4.0 vueltas, espira de la concha con 4.5 vueltas, pigmentación y funcionamiento del pie, pigmentación del manto, aparición y funcionamiento de la probóscide, crecimiento de los tentáculos, migración de los ojos y asentamiento (Tabla 1).

Para medir el crecimiento de las larvas, cada dos días se colectaron al azar muestras de 30 larvas con una pipeta pasteur, de cada una de las tres réplicas que fueron usadas para determinar el crecimiento. Las larvas de cada réplica se colocaron en tubos Eppendorf de un volumen de 1.5 ml, para su posterior medición al microscopio Marca Carl Zeiss con el objetivo 10x. Las medidas que se registraron fueron la longitud sifonal y el diámetro de la espira de la concha (Figura 1).

La tasa de crecimiento fue calculada de acuerdo a García Santaella (1992):

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

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.

t = Período total en días.

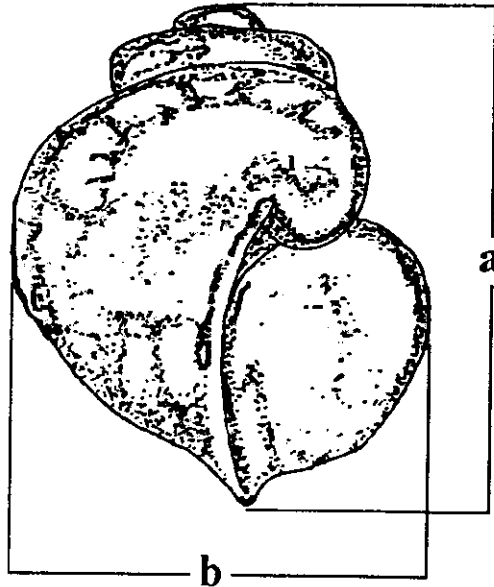


Figura 1. Medidas de longitud sifonal (a) y diámetro de la espira de la concha (b) evaluadas para determinar el crecimiento de larvas de *Strombus pugilis*, bajo condiciones de laboratorio.

Tabla 1. Características morfológicas evaluadas para determinar el desarrollo larval de *S. pugilis*.

Número	característica	Característica
1		Larva bilobulada con 1.5 vueltas de espira
2		Larva tetralobulada con 3.0 vueltas de espira
3		Larva sexalobulada con 3.5 vueltas de espira
4		Espira de la concha con 1.5 vueltas
5		Espira de la concha con 2.0 vueltas
6		Espira de la concha con 2.5 vueltas
7		Espira de la concha con 3.0 vueltas
8		Espira de la concha con 3.5 vueltas
9		Espira de la concha con 4.0 vueltas
10		Espira de la concha con 4.5 vueltas
11		Aparición y funcionamiento de los bulbos cefálicos.
12		Migración de los ojos a los bulbos cefálicos
13		Aparición y funcionamiento de la proboscis
14		Pigmentación del manto
15		Pigmentación y funcionamiento del pie
16		Asentamiento (velum reabsorbido, pie funcional, concha opaca, comportamiento bentónico).

Para determinar el asentamiento de una larva, las características morfológicas y de comportamiento que se tomaron en cuenta fueron las siguientes: reabsorción completa del velum, 4.5 vueltas de espira de la concha, presencia del pie con opérculo, proboscis funcional, pigmentación profusa del manto y del pie, migración de los ojos en los tentáculos, concha completamente opaca vista al microscopio. Respecto al carácter de comportamiento se tomó como indicador el primer día en que la larva empezó a permanecer en el fondo del recipiente sin ascender en la columna del agua.

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

RESULTADOS

Masas de Huevos

En la Tabla 2 se encuentran resumidos los resultados obtenidos con las tres masas de huevos examinadas, en relación a cada una de las características evaluadas en cada una de ellas. En dicha Tabla se puede apreciar que no existe una diferencia marcada entre las tres masas de huevo a pesar de provenir de diferentes progenitores.

Desarrollo

Al momento de eclosionar, las conchas de las larvas son translúcidas y tienen 1.5 vueltas de espira, aumentando a 2.5 vueltas para el 80. día, 3.0 vueltas para el 11. día, a 3.5 vueltas para el día 15 y 4.0 vueltas en el día 18. Finalmente

Tabla 2. Características de las tres masas de huevos del caracol de uña *S. pugilis* analizadas durante el presente trabajo.

