

Produccion de Masas de Huevos en el Laboratorio del Caracol Marino, *Strombus pugilis* (L)

LUIS A. RODRIGUEZ, ANDRES GÓNGORA y JORGE TELLO
Instituto Tecnológico de Mérida
División de Estudios de Posgrado, Laboratorio de Aprovechamiento de Recursos Marinos y Agropecuarios.
Avenida Tecnológico S/N A.P. 9-11 C.P.97118 (Km-5 Carretera Mérida, Progreso) Mérida, Yucatán, México

RESUMEN

En México el recurso caracol se encuentra sobre-explotado y desde hace 10 años se estableció una veda permanente y hasta la fecha existe una gran dificultad de encontrar en el campo las puestas de masas de huevos, debido a que los caracoles se encuentran muy aislados. Ante esta problemática el objetivo principal de este trabajo es la producción masiva de puestas de masas de huevos en condiciones controladas en el laboratorio de aprovechamiento de recursos marinos y agropecuarios del Instituto Tecnológico de Mérida. Las condiciones controladas en el sistema fueron: un flujo de agua de mar de 200 ml/min, con una tasa de recambio del volumen total de 5 horas, relación del sexo de 5 caracoles hembra por 2 machos, una temperatura de $28 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, salinidad de 37.5 ± 0.5 ppm, pH de 7.5 ± 0.5 y alimento peletizado. Cada una de las puestas de masas de huevos fue limpiada de la arena y tratada con una solución de cloro al 0.2% entre 30 y 40 segundos. Un total de 30 puestas de masas de huevos fueron colectadas de un sistema de recirculación de agua de mar, donde se encontraban un total de 7 progenitores durante un período de 10 meses. Los resultados de esta investigación son importantes por proporcionar desde el mismo laboratorio mencionado, las puestas de masas de huevos para estudios posteriores como: el conocimiento de su biología básica, el efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario, fisiología energética, bioquímicos y para el manejo adecuado de las masas de huevos y larvas en el cultivo de *S. pugilis*; en la práctica de su maricultura con la finalidad de recuperar el recurso aunado a la regulación pesquera.

PALABRAS CLAVE: *Strombus pugilis*, maricultura, puestas de masas de huevos.

INTRODUCCION

Aunque la regulación pesquera sigue siendo una forma de recuperar las poblaciones explotadas, la maricultura es una alternativa prometedora. La maricultura es una crianza controlada y protegida de especies marinas, generalmente desde la fase de huevo a juvenil o estado adulto dependiendo de la especie y sus aplicaciones. Con ella se pueden reducir los efectos de la pesca sobre las poblaciones naturales ya sea por limitar la sobrepesca actual o por la repoblación de las áreas ya sobreexplotadas, incluso se pudieran cosechar poblaciones naturales de

valor comercial con individuos totalmente crecidos en granjas (Rodríguez 1995 a).

La producción a gran escala de postlarvas y el cultivo en el laboratorio "Hatchery" de los caracoles marinos se hace actualmente en forma rutinaria, pero pudieran mejorarse los aspectos de crecimiento y engorde a partir de un mejor conocimiento del desarrollo larvario y post-larvario. En estos estadios puede mejorarse la alimentación natural y/o artificial de alto rendimiento en condiciones ambientales adecuadas, incluyendo la temperatura, la salinidad y el pH.

Entre los recursos de mayor importancia económica para los pescadores del Estado de Yucatán y otros habitantes de las costas de la Península, están los caracoles de las especies *Strombus gigas* L., *S. costatus* (G) y *S. pugilis* (L.). El mas conocido en sus aspectos biológicos, ecológicos y tecnológicos es *S. gigas* y los otros dos son menos conocidos. Las tres especies antes mencionadas se encuentran distribuidas ampliamente en las zonas costeras de aguas marinas someras de la región.

