

Actividad reproductiva de *Strombus gigas* (Mesogasteropoda: Strombidae) en diferentes hábitats del Arrecife Alacranes, Yucatán

Manuel Pérez Pérez¹⁻² y Dalila Aldana Aranda¹

¹ Laboratorio de Biología Marina, CINVESTAV IPN, Unidad Mérida; A.P. 73 Cordemex. C.P. 97310. Mérida, Yucatán, México. Fax (99) 81 2917. Correo electrónico: daldana@mda.cinvestav.mx

² CRIP Yucalpetén. A.P. 74. Progreso, Yucatán, México. Telefax: 01-(99)35 4028. Correo electrónico: Manuel_P_P@hotmail.com

(Recibido 31-VIII-2001. Corregido 13-VIII-2002. Aceptado 10-I-2003)

Abstract: The spawning relationships with temperature/photoperiod of *Strombus gigas* were investigated considering three habitats in Alacranes Reef, Yucatan, between February 1999 and March 2000. The sites were 22°34'N, 89°42'W (site 1); 22°29'N, 89°45'W (site 2) and 22°22'N, 89°39'W (site 3). At each site, transects (100 m x 10 m) were done. Different kinds of reproductive behavior of *S. gigas* was observed: such as copulating and egg-laying. Individuals alone and egg masses were registered as well. The *S. gigas* shell length and lip thickness were measured. High density of adults was found at site 2 with 87 conchs in one transect of 1000 m². The mean density per m² was 0.004 for site 1; 0.035 for site 2; and 0.003 for site 3. The mean shell length was 220 mm and the lip thickness mean was 16 mm (N = 783) for all sites. In February 1999 egg-laying female was found on sand. There was a high reproductive activity at site 2 with 8 egg-laying and 18 egg masses. Minimum reproductive activity was found at site 3 with 2 egg masses. The bottom-water temperature was related positively with copulating pairs ($r = 0.723$, $f = 11.05$, $p < 0.01$) and egg masses ($r = 0.736$, $f = 11.82$, $p < 0.1$). Correlation between photoperiod with copulating pairs ($r = 0.857$, $f = 27.78$, $p < 0.01$) and egg masses ($r = 0.782$, $f = 15.77$, $p < 0.01$) were found as well.

Key words: *Strombus gigas*, reproduction, habitat, temperature, photoperiod.

Strombus gigas L. 1758, es un gasterópodo que habita en la región del Caribe y que ha sido capturado hasta niveles cercanos a la extinción (Appeldoorn *et al.* 1987, Berg y Olsen 1989). Los desembarcos se han estimado en 6000 toneladas métricas con un valor de 60 millones de dólares americanos (Chakalall y Cochrane 1997). Las poblaciones de *S. gigas* se han visto afectadas en todos los países donde es explotado a escala comercial (Brownell y Stevely 1981, Davis y Hesse 1983). Esto es más marcado para las naciones donde la pesquería ha sido abierta al buceo con equipo SCUBA (Stoner y Schwarte 1994). El agota-

miento de los stocks ha obligado al menos temporalmente, al cierre de la captura de *S. gigas* en Bermudas, Florida, Cuba, Bonaire, y las Islas Vírgenes (Stoner y Schwarte 1994). Es así que para 1992, CITES incluyó a *S. gigas* en la lista de especies amenazadas (Appeldoorn 1994).

La biología de *S. gigas* ha sido estudiada en los países que lo explotan o lo explotaron a nivel comercial (Randall 1964, Brownell y Stevely 1981, Berg y Olsen 1989). Los sexos de *S. gigas* son separados y la madurez sexual ocurre a los tres años y medio de edad, unos meses después de que el labio se ha desa-

rollado (Egan 1985, Wilkins *et al.* 1987, Appeldoorn 1990). La fertilización es interna y después de la cópula ocurre el desove (D'Asaro 1965). Una hembra puede desovar entre seis y siete veces durante la estación reproductiva (Davis y Hesse 1983). La masa de huevos es colocada sobre arena limpia o arena con coral formando una masa compacta en forma de media luna (Lagos 1994). La puesta de huevos toma entre 24 y 36 horas y consiste en un tubo continuo lleno de huevos. Robertson (1959) estimó entre 385 000 y 430 000 huevos por masa.

