

**Desarrollo del Cultivo Larval Intensivo del Caracol Blanco,
Strombus costatus Gmelin en la Península de Yucatan**

**Development of Intensive Larval Culture for the White Conch,
Strombus costatus in the Yucatan Peninsula**

LUIS A. RODRÍGUEZ GIL*

Instituto Tecnológico de Mérida

Km. 5 Carretera Antigua a Progreso, Mérida, Yucatán, México

Dirección Actual: Department of Marine Sciences

University of Puerto Rico

Mayagüez, Puerto Rico 00681-5000

RESUMEN

En la Península de Yucatán, México, la costa del Estado de Yucatán hasta el año de 1982 fué la zona de mayor producción de el caracol blanco *Strombus costatus* Gmelin y a partir de 1983 la producción anual disminuyó hasta declararse el no acceso a la pesquería en 1987. En los años de 1989, 1990 y 1991 con masas de huevos del caracol blanco *Strombus costatus* colectadas durante la temporada de desove en Dzilam de Bravo, Estado de Yucatán, México, se inició la cría de larvas y a partir de 1991 en gran escala en las instalaciones facilitadas por el Centro regional de Investigaciones Pesqueras (CRIP) de Yucalpetén-Progreso, bajo la dirección del Instituto Tecnológico de Mérida. El sistema que se utilizó a gran escala fué flujo continuo de agua de mar a través de los estanques de cría. Se utilizaron ocho estanques cónicos de fibra de vidrio, de 500 l de capacidad con un flujo de 500 ml/min. La concentración inicial fué de 200 larvas/l y fueron criadas en un intervalo de temperatura entre 28-30°C y alimentadas los primeros 15 días con la microalga *Isochrysis* aff. *galvana* (Tahiti) y suplementada hasta la metamorfosis con *Chaetoceros gracile*. Las larvas alcanzaron la metamorfosis entre 22-26 días y la tasa de viabilidad fué de 18% como promedio. Las larvas fueron inducidas a la metamorfosis con extracto de *Laurencia* sp. En conclusión esta técnica de flujo continuo de agua de mar, obtuvo mejores resultados comparados con dos diferentes sistemas de cultivo cerrado: recirculación de agua de mar en un circuito cerrado y estático sin recirculación, y esta puede ser usada en pequeña y grande escala según las necesidades, siendo una alternativa del Gobierno de México para la repoblación del recurso.

PALABRAS CLAVES: Cultivo larval, *Strombus costatus*, caracol blanco.

ABSTRACT

In the Yucatán Peninsula, México the coast of the Yucatán State was the most important area for white conch fisheries production. Since 1983, annual total production decreased, and in 1987 the fishery was closed. In the years of 1989, 1990, and 1991 egg masses of white conch, *Strombus costatus* Gmelin were collected in Dzilam de Bravo, Yucatán, during the spawning season. Since

1991, larvae have been reared on a large scale at the facilities of the Regional Center of Fisheries Research in Yucalpetén-Progreso, managed by the Mérida Institute of Technology. A continuous flow through seawater system was used for the larvae tanks on a large scale. Eight conical fiberglass tanks were used. Each tank had a capacity of 500 l and flow rate of 500 ml/min. Initial population density was 200 larvae/l. Larvae were raised at a temperature range between 28-30°C and were fed exclusively the microalgae *Isochrysis* aff. *galvana* (Tahiti) for the first 15 days, and then supplemented with *Chaetoceros gracile* until metamorphosis. Larvae reached metamorphosis between 22 to 26 days at an average survival rate of 18%. Metamorphosis was induced using an extract of *Laurencia* sp. In conclusion, this system of continuous flow obtained the best results compared with two different closed culturing system: recirculating seawater and static without recirculating, and can be used on a small and large scale, depending on necessities, and it is one alternative to the Mexican Government for the repopulation of this resource.

KEY WORDS: Larval culture, *Strombus costatus*, white conch.

INTRODUCCION

Los caracoles marinos representan un recurso de considerable importancia económica y amplio consumo en toda el área del Caribe, en donde destacan por su pesquería el caracol rosado *Strombus gigas* (Linnaeus) y el blanco *Strombus costatus* (Gmelin) (Gulland, 1971; Berg, 1976; Darcy, 1981). La distribución geográfica de *S. costatus* abarca prácticamente toda el área del Caribe, desde Florida hasta Venezuela (Morris, 1975; Linder, 1977). En México se localiza en las costas de la Península de Yucatán (SEPESCA, 1987). (Figura 1).

S. costatus es una especie de la familia Strombidae y comunmente habita en fondos arenosos donde crecen pastizales marinos como: *Thalassia testudinum*, *Cymodocea manatorum* y *Syringodium filiforme* (Robertson, 1961; Randall, 1964; Alcolado, 1976).

En las costas de la Península de Yucatán destacan en orden de importancia comercial: el caracol rosa *S. gigas*, el caracol blanco *S. costatus*, el caracol negro *Xangus angulatus*, el caracol trompillo *Busycon carica* y el caracol rojo *Pleuroploca gigantea*; los dos primeros son los más explotados y el *S. gigas* prácticamente se encuentra extinguido en las costas de Yucatán, habiendo solamente en los arrecifes de Alacranes y el más explotado en las costas de Yucatán y Campeche es el *S. costatus* encontrándose en peligro de extinción (De La Torre, 1982; Rodríguez Gil, en prensa).

La pesca de este recurso se obtiene por buceo autónomo o semiautónomo, debido a la demanda los buzos han agotado las áreas menos profundas y actualmente la pesquería del mismo ha disminuído por sobre explotación en los países del Caribe (Berg, 1976; Brownell, 1977; Hesse y Hesse, 1977; Siddall, 1983).