El recurso caracol, particularmente *S. gigas* y *S. costatus*, ha mostrado síntomas evidentes de sobrexplotación en aguas de la región y en general, en toda su área de distribución, incluyendo Cuba y otros países del Caribe. Esta situación ha obligado a algunos de los países del Atlántico centro-occidental a declarar la veda permanente del recurso (Rodríguez 1994, Solís 1994).

Desafortunadamente, el aprovechamiento de estas especies en México se ha realizado, hasta la fecha, como una captura directa indiscriminada e ilícita sin dar consideración suficiente a sus necesidades reproductivas que asegure el mantenimiento de poblaciones viables. Reflejo de ello es la actual escasez generalizada de estos organismos. En Yucatán, México, se estableció hace 15 años una estricta prohibición sobre su captura pero se desconoce si - después de 15 años - ello ha sido efectivo para la recuperación de sus poblaciones.

Por razones ecológicas, económicas y sociales, resultaría muy conveniente encontrar en el corto plazo alternativas para mantener la producción y reproducción de éstos caracoles. Entre las opciones a las que se ha dado mayor atención está el cultivo de caracoles en estanques o encierros costeros comúnmente referido como maricultura. A través de esta actividad se cría a los individuos desde su condición de huevecillo hasta etapas larvarias y juveniles que son entonces liberadas al mar donde tendrán mayores posibilidades de sobrevivir y contribuir a la repoblación del medio natural.

Junto con otras Instituciones Nacionales e Internacionales, el Instituto Tecnológico de Mérida (ITM), en su División de Estudios de Posgrado e Investigación, ha venido realizando estudios de campo y laboratorio sobre las condiciones en las que pudiera mejorarse el maricultivo del caracol.

Dentro de este contexto, el objetivo de este trabajo esta enfocado a la producción masiva de puestas de masas de huevos del caracol marino *S. pugilis* en el laboratorio, bajo condiciones controladas, para realizar estudios que contribuyan a tener un mejor entendimiento de la especie como: el conocimiento de su biología básica, el efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario, fisiología energética, bioquímicos y para el manejo adecuado de las masas de huevos y larvas

en el cultivo de *Strombus pugilis*; en la práctica de su maricultura con la finalidad de recuperar el recurso aunado a la regulación pesquera.

MATERIALES Y METODOS

A continuación se mencionan los principales pasos del cultivo hasta la obtención de las puestas de masas de huevos y su incubación en el caracol lancetilla *S. pugilis*. desinfección y lavado del material, tratamiento del agua de mar, colecta de los progenitores, traslado al laboratorio, puesta de los progenitores en los sistemas de mantenimiento con recirculación de agua de mar y filtro biológico, lecturas de pH, S‰, T, Alimentación. Colecta de las puestas de masas de huevos, limpieza de las masas de huevos para eliminar protozoarios, Observación de las masas de huevos para asegurar que sean fértiles y con el mismo estado de desarrollo y por último la incubación.

Desinfección y Lavado de Material

El material de campo y laboratorio empleado fue de cristal y plástico, previamente lavado con agua dulce (normal) y jabón neutro para evitar su contaminación. Posteriormente el material se desinfectó con una disolución de agua dulce y cloro comercial al 2%, se enjuagó con agua destilada y se dejó escurrir. El material ya desinfectado se colocó en un lugar seco y ventilado para evitar el desarrollo de organismos patógenos (Rodríguez 1995, Góngora 1999).

Tratamiento del Agua de Mar

El agua de mar se obtuvo del Puerto de Progreso y se transportó hasta las instalaciones del laboratorio donde se almacenó en una cisterna circular de cloruro de polivinilo (PVC). El agua pasa después a un depósito con capacidad de 10 m³. Con la ayuda de una bomba eléctrica (marca Siemens, 110-220 volts; 3 505 a 3 470 rpm) el agua se envió al laboratorio de Recursos Marinos, pasando por un filtro rápido de arena (Baker Hydro, modelo TSF-24), tres filtros de cartucho de polipropileno y filtro de celulosa (Cole Parmer) con una capacidad de retención de 25, 15 y 5 mm, respectivamente. Al final el agua pasa por una batería de luz ultravioleta, para almacenarla en tres tanques de plástico con capacidad de 50 l, cada uno de los cuales permanecieron cerrados para evitar su contaminación (Rodríguez 1995, Góngora 1999).