Características	Masa de huevos			Promedio
	1	2	3	
Peso húmedo total en g	9.0	5.8	11.4	8.73
Peso de una fracción en mg	120	109	145	125
Longitud de la fracción en cm	3	3	3	3
Diámetro de la hebra de los huevos en μm	500	508	515	508
No. de huevos por masa	300,000	160,000	320,000	260
No. de huevos por vuelta de la hebra	3	3	3	3
Diámetro de la cápsula en μm	170	190	210	190
Diámetro del embrión en μm	130	125	120	125
Días hasta la eclosión a 29° C	4	4	4	4
Tasa de eclosión (%)	86	75	89	84

las larvas de una edad de 20 días tienen 4.5 vueltas de espira de la concha, este número de espiras permanece hasta el día 30 (Tabla 3).

La evolución de los lóbulos del velum en relación a la vida larvaria se observa de la manera siguiente: Las velíferas recién eclosionadas poseen un velum con 2 lóbulos, estos lóbulos se dividen en 4 al día 5 y se dividen nuevamente al 15 día para presentar 6 lóbulos (Tabla 3).

Los tentáculos aparecieron en la mayoría de las larvas al día 11. En larvas de ésta especie la migración de los ojos comienza entre el 15 y el 16 día (Tabla 3).

La proboscis aparece el día 20 y comienza su función en la captura de las algas al día 23 o 24, como fue observado en la mayoría de las larvas (Tabla 3).

El asentamiento de las primeras larvas se logró el día 27, pero la mayor parte de las larvas se asentó entre los días 29 y 30 de cultivo, cuando fue posible observar que el opérculo cubría totalmente la abertura del estoma, la concha era opaca vista al microscopio y el manto y el pie se encontraban profusamente pigmentados (Tabla 3).

Crecimiento

Los datos de crecimiento de las larvas de *S. pugilis* de las tres réplicas en términos de la longitud sifonal de la concha fueron utilizados para calcular su regresión lineal. En la Tabla 4 son presentadas las ecuaciones de regresión lineal y su desviación estandar para las larvas de *S. pugilis* cultivadas en el laboratorio.

En la Figura 2 se presentan las curvas de crecimiento en longitud media sifonal a lo largo de 30 días de cultivo para las larvas de las 3 réplicas. En ésta figura se puede observar que las larvas de las tres réplicas tuvieron el mismo patrón de comportamiento a lo largo de todo el período experimental de cultivo.

En la Tabla 5 se presentan los valores medios y la desviación estándar de la longitud sifonal de las larvas de *Strombus pugilis*, que fueron medidas para las tres réplicas (n = 90) a lo largo de 30 días de cultivo, dado que no se presentaron diferencias significativas entre las curvas de crecimiento de éstos.

Tabla 3. Desarrollo larval de *S. pugilis* en base a las 16 características morfológicas utilizadas para desarrollo descritas en la Tabla 1. Para cada día se da el número de larvas que presenta algún carácter. El número total de larvas fue de 90, 30 para cada réplica, por no haber diferencia significativa se da el total.

Características	Edad de la larva en días															
	1	5	8	11	15	17	18	20	21	23	24	27	29	30		
1	90	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	81	87	90	54	30	15	9	0	0	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	36	60	75	81	90	90	90	57	27	0		
4	90	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	81	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	0	0	55	90	54	30	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	0	0	0	0	36	60	15	0	0	0	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0	0	75	9	0	0	0	0	0	0		
10	0	0	0	0	0	0	0	81	90	90	90	90	90	90		
11	0	0	0	72	84	84	86	86	90	90	90	90	90	90		
12	0	0	0	0	36	54	69	75	84	90	90	90	90	90		
13	0	0	0	0	0	0	0	45	63	81	90	90	90	900		
14	—	—	—	12+	24+	36++	49++	62++	79+++	82+++	87+++	90+++	90+++	86+++		
15	—	—	—	—	—	13+	26+	28+	37++	48++	53++	61+++	74+++	86+++		
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	63	90		

(—) No existe pigmentación; (+) Pigmentación escasa; (++) Pigmentación difusa; (+++) Pigmentación muy profusa

Tasas de crecimiento y asentamiento larval

La tasa de crecimiento total fue de $20.01 \mu\text{m}$ por día y una talla máxima promedio de $1,000 \mu\text{m}$ en 30 días de cultivo. Las tasas de asentamiento y sobrevivencia despues de 30 días de cultivo en el laboratorio, fueron 23% y 17%, respectivamente.