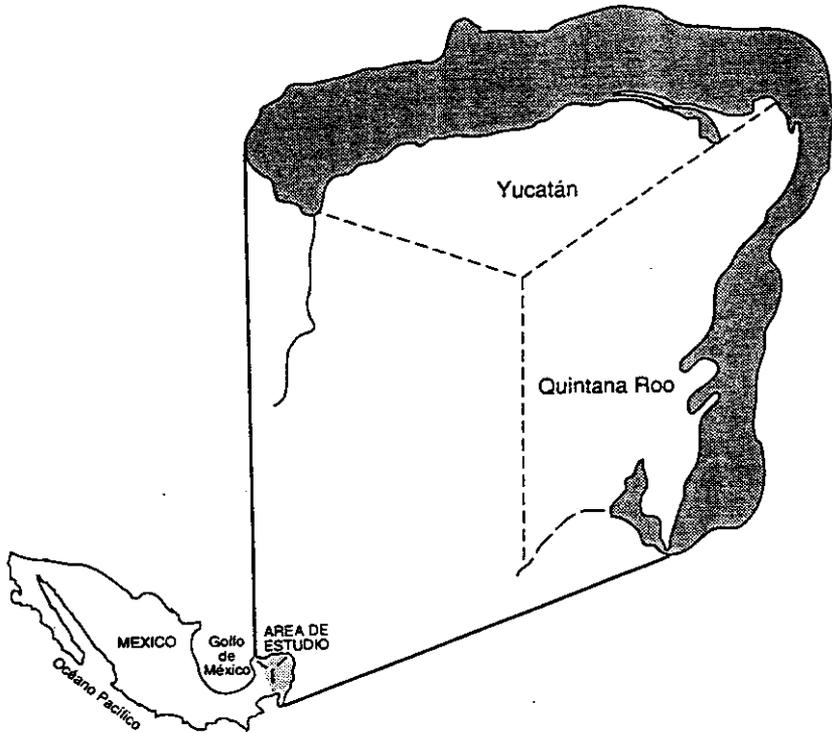


Figura 1. Distribución del recurso caracol en los estados de Yucatán y Quintana Roo (península de Yucatán, México).

En nuestro País también ha ocurrido la disminución de este recurso (De La Torre, 1982; SEPESCA, 1974-1990; Rodríguez Gil, 1986). (Tabla 1). Debido a esta situación y ante el peligro de extinción del recurso la Secretaría de Pesca ha ordenado el no acceso a esta pesquería (SEPESCA, 1987; Arreguin *et al.*, 1987; Rodríguez Gil, en prensa).

Los primeros intentos del cultivo de *S. costatus* fueron realizados por Brownell (1977); estudios posteriores han demostrado que es factible el cultivo de las larvas de esta especie y es un recurso potencial para la maricultura. (Ballantine y Appeldoorn, 1982, 1983).

Ante esta situación es urgente realizar estudios tendientes a su cultivo, así que el Instituto Tecnológico de Mérida, Yucatán, México se ha fijado como meta la investigación de este recurso, con el objeto de conocer las condiciones óptimas para el cultivo desde la puesta de la masa de huevos, hasta la obtención de juveniles que traerían beneficios para la preservación de la especie y repoblación de las zonas sobreexplotadas.

Por lo que el presente trabajo forma parte de una serie de estudios que se están desarrollando sobre este recurso en el Instituto Tecnológico ya mencionado y está orientado a conocer el mejor sistema de cultivo larval intensivo a gran escala.

METODOLOGIA

Obtencion y Tratamiento de Agua de Mar

Todo el agua de mar que se utilizó se obtuvo del muelle de Progreso a 3 kilómetros de distancia de la playa y fué transportada por un camión pipa al laboratorio, donde se trató previamente antes de su uso. Para los sistemas de incubación, cultivo de microalgas o cría de larvas en sistema cerrado, el agua se pasó a través de un filtro de arena (Figura 2) y para el de flujo continuo el agua se pasó a través de un filtro de arena comercial. Después el agua fué pasada por filtros de cartucho y una batería de luz ultravioleta antes de cualquier uso requerido.

Colecta de las Masas de Huevos

La localización de los caracoles y de las masas de huevos se realizó mediante buceo libre y semiautónomo a una profundidad entre 1 y 5 brazas entre Punta Yalkubul y las bocas de Dzilam, a mayor profundidad fué difícil encontrarlos, estas masas de huevos fueron colectadas siempre debajo de los caracoles para asegurar fueran de la misma especie, que estuviesen frescas y que pudiera predecirse el tiempo de la eclosión (Rodríguez Gil, 1986).

Manejo de los Huevecillos Para Todos los Sistemas Intensivos

En el Laboratorio todas las masas de huevos se limpiaron de arena, epifauna y epiflora, separándolas a mano y lavándolas varias veces; luego se procedió a

Tabla 1. Producción anual del caracol en toneladas de los estados de Quintana Roo y de Yucatán, México.

A-O	YUCATAN, QUINTANA ROO	TOTAL (tn)
1973	162	162
1974	187	187
1975	345	345
1976	272	272
1977	167	167
1978	53	53
1979	306,148	454
1980	250,127	377
1981	296,88	384
1982	139,80	219
1983	60,126	186
1984	53,99	152
1985	45,155	200
1986	23,191	214
1987	10,141	151
1988	128	128
1989	12	125
1990	51	51

someterlas a un lavado de solución de cloro comercial (hipoclorito de sodio) al 0.5% entre 25 y 30 segundos con el fin de eliminar protozoarios y otras especies indeseables, lavándolas con agua de mar fresca para eliminar la solución de cloro (Siddall, 1983). Las puestas una vez limpias se introdujeron en el sistema de incubación (Figura 3). El paso del sistema de incubación a cualquiera de los sistemas de cría de larvas fué de acuerdo a la experiencia que para ello se obtuvo en el experimento del desarrollo embrionario de esta especie (Rodríguez Gil, en prensa). (Tabla 2).

Alimentación de las Larvas Para los Sistemas de Cultivo

Las microalgas se cultivaron con el medio de Guillard F/2, en cultivo por lote utilizando botellones de vidrio de 4 l con aireación y a una temperatura promedio de 24°C, con el propósito de cosechar microalgas frescas con un tiempo de crecimiento de 3 a 4 días, la densidad promedio obtenida fué de 4.1 x 10⁶ células/ml para *Isochrysis* sp. los primeros 15 días y *Chaetoceros gracile* como suplemento alimenticio.