Colecta y Establecimiento de los Progenitores

Siete progenitores se colectaron el 13 de septiembre de 1999 entre 10:00 a.m. y 2:00 p.m., mediante buceo autónomo en puntos ubicados entre los 700 m de la estación de Isla Contoy, Quintana Roo a profundidades de 3.5 a 4 m, sobre arena fangosa y el pasto marino *Siringodium filiforme* y *Thalassia testudinum*. De los siete progenitores colectados, cinco fueron hembras y dos machos; se colocaron en contenedores de plástico con agua de mar fresca, a 28°C y salinidad de 38 ‰. Posteriormente, se trasladaron al laboratorio de aprovechamiento de recursos

marinos del Instituto Tecnológico de Mérida, teniendo cuidado que durante la transportación la temperatura no rebasara los 32°C (Rodríguez 1995).

LABORATORIO

Sistema de Mantenimiento de los Progenitores

Ya en el laboratorio fueron colocados en un acuario de 80 L, con agua de mar previamente tratada con luz U.V, velocidad de flujo de 200 ml/min con una tasa de recambio de volumen total de 5 horas y filtro biológico formado de arena, grava, tul, lámina de fibra de vidrio y tubos de PVC respectivamente. Se aplicó aireación y calefacción al agua para conservar la temperatura a 28°C. Se tomaron lecturas periódicas de pH, salinidad y temperatura (Rodríguez 1986, Góngora 1999) (Figura 1).

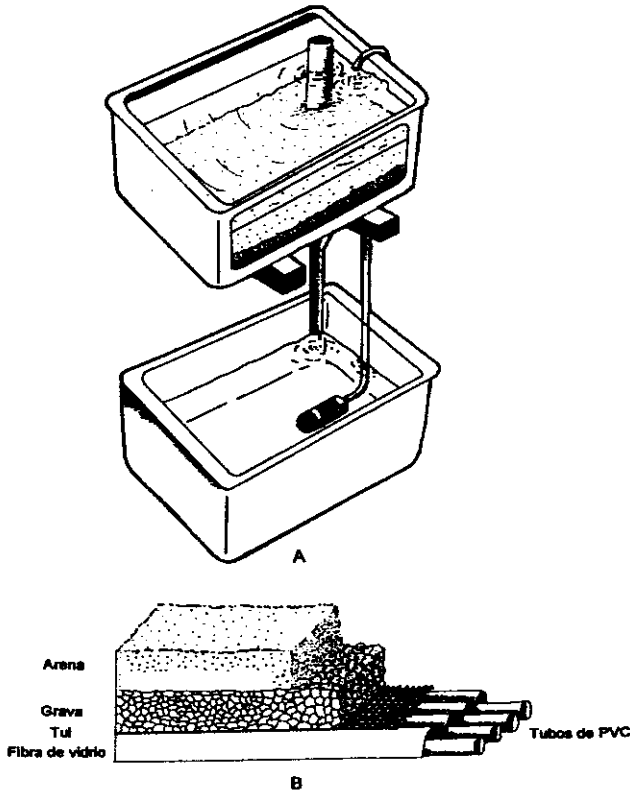


Figura 1. A) Sistema de recirculación de agua de mar y filtro biológico para el mantenimiento de progenitores del caracol marino *Strombus pugilis*. B) Detalle de las capas en el filtro biológico.

Alimentación

Los progenitores fueron alimentados con algas filamentosas y alimento peletizado con 36% de proteína, 7% de grasa, 4% de fibra, 12% de humedad y 10% de cenizas. El alimento fue elaborado en el CINVESTAV-Unidad Mérida.