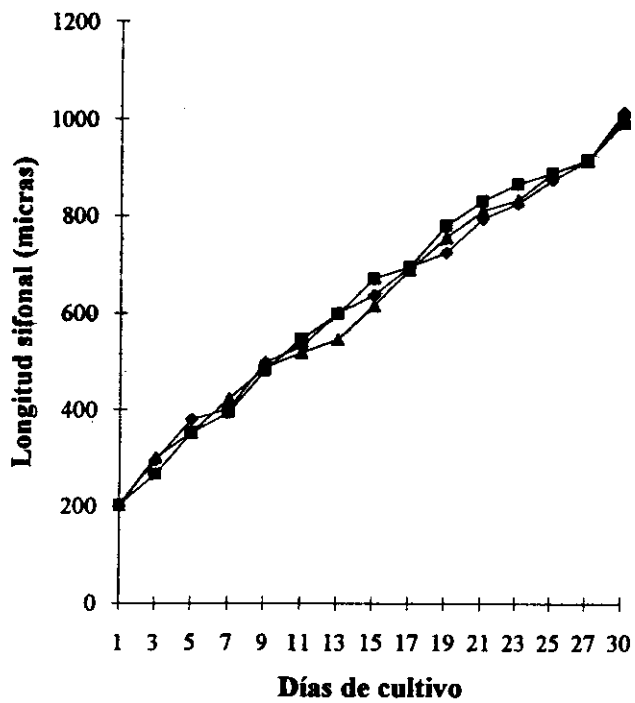


Figura 2. Curvas de crecimiento de las tres réplicas empleadas en el cultivo de *Strombus pugilis*.

Tabla 4 . Ecuaciones de regresión lineal y desviación estándar del crecimiento en longitud sifonal de la concha de larvas de *Strombus pugilis* cultivadas bajo condiciones de laboratorio durante 30 días. El número de larvas medidas durante éste período por réplica fue 450.

Réplicas	Ecuación lineal	Error (r)	Desviación estándar (S.D.)
1a	$Y = 283.07 + 42.20x$	0.981	18
1b	$Y = 306.76 + 42.57x$	0.988	19
1c	$Y = 296.25 + 42.51x$	0.992	17

Tabla 5. Medias y desviación estandar, de la longitud sifonal del total de larvas de *S. pugilis* medidas de las tres réplicas (n = 90) a lo largo de 30 días de cultivo.

Días de cultivo	Media	Desviación estandar (S.D.)
1	212.00	12.14
3	288.33	17.92
5	362.00	14.05
7	406.33	14.17
9	488.66	14.05
11	532.66	7.39
13	581.66	13.89
15	641	12.45
17	693	18.21
19	752.33	16.03
21	811	14.05
23	839.66	14.49
25	882.33	17.38
27	911.66	16.60
30	1001.66	11.67

Tabla 6. Datos de la literatura sobre masas de huevos evaluadas para *S. gigas*, *S. raninus* y *S. costatus*.

Características	<i>S. gigas</i>	<i>S. raninus</i>	<i>S. costatus</i>	<i>S. pugilis</i>
Peso húmedo total en g	—	—	—	9.5 (d)
Peso de una fracción en mg	—	—	—	125 (d)
Longitud de la hebra en cm	—	—	—	3 (d)
Diámetro de la hebra en μm	785 (c)	321 (c)	761 (c)	508 (d)
No. de huevos por masa	313,000 (b)	206,000 (c)	185,000 (c)	260 (d)
No. de huevos por vuelta de la hebra	5 - 6 (a)	3 (a)	4 - 5 (a)	3 (d)
Diámetro de la cápsula en μm	225 (c)	140 (c)	262 (c)	190 (d)
Días hasta la eclosión a 29° C	3 - 4 (c)	3 (c)	4 (c)	4 (d)
Tasa de eclosión (%)	—	—	—	84 (d)

REFERENCES

- (a) Robertson (1959)
- (b) Randall (1964)
- (c) Davis *et al.*, 1993
- (d) Datos obtenidos en este estudio

Tabla 7. Datos de la literatura sobre el crecimiento de *S. gigas*, *S. costatus* y *S. pugilis*, bajo condiciones de laboratorio.