La cantidad de alimento que se proporcionó en cada sistema de cultivo fué en un principio de 1000 células/ml y se aumentó en forma gradual hasta 20000 células/ml. La periodicidad fué de 24 horas para el sistema cerrado y para el

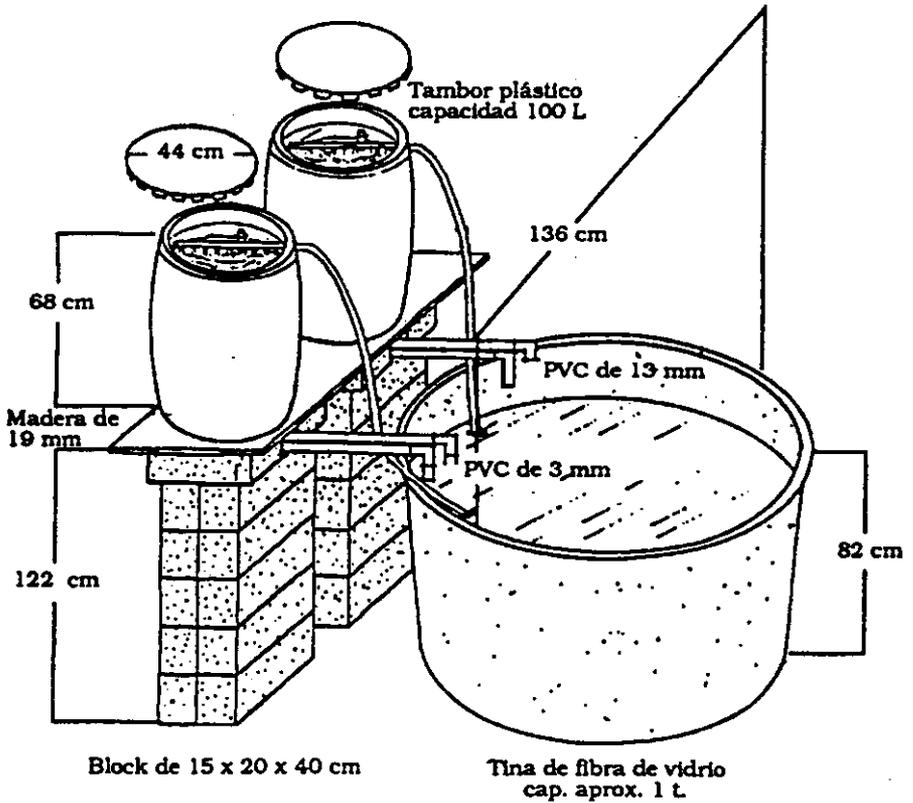


Figura 2. Filtro de arena.

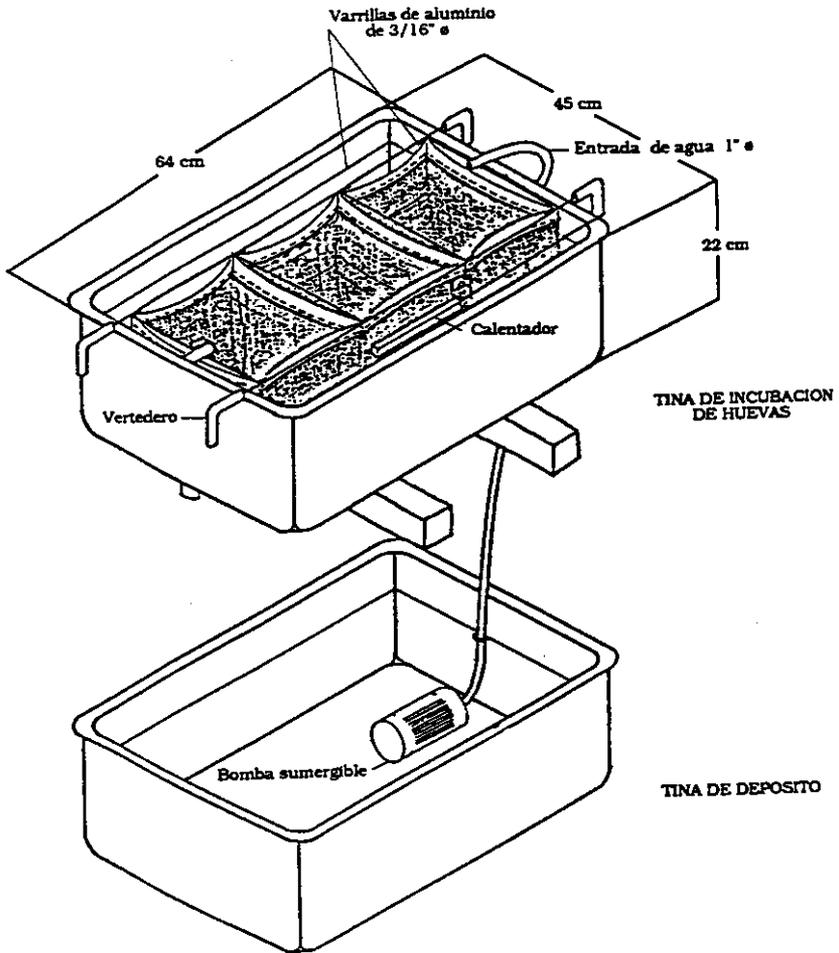


Figura 3. Sistema para incubacion de las puestas del caracol.

Tabla 2. Calendario para el paso de las masas de huevos de *Strombus costatus* del sistema de incubación a los estanques de cría de larvas, dependiendo del estado de desarrollo y la temperatura (28-30°C).

ESTADO DE DESARROLLO	TIEMPO DE ESPERA (HORAS)
primeras divisiones	96
mórula	72
blástula- gástrula	48
veliger temprana	24
veliger tardía	
el mismo día	
al amanecer	

sistema de flujo a través del estanque de cría larval fué continuo. La forma de proporcionar el alimento consistió en diluir el volumen de algas adecuado en aproximadamente 20 litros de agua de mar filtrada y esterilizada con luz ultravioleta y luego rociada sobre la superficie del estanque de cría de larvas, para el sistema cerrado y para el otro sistema de flujo continuo de agua de mar a través del estanque se utilizó flujo continuo por 20 horas.