Obtención, Limpieza y Observación de las Masas de Huevos

Las masas de huevos colectadas en el laboratorio en un sistema de mantenimiento de los progenitores y fueron limpiadas con la ayuda de un colador de 1 mm de abertura para quitar el exceso de arena. Posteriormente se pasaron por cuatro contenedores, el primero de ellos con una solución de cloro comercial (hipoclorito de sodio) y agua de mar filtrada al 0.2% entre 30 y 40 segundos. Esto se hace para eliminar protozoarios y otras especies indeseables. Inmediatamente después se colocaron en otros tres contenedores restantes conteniendo agua de mar previamente filtrada para eliminar la solución de cloro (Siddall 1979, Berg 1981, Pillsbury 1985, Rodríguez 1995). La masa de huevos fue observada bajo un microscopio óptico de campo oscuro para asegurar que los huevos fueran fértiles, viables y que se encontraran en el mismo estado de desarrollo, es decir, con la membrana de fertilización presente.

Incubación

La masa de huevos fue extendida para contar su dimensión y fraccionada para poder contar el número de embriones presentes en 2 cm y en toda la masa de huevos. Cada sección se colocó en un vaso de Precipitado de 1 000 ml con agua de mar filtrada a una salinidad 37‰. Estas manipulaciones se realizaron a una temperatura ambiente (aproximadamente 28°C). Paralelamente se instalaron tinas con agua de mar dentro de las cuales se depositaron los vasos de Precipitado, cada uno con las secciones de las masas de huevos. Todas las masas obtenidas fueron incubadas a una temperatura de $28 \pm 0.2^\circ\text{C}$ para efectuar el desarrollo embrionario y posteriormente la eclosión.

Se tomaron lecturas periódicas de salinidad, pH y temperatura. Con el fin de evitar perturbaciones y contaminación con el exterior, las tinas estuvieron cubiertas con malla, y con un sistema de aireación en el agua (Góngora 1999).

RESULTADOS

Los resultados promedio de los parámetros físicos-químicos a lo largo de 10 meses fueron los siguientes: temperatura $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$, salinidad $37.5 \pm 0.5\text{‰}$ y pH 7.5 ± 0.5 . Un total de 30 puestas de masas de huevos fueron colectadas en un sistema de mantenimiento de los progenitores, en la Tabla 1 se muestra el número total de puestas de masas de huevos, en relación al sexo y biometría bajo condiciones de laboratorio de Septiembre de 1999 a Junio de 2000. Se puede observar que en el número de puestas de masas de huevos no hay una correlación entre el número de puestas y el peso del animal.

Tabla 1. Producción total del número de puestas de masas de huevos, en relación a la razón del sexo y biometría de los caracoles marinos *Strombus pugilis* bajo condiciones de laboratorio de Septiembre de 1999 a Junio del 2000.

Número de organismo	Sexo	Largo (cm)	Peso (g)	Puestas
1	H	8.5	147.49	8
2	H	9.0	147.35	5
3	H	9.1	157.29	6
4	H	8.0	112.76	6
5	H	8.5	136.57	5
6	M	8.7	133.62	
7	M	8.4	103.57	
Total de puestas				30

En la Figura 2 se puede observar el número de puestas de masas de huevos por organismo, el máximo número de puestas lo obtuvo el organismo 8 y el mínimo lo organismos 2 y 7.