Especie	Larvas/litro	T °C	Células/ml	Crecimiento (µm/día)	Long. máxima (µm)	Autor y año
<i>S. gigas</i>	10	28 ± 1	100,000	30	1,200	Brownell, 1977
<i>S. gigas</i>	100	—	—	50-55	1,200	Ballantine y Appeldoorn, 1983
<i>S. gigas</i>	200	28	1,000	40	—	Aldana Aranda y Torrentera, 1987
<i>S. gigas</i>	200	27 - 30	5,000,000	39	1,170	Davis <i>et al.</i> , 1993
<i>S. gigas</i>	275	29 ± 1	550	37	—	García Santaella y Aldana Aranda, 1994
<i>S. costatus</i>	10	28 ± 1	100,000	30	—	Brownell, 1977
<i>S. costatus</i>	200	28	600	35	—	Aldana Aranda <i>et al.</i> , 1989
<i>S. costatus</i>	200	27 - 30	5,000,000	28	1,277	Davis <i>et al.</i> , 1993
<i>S. pugilis</i>	10	28 ± 1	100,000	30	—	Brownell, 1977

DISCUSION

En el presente estudio se determinaron tasas de fecundidad y eclosión, características del desarrollo, crecimiento, sobrevivencia y asentamiento para las larvas de *S. pugilis*.

En la Tabla 6 se presentan valores reportados en la literatura en relación a las características de las masas de huevos, que han sido evaluadas por algunos autores como Robertson (1959) quien trabajó con, Randall (1964) el cual estudió a *S. gigas* y Davis *et al.*, (1993) quienes reportaron datos para *S. gigas*, *S. raninus* y *S. costatus*. Como se puede apreciar en ésta tabla los valores del diámetro de la hebra en que se encuentran los huevos y la talla de la cápsula de los huevos de las tres especies estudiadas son mayores al observado en éste trabajo para *S. pugilis*.

El número de huevos por vuelta de hebra para la especie de éste trabajo es igual al encontrado para *S. raninus* (Davis *et al.*, 1993) y los demás valores son similares a los encontrados en éste estudio. El presente estudio da resultados de la tasa de eclosión, la cual no fue determinada por otros autores citados.

El número de espiras de la concha al eclosionar ha sido determinado por Davis *et al.*, (1993) quienes reportaron 1.5 espiras para *S. gigas* y *S. costatus*, resultado similar fue observado en éste trabajo para *S. pugilis*.

Brownell (1977) reportó que la proboscis aparece al inicio del día 25 para las larvas de *S. gigas* y *S. costatus* y comienza su función en la ingestión de algas 2 días después, para *S. pugilis* no se reporta nada. En éste estudio con *S. pugilis*, la proboscis aparece el día 20 y comienza a funcionar 3 o 4 días, después de que aparece.

Brownell (1977), encontró que la metamorfosis se completa en 28 o 33 días para *S. gigas*, de 26 a 30 días para *S. costatus* y de 32 a 36 días para *S. pugilis*, mientras que en este experimento ocurrió a los 30 o 31 días para *S. pugilis*. Boiron-Metairon (1990) encontró que *S. gigas* logra la metamorfosis después de 29 días.

La Tabla 7 muestra datos de la literatura acerca del crecimiento de *S. gigas*, *S. costatus* y *S. pugilis*, bajo condiciones de cultivo. Durante 30 días de cultivo, la tasa de crecimiento promedio para las larvas de *S. pugilis* fue 20.01 μm por día, alcanzando una talla máxima promedio de 1 000 μm . Esta tasa es baja comparada a los datos de la literatura para otras especies de *Strombus*. En particular, Brownell, (1977) reporta una tasa de crecimiento para *S. pugilis* promedio de 30 μm por día, 10 μm arriba de lo obtenido en este experimento. Sin embargo, trabajó a una densidad de 10 larvas por litro y a una concentración algal de 100,000 células por ml. En éste estudio el cultivo larvario se realizó a una densidad de 200 larvas por litro y con una concentración de alimento de 1,000 células algales por ml. Por lo anterior, los resultados obtenidos en éste trabajo son positivos en la medida que se trabajó con una densidad 20 mayor y con una concentración de alimento 100 veces menor que lo utilizado por Brownell (1977).