Cría de Larvas

Se utilizaron dos sistemas para la cría de larvas: el primero el cerrado que consiste en recirculación de agua de mar y estático sin recirculación y el segundo con flujo continuo de agua de mar a través de los estanques.

Recirculación de Agua de Mar. Este sistema consistió de un estanque de fibra de vidrio de 1000 l; un estanque de sedimentación que actuó como filtro mecánico, otro como filtro biológico con aireación, un recipiente de plástico donde se localizó la bomba, el control del nivel del agua y un calentador de 2 KW que mantuvo constante la temperatura en $28.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$; el flujo utilizado fué de 500 ml/min. (Figura 4).

Sistema Estático sin Recirculación. Este sistema consistió de un tanque circular con 1000 l de capacidad (Figura 5). Se utilizó el sifón para extraer los desechos orgánicos así como las larvas encontradas en el fondo. Las larvas se retuvieron con una malla adecuada y el volumen extraído diariamente correspondió a dos terceras partes del volumen total del agua. La limpieza del estanque se efectuó semanalmente desinfectándolo con cloro comercial. (Coral y Ogawa, 1985; Rodríguez Gil, 1986).

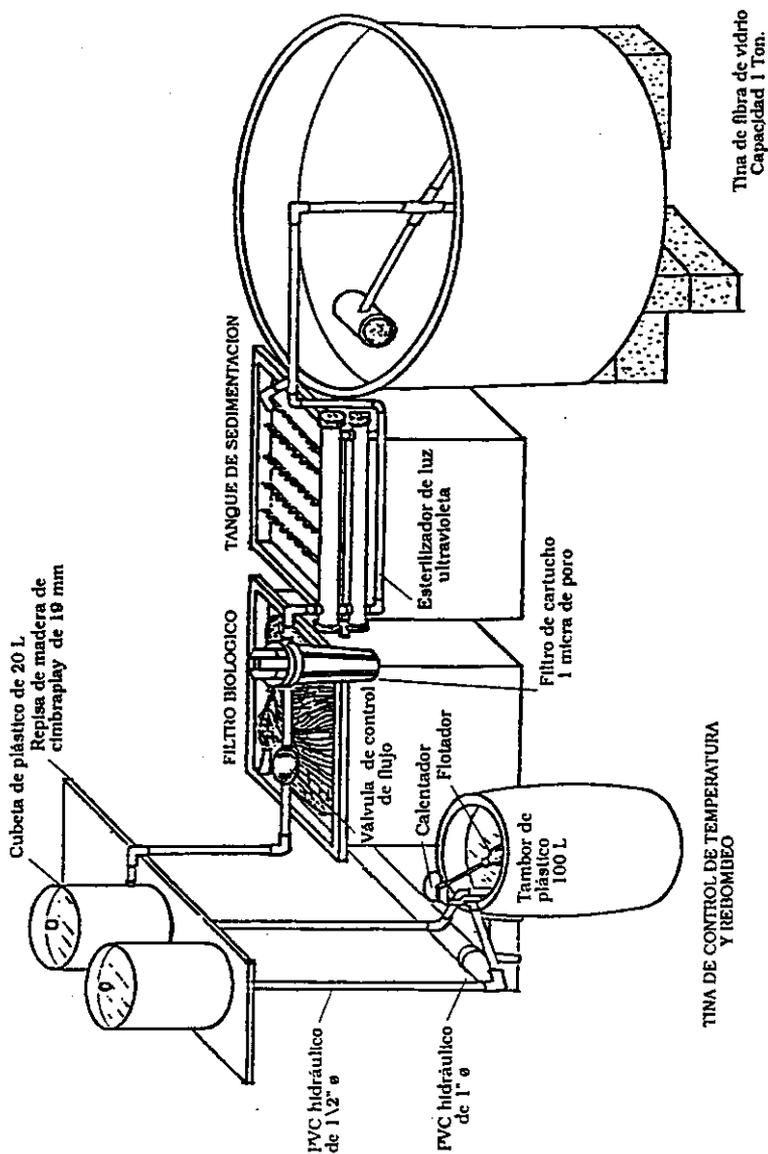


Figura 4. Sistema de recirculación de agua de mar para el cultivo de larvas de *Strombus costatus*.

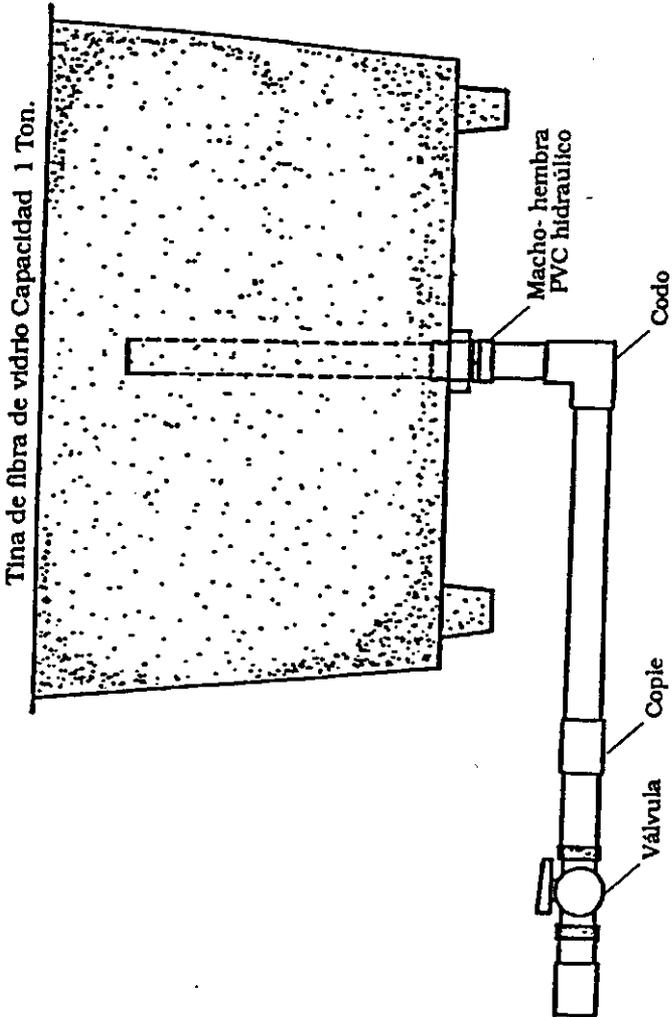


Figura 5. Sistema de cultivo estatico sin recirculacion con larvas de *Strombus costatus*.