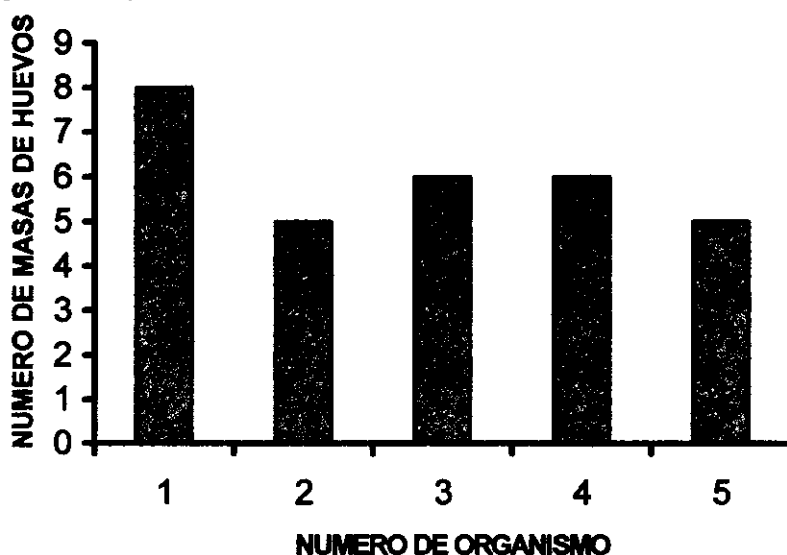


Figura 2. Número de puestas de masas de huevos por organismo en *Strombus pugilis* (L) de Septiembre de 1999 a Junio del 2000 bajo condiciones de laboratorio.

La Figura 3 nos muestra el número de puestas de masas de huevos obtenidas en el laboratorio por mes, empezando por el mes de Septiembre en el cual se obtuvo 13 puestas de masas de huevos, posteriormente se detiene a partir del mes de Noviembre en donde no se obtuvo puestas, luego se presentó un pico a partir del mes de Abril y por último se observa una disminución durante el mes de Mayo debido a problemas de solventes en el laboratorio.

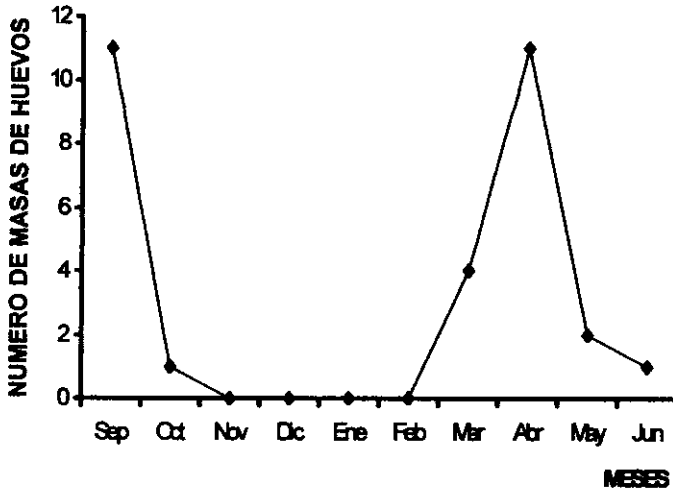


Figura 3. Número de puestas de masas de huevos en *Strombus pugilis*, obtenidas en el laboratorio por mes.

Con los datos anteriores se estimó el número total de embriones obtenidos por mes (Figura 4), el número total de embriones obtenidos de *S. pugilis* en el sistema de recirculación fue estimado por mes en base a la relación del peso de la masa de huevos de una sola hembra (1.031) y el número de embriones contados en toda la masa de huevos (157 500). La longitud total de la masa de huevos fue de 11.24 m, el número promedio de embriones encontrados en 2 cm fueron de 264, obteniendo un total de 157 500 embriones en toda la masa de huevos.