CONCLUSION

Estos primeros resultados obtenidos en el presente trabajo, en relación a tasas de fecundidad y eclosión, desarrollo, crecimiento, sobrevivencia y asentamiento larval del caracol de ña *Strombus pugilis*, permiten considerar a esta especie como candidata a ser cultivada, aunado a la importancia económica y pesquera que tiene para los habitantes de la Península de Yucatán, México.

Se requiere realizar estudios más detallados, acerca de de su ciclo de vida, reproducción, requerimientos nutricionales, etc., dado que no es conocida como otras especies de *Strombus*, para alcanzar la biotecnología de su cultivo.

AGRADECIMIENTOS

A la Comunidad Económica Europea (CEE) contrato 0432 ME(JR). Al Consejo Científico y Técnico de la Embajada de Francia, contrato No. ME P65000. Al CONACYT Internacional. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), beca No. 90032. Al CINVESTAV IPN Unidad Mérida. Al M. en C. Erick Baqueiro Cárdenas, investigador del CRIP de Campeche, por la localización de los sitios de muestreo y por su ayuda en la recolección de masas de huevos, a los pescadores de la Sociedad de Solidaridad Social "El Molusco Seybano" y a la Química Ma. Luisa Zaldívar por su cooperación en el cultivo de las microalgas.

LITERATURA CONSULTADA

- Aldana Aranda, D. y L.A. Rodríguez Gil. 1987. Croissance larvaire de *Strombus gigas* (Mollusque: Gasterópode) en fonction de différentes méthodes d'élevage et de différentes algues. *Journal de Recherche Oceanographique*, 11(4):128 - 131.
- Aldana Aranda, D. y L. Torrentera Blanco. 1987. Croissance larvaire de *Strombus gigas* (Mollusque: Gasterópode) en fonction de la nourriture et de la température. *Haliotis* 16:403 - 411.
- Aldana Aranda, D., A. Lucas, T. Brulé, E. Salguero y 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. 1985. Growth, mortality and dispersion of juvenile, laboratory reared conchs, *Strombus gigas* and *S. costatus*, released at on offshore site. *Bull. Mar. Sci.* 37:785 - 793.
- Ballantine, D.L. y R. S. Appeldoorn. 1982. Hatchery culture and reseedling of the Queen conch, *Strombus gigas*, in Puerto Rico. Vol. FSE43-81-126-12. National Marine Fisheries Service, Puerto Rico. 20 p.
- Ballantine, D. L. y R. S. Appeldoorn. 1983. Queen conch and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35:57 - 63.
- Baqueiro Cárdenas, E. R. y M. Medina. 1990. Diagnóstico de la pesquería de caracol en Champotón y Seyba Playa, Campeche. Serie: Documentos de trabajo Año II. No. 30. Instituto Nacional de la Pesca. 16 p.
- 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.
- 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.
- D'Asaro, C. N. 1965. Organogenesis, development, and metamorphosis in the queen conch, *Strombus gigas*, with notes on breeding habits. *Bull. Mar. Sci.* 15:359 - 416.
- Davis, M. and R. C Hesse. 1983. Third World level conch mariculture in the

- Turks and Caicos Islands. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35:73 - 82.
- 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. 1992. Efecto de la dieta y la ración sobre el crecimiento y desarrollo de las larvas de *Strombus gigas* (Linné, 1756) hasta su asentamiento. Tesis para obtener el grado de M. en C. Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Mérida, Yucatán, México, 115 p.
- García Santaella, E. y 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.
- Pillsbury, K. S. 1985. The relative food value and biochemical composition of five phytoplankton diets for queen conch, *Strombus gigas* (Linné) larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 90:221 - 231.
- Randall, J.E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. *Bull. Mar. Sci.* 14:246 - 295.
- Robertson, R. 1959. Observations on the spawn and veligers of conchs (*Strombus*) in the Bahamas. *Proceedings of the Malacological Society of London.* 33:164 - 171.
- Sidall, S. E. 1981. Larviculture. Pages 13 - 23 in: Berg, C. J., Jr. (ed.) Proceedings of the 1st Queen Conch Fisheries and Mariculture Meeting. The Wallace Groves Aquaculture Foundation, Freeport, Bahamas.