Flujo Continuo de Agua de Mar a Través de los Estanques. Este sistema consistió de 8 estanques cónicos de fibra de vidrio de 500 l. Colocados en dos series de a 4 estanques. Para cada serie existió una línea con cuatro tomas de suministro de agua y otra de aire. Cada estanque consistió de un control del nivel del agua y un filtro de 30 μm y de 80 cm de altura, el cual dejó pasar el agua y las microalgas, pero no las larvas. La limpieza se efectuó diariamente a los cuatro estanques vacíos después de que las larvas fueron sifoneadas y retenidas en un contenedor apropiado para luego ser transferidas a los otros estanques. (Figura 6).

Inducción a la Metamorfosis y Densidad

Cuando se observó al microscopio que las mayoría de las larvas poseía las características de competentes a la metamorfosis (Rodríguez Gil, 1986), las larvas fueron inducidas con extracto de *Laurencia* sp. y la densidad fué determinada al principio y al final para estimar la supervivencia de la cría larval al concluir la metamorfosis.

RESULTADOS

Cría de Larvas en Sistema Cerrado: Recirculación de Agua de Mar y Estático Recirculación de Agua de Mar

Este sistema de recirculación se corrió cuatro veces y los tiempos de cría hasta que las larvas se manifestaron como competentes a la metamorfosis fueron: 28, 30, 29 y 27 días respectivamente (Figura 7).

Los parámetros ambientales promedio, durante las cuatro veces que el experimento se corrió se mantuvieron como siguen: temperatura $28.5 \pm 0.79^\circ\text{C}$, salinidad $36.9 \pm 1.18\%$, el pH registró 7.90 ± 0.25 , nitritos 0.0036 ± 0.0004 mg/l y el oxígeno presentó un valor promedio de 5.32 ± 0.18 ppm (\pm error estándar de la media).

Se usó una densidad de 200 larvas/l, para cada corrida del experimento y se observó que la tasa de viabilidad promedio fué de 12% (Figura 7), se realizó un cambio total del agua del sistema cada semana en el estanque de cría de larvas y se efectuó la limpieza con cloro comercial al 5%. También se hizo la limpieza de los tanques de sedimentación que actuaron como filtros mecánicos, el recipiente donde se localizó la bomba y el calentador, así como toda la tubería del sistema.

Sistema Estático Sin Recirculación

En este sistema los parámetros ambientales promedio se mantuvieron en la temperatura de $28.8 \pm 1.0^\circ\text{C}$, la salinidad $36.5 \pm 0.9\%$, el pH registró 8.05 ± 0.22 , los nitritos 0.0019 ± 0.0013 mg/l y el oxígeno en un valor promedio de 4.35 ± 0.30 ppm (\pm error estándar de la media).

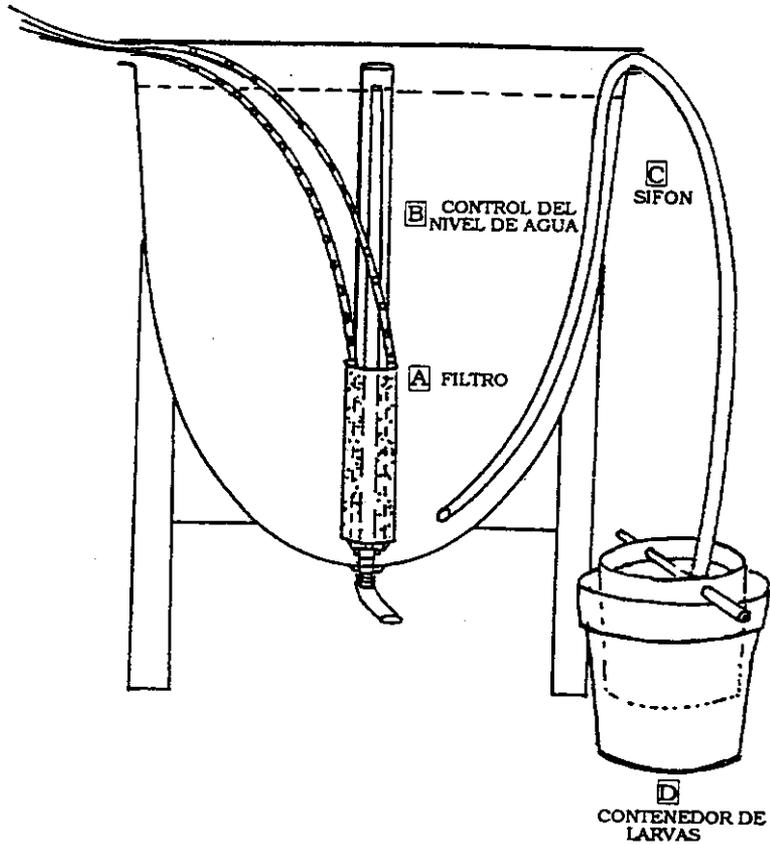


Figura 6. Sistema de flujo continuo de agua de mar a través del estanque de cria de larvas de *Strombus costatus*.