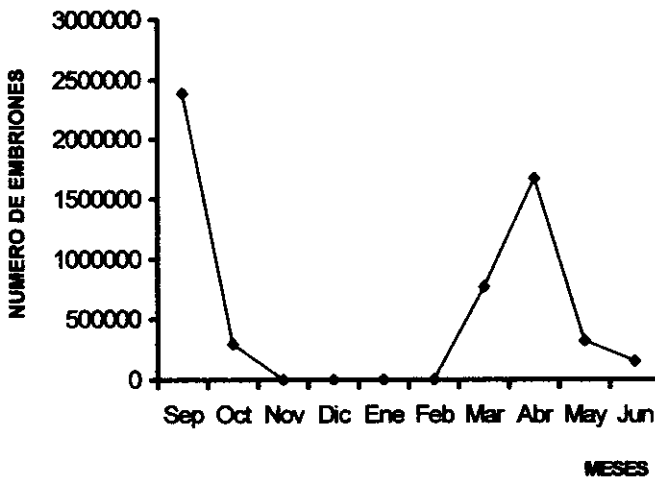


Figura 4. Total de embriones de *S. pugilis*, obtenidos en el laboratorio al mes.

DISCUSION

La tabla 1 nos muestra que no existe una relación entre el largo y peso del organismo con el número de puestas de masas de huevos, cada organismo ovopositó más de una puesta, obteniendo un total de 30 puestas de masas de huevos, obteniendo dos picos máximos de puestas de masas de huevos en el mes de Septiembre y en el mes de Abril, en tanto que los meses de Noviembre a Febrero no se obtuvo ninguna masa de huevos, cosa muy similar a lo reportado por Shawn en el campo, esto pudo ser atribuido primeramente a que los organismos ya tenían una acumulación de esperma cuando fueron transportados al laboratorio, pero posteriormente las hembras fueron fecundadas dentro del sistema de recirculación de los progenitores, los cuales fueron colocados en el laboratorio mediante parámetros controlados.

Con respecto a la alimentación los organismos no se alimentaron durante el primer mes, pero posteriormente fueron alimentados con "pellets", sobre todo se pudo observar a las hembras alimentandose, después de ovopositar.

Por lo que se puede concluir que este sistema de mantenimiento y recirculación de los progenitores es excelente tanto para la reproducción de los progenitores como para la obtención de las masas de huevos bajo condiciones controladas.

La Tabla 2 nos muestra las diferencias que existen entre algunas especies de *Strombus*, tanto en el número total de embriones por puesta como en la longitud total de la masa de huevos en metros y el número de embriones por mm.

Tabla 2. Diferencias entre algunas especies del Género *Strombus* con relación al número estimado de embriones por puesta y por longitud en mm, así como la longitud total de la masa en metros.

Especie	Número de embriones	Longitud de la masa	Número de embriones/mm	Autor
<i>S. gigas</i>	300,000 -750,000	24 - 37 m	12 -15 mm	Hahn
	480,000	29.8 m		D'Asaro
	385,000 -430,000	22.6 m	17 -18 mm	Robertson
<i>S. costatus</i>	185,000 -210,000	13.2 - 15 m	14 mm	Robertson
<i>S. raninus</i>	400,000 -460,000	20 m	20 - 23 mm	Robertson
<i>S. tricomis</i>	1,800 - 2,800	3 - 4 m	6 - 7 cm	Eisawy y Sorial
<i>S. gallus</i>	80,000	3.8 m		D'Asaro
<i>S. luhuanus</i>	112,000 -317,000	4.4 - 8.0 m	225 - 396 cm	Kuwamura y Fukao
<i>S. fasciatus</i>	157,000			
<i>S. pugilis</i>	157,500	11.24 m	11 mm	Rodríguez y Góngora

CONCLUSION

Tanto las condiciones empleadas, como el tipo de mantenimiento, resultaron ser excelentes para la obtención de las masas de huevos desde el laboratorio, así como la sobrevivencia de los progenitores bajo condiciones controladas. Estos resultados ayudarán a mejorar el manejo de las masas de huevos de *S. pugilis*, proporcionar una descripción detallada de la morfología externa y comportamiento, poder relacionar

el desarrollo morfológico con la temperatura del agua. Con base en esta información se puede decidir cuando transferir las masas de huevos de los estanques de incubación a los de cultivo larval, así como el conocimiento de su biología básica, el efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario, fisiología energética, bioquímicos y para el manejo adecuado de las masas de huevos y larvas en el cultivo de *S. pugilis*; en la práctica de su maricultura con la finalidad de recuperar el recurso aunado a la regulación pesquera. Un punto muy importante si se desea efectuar estudios sobre el cultivo de esta especie, es contar con un laboratorio específico, libre de solventes o productos químicos, para evitar mortalidad de los progenitores.

LITERATURA CITADA

- Berg, C.J. 1981. Proceedings of the queen conch fisheries and mariculture meeting. The Wallace Groves Foundation. Freeport, Bahamas. 46 pp.
- D'Asaro, C.N. 1965. Organogenesis, development, and metamorphosis in the queen conch *Strombus gigas*, with notes on its breeding habits. *Bulletin of Marine Science* 15(2):359-416.
- D'Asaro, C.N. 1970. Egg capsules of prosobranch mollusks from south Florida and the Bahamas and notes on spawning in the laboratory. *Bulletin of Marine Science* 20:414-440.
- Eisawy, A. y A. Sorial. 1968. The egg-masses, development and metamorphosis of *Strombus (monodactylus) tricornis* Lamarck. Institute of Oceanography and Fisheries, Al-Gardaga, United Arab Republic. *Proceedings of the Malacological Society of London* 38:13-26.
- Góngora, A.M. 1999. Efecto de la temperatura sobre el desarrollo embrionario del caracol marino *Strombus pugilis* (L). Tesis Licenciatura, Univ. Autón. Yuc. 38 pp.
- Hahn, K. O. (ed.) 1989. Culture of queen conch, *Strombus gigas*, in the Caribbean. Pages 317-330 in: *Handbook of Culture of Abalone and Other Marine Gastropods*. CRC Press. Boca Ratón, Florida USA.
- Kuwamura, T., R. Fukao, M. Nishida, K. Wada y Y. Yanagisawa 1983. Reproductive biology of the gastropod *Strombus luhuanus* (Strombidae). *Publ. Seto Mar. Biol.* 28:433-443.
- Pillsbury, K.S. 1985. Relative food value and biochemical composition of five Phytoplankton diets for queen conch, *Strombus gigas* (L) larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 74:241-257.
- Robertson, R. 1959. Observation on the spawn and veligers of conch (*Strombus*) in the Bahamas. *Proceedings of the Malacological Society of London* 33(4): 164-171.
- Rodríguez, L.A. 1986. Desarrollo embrionario y metamorfosis del caracol rosado *Strombus gigas*. M. Sc. Tesis. CINVESTAV-Mérida, 43 pp.
- Rodríguez, L. A. 1990. Cría del caracol rosado, *Strombus gigas* (L) en dos sistemas diferentes. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 43:4-9.

- Rodríguez, L.A. 1994. Análisis de la evolución de la pesquería del caracol en dos estados de la Península de Yucatán, México y en una cooperativa de pescadores. Páginas 113-136 en: I Congreso Latinoamericano de Malacología. Fundación Científica Los Roques, Venezuela.
- Rodríguez, L.A. 1995. *Biochemical Composition of Larval Diets and Larvae Related to the Life History and the Induction of Metamorphosis in the Milk Conch, Strombus Costatus (G)*. Ph. D. Thesis. Univ. of Puerto Rico, Mayaguez, Puerto Rico. 140 pp.
- Rodríguez, L.A. 1995 a. Eclosión del caracol de leche, *Strombus costatus* basado sobre el desarrollo embrionario. *Revista del Centro de Graduados e Investigación. I.T.M* 23:1-18.
- Siddall, S.E. 1979. Temporal changes in the salinity and temperature requirements of tropical mussel larvae. *Proceedings of the World Mariculture Society* 9:546-566.
- Solís, R.M. 1994. Mollusca de la península de Yucatán, México. Recursos faunísticos del litoral de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Campeche. 2-32 pp.