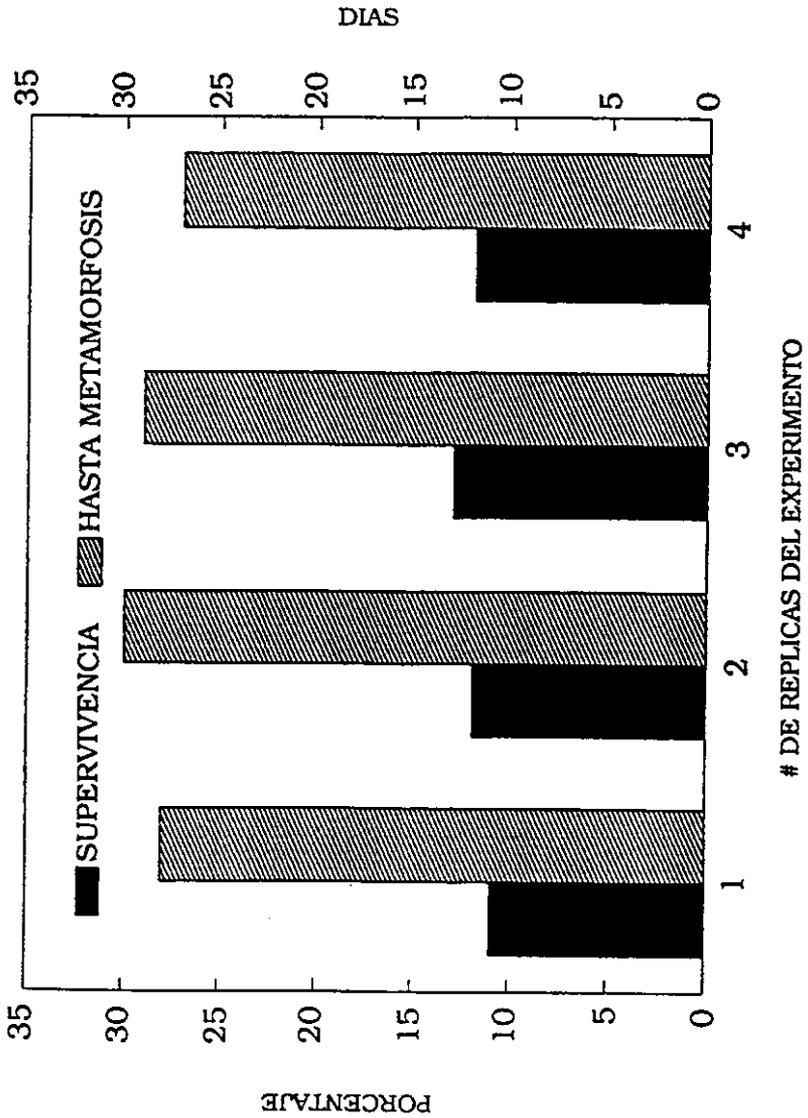


Figura 7. Cria de larvas de *Strombus costatus* en recirculacion de agua de mar.

La densidad inicial en este sistema fué de 200 larvas/l para las cuatro corridas del experimento. Además que se tuvo un recambio de agua de las 2/3 partes cada día del estanque larvario y cada semana se efectuó la limpieza.

Para la primera corrida de este experimento, a los 15 días de la cría larval, en este sistema se presentaron protozoarios (*Vorticella* sp), después de esto una mortalidad total se presentó a los 18 días y cuando se observaron al microscopio las larvas muertas se notó la presencia de hongos y protozoarios. En el estanque de cría se encontraron manchas de color rosado en el fondo y en las paredes.

Para la segunda, tercera y cuarta corrida de este experimento se obtuvieron los siguientes resultados: 5, 4 y 6% de supervivencia y 30, 29 y 31 días de cultivo hasta la metamorfosis respectivamente (Figura 8).

Cria de Larvas:Flujo Continuo de Agua a Traves de los Estanques

En este sistema de cultivo para las larvas, los parámetros promedio ambientales se mantuvieron como sigue: La temperatura en $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$, la salinidad $37.25 \pm 0.5\%$, el pH registró 8.22 ± 0.03 , los nitritos $0.0030 \pm \text{mg/l}$ y el oxígeno en 4.92 ± 0.1 ppm (\pm Error Estandar de la Media).

Se utilizaron 8 estanques de capacidad de 500 l para cada corrida del experimento, usándose 4 por día alternadamente. La densidad inicial fué de 200 larvas/l y un flujo continuo a través de los estanques de 0.5 litros/min.

Se obtuvieron para la cría de larvas en este sistema los siguientes resultados promedio: 18, 16 y 20 y 18% de supervivencia y 24, 25, 26 y 22 días de cultivo hasta la metamorfosis respectivamente (Figura 9).

La comparación de supervivencia y tiempo promedio a la metamorfosis de los sistemas de crias de larvas de *S. costatus* se puede observar en la figura 10 donde resultó ser el sistema de flujo continuo de agua de mar el mejor.

CONCLUSIONES

Por los resultados de la cría larval en el sistema de recirculación de agua de mar, se recomienda su uso cuando el laboratorio para el cultivo se encuentre alejado del mar y sea difícil su transportación y aunque la supervivencia del 12% como promedio y el tiempo hasta la metamorfosis resultan adecuados en comparación con el estático, se sugiere un adecuado control de calidad en el agua.

En el sistema estático sin recirculación, no se recomienda su uso comparado con la supervivencia y el tiempo a la metamorfosis de los otros sistemas. El sistema de flujo continuo de agua de mar, el cual se utilizó en gran escala por sus resultados de supervivencia de 18% como promedio y menor tiempo a la metamorfosis, fué el mejor, por lo que se recomienda su uso para el cultivo de larvas de esta especie en pequeña y grande escala según las necesidades y es una alternativa del Gobierno de México para la repoblación del recurso.

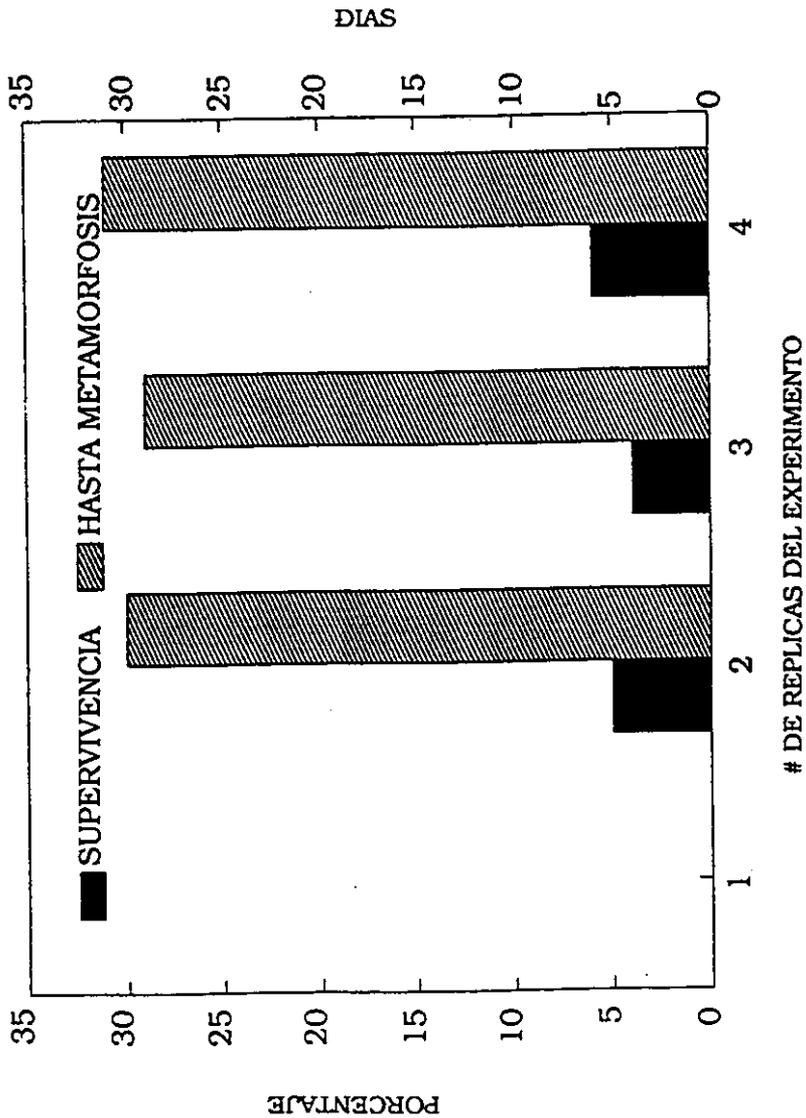


Figura 8. Cría de larvas de *Strombus costatus* en sistema estatico sin recirculación.

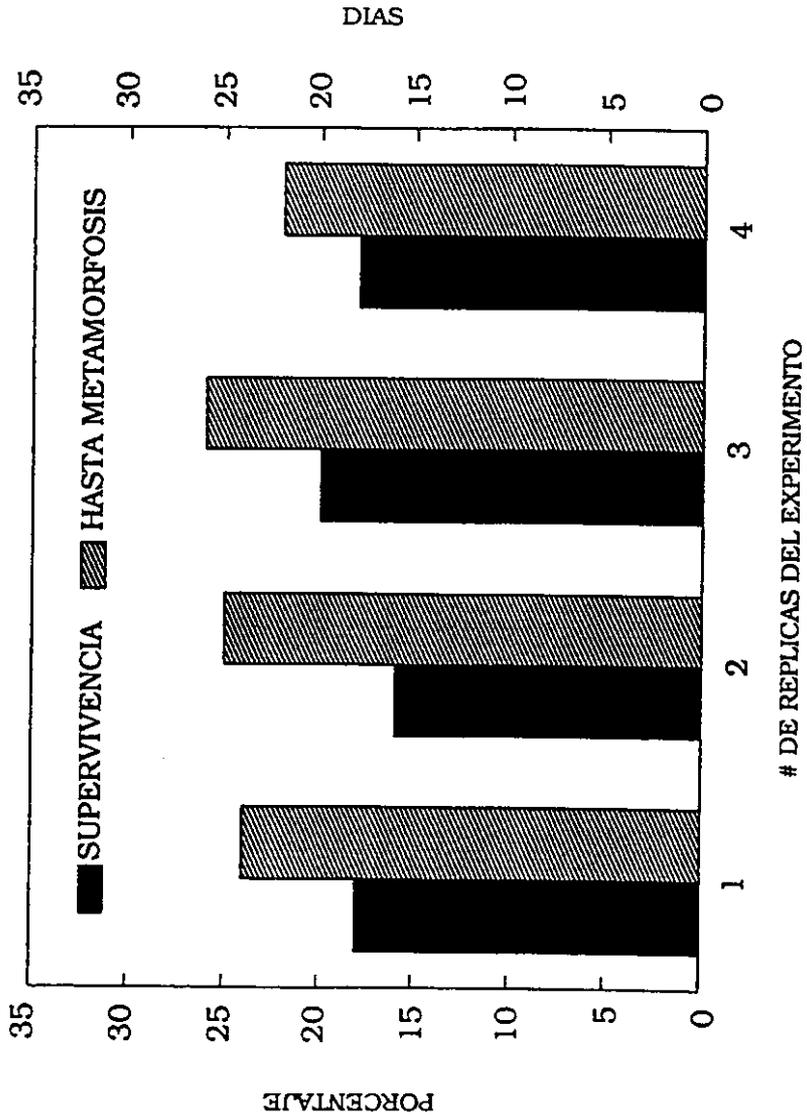


Figura 9. Cria de larvas de *Strombus costatus* en flujo de agua a traves del estanque.

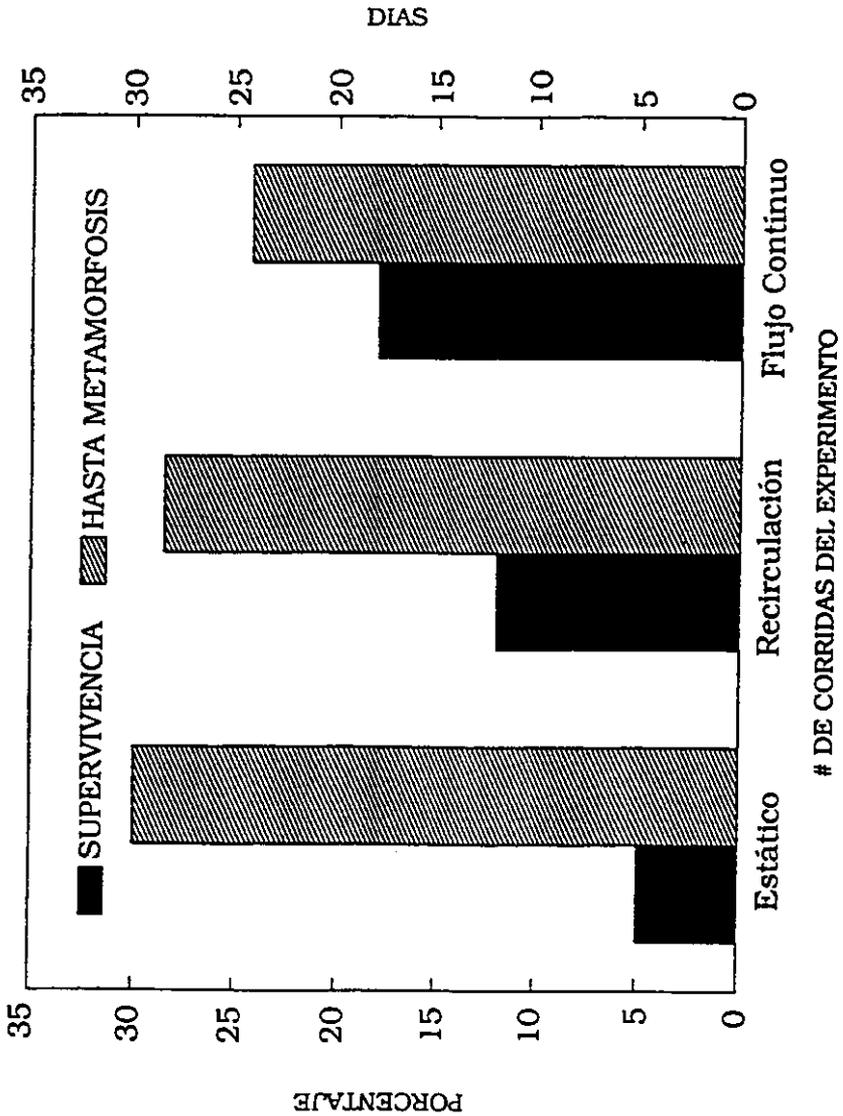


Figura 10. Comparacion de supervivencias y los tiempos a metamorfosis de los sistemas de cria de *Strombus costatus*.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Instituto Tecnológico de Mérida, al CINVESTAV IPN-Unidad Mérida, al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén (CRIP), al Departamento de Ciencias Marinas de la Universidad de Puerto Rico, del Recinto Universitario de Mayagüez por las facilidades en el desempeño de este trabajo y en especial al Dr. Richard S. Appeldoorn por la revisión y sugerencias de este manuscrito.

LITERATURA CITADA

- Alcolado, P.M. 1976. Crecimiento, variaciones morfológicas de la concha y algunos datos biológicos del cobo *Strombus gigas* (Mollusca, mesogastropoda) *Acad. Cienc. Cuba Ser. Oceanol.* 34:26.
- Arreguin, S.F., J.C. Seijo, D. Fuentes, y M.J. Solis. 1987. Estado del conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma continental de Yucatán y la región adyacente. *Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA. CRIP. Yucalpetén Doc. Tec. 4.* México.
- Ballantine, D.L. y R.S. Appeldoorn. 1982. Queen Conch Culture and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35.
- Ballantine, D.L. y R.S. Appeldoorn. 1983. Queen Conch Culture and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 35:57-63.
- Berg, C.J., Jr. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discussion of the practicality of its mariculture. *Mar. Biol.* 34:191-199.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory culture, and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilus* in the Roques, Venezuela. *Bull. Mar. Sci.* 27:668-680.
- Coral, J.L. y J. Ogawa. 1985. Cultivo masivo de larvas de caracol *Strombus gigas* en estanques de concreto. *Proc. Gulf Carib. Fish. Inst.* 38: 345-352.
- Darcy, G.M. 1981. Annotated bibliography of the conch genus *Strombus* (Gastropoda, Strombidae) in the W. Atlantic. *Ocean NOAA Technical Report NMFS SSRF-748.* pp. 1-15.
- De La Torre, R. 1982. La pesquería de caracoles en Quintana Roo. Centro de Investigaciones Pesqueras de Isla Mujeres. *Inst. Nal. de la Pesca. SEPESCA.* México. p:7-21.
- Gulland, J.A. 1971. *The fish resources of the ocean.* Fishing News (Books) Ltd., Surrey, Eng. 225 p.
- Hesse, K.O. y K.O. Hesse. 1977. Conch industry in the Turks and Caicos Islands, *Underwater Nat.* 10(3):4-9.
- Linder, G. 1977. Moluscos y caracoles. Ediciones Omega, S.A. The Audubon Society. New York.
- Morris, P.A. 1975. *A field guide to shells of the Atlantic and Gulf coasts and the West Indies.* Houghton Mifflin Company Boston.

- Randall, J.E. 1964. The habits of the queen conch. *Sea Front.* 10:230-239.
- Robertson, R. 1961. The feeding of *Strombus* and related herbivorous. *Proc. Acad. of Nat. Sci. of Philadelphia.* 343:1-9.
- Rodríguez Gil, L.A. 1986. Desarrollo embrionario y metamorfosis del caracol rosado *Strombus gigas*. Tesis de Maestría. CINVESTAV- Mérida, México:43 p.
- Rodríguez Gil, L.A. En prensa. Descripción de las características morfológicas del desarrollo embrionario del caracol blanco *Strombus costatus*. *Revista de la Sociedad Mexicana de Zoología.*
- Secretaría de Pesca. 1974-1990. Anuarios estadísticos de Pesca, SEPESCA, México, D.F.
- SEPESCA, 1987. Consulta popular para la planeación democrática de la pesca en materia de administración de pesquerías. Esquema de regulación propuesto para la pesquería del caracol del Caribe. México.
- Siddall, S.E. 1983. Biological and economic outlook hatchery production of juvenile queen conch. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 35:46-52.