La época de reproducción de *S. gigas* ha sido reportada para diferentes sitios del Caribe. Randall (1964) menciona que para Islas Vírgenes la época de reproducción es de febrero a diciembre; D'Asaro (1965) reporta para los Cayos de Florida un período de mayo a septiembre; Weill y Laughlin (1994) en Venezuela, de abril a noviembre; Davis *et al.* (1987) para Turks y Caicos de marzo a octubre; Appeldoorn *et al.* (1987) en Puerto Rico, de mayo a noviembre; y Stoner *et al.* (1992) en Bahamas, de abril a octubre.

En México, *S. gigas* se encuentra en tres localidades, Banco Chinchorro y Cozumel en Quintana Roo y Arrecife Alacranes en Yucatán. El período de desove, estimado por Cruz (1986) y Corral y Ogawa (1987) en Banco Chinchorro, fue de todo el año. En Alacranes, Pérez-Pérez y Aldana-Aranda (2000) determinaron preliminarmente la actividad de desove de *S. gigas* de marzo a octubre. Este trabajo aporta información acerca del comportamiento reproductivo de *S. gigas* en Arrecife Alacranes durante 12 meses, relacionándolo con la temperatura y fotoperíodo en tres tipos de fondo: arena con parches de coral (Sitio 1), fragmentos de coral (Sitio 2) y camas de arena con pastos (Sitio 3).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: El Arrecife Alacranes, es importante por su extensión y por su diversidad. Es utilizado por 117 pescadores de cuatro Cooperativas de Producción Pesquera, que capturan especies de escama, tiburón, langosta y de manera ilegal *S. gigas*. En 1994 el arrecife fue declarado Parque Marino Nacional

Alacranes (PMNAA). Se reporta la existencia de corales: *Montastrea anularis*, *Acropora palmata*, *Porites porites*, *P. asteroides*, *Diploria* spp., *Manicina aerolata*, grandes extensiones de *Thalassia testudinum*, 148 especies de peces (Hildebrand *et al.* 1964), varias de importancia comercial (*Epinephelus morio*).

El arrecife se localiza a 135 km al norte del Puerto de Progreso, entre 22°21'45'' y 22°34'55''N y 89°36'47'' y 89°47'53''W (Fig. 1). Es de forma oval, presentando su eje mayor con dirección Noroeste-Sureste. La formación mide 26.51 km de largo por 14.84 km en su porción más ancha, con un área aproximada de 293 km² (Bello-Pineda 1998).

En 1998 se establecieron tres sitios de muestreo identificados como zonas de desove (Pérez-Pérez y Aldana-Aranda 2000): Sitio 1, ubicado en: 22°34'N, 89°42'W, caracterizado por presentar fondos de arena con parches de coral; Sitio 2, a 22°29'N, 89°45'W, con suelos con fragmentos de coral y Sitio 3, ubicado en 22°22'N, 89°39'W, con camas de arena y pastos (Fig. 1). En cada sitio se usaron transectos de 100 m de longitud y 10 m de ancho. En total se realizaron 70 transectos de los cuales 27 fueron en el sitio 1, 27 en el sitio 2 y 17 en el sitio 3 (Cuadro 1). Dentro del área del transecto, mediante buceo libre se registraron para cada individuo las siguientes categorías: a) cópula: el pene dentro del surco genital; b) desove: la hembra colocando la masa de huevos; c) individuos solos: caracoles sin copular y sin depositar masas de huevo; y d) masas de huevo: masas de huevos sin la hembra. Con el propósito de no perturbar a los individuos en las categorías cópula y desove, solamente se les tomaron las medidas morfométricas a los individuos solos. Se registraron las medidas longitud de la heliconcha y grosor del labio (Appeldoorn 1988). Las medidas morfométricas fueron registradas al mm más cercano. Se determinó la relación entre las categorías cópula, desove e individuos solos con respecto al número total de individuos observados en cada transecto. Se calculó el grado de correlación entre las 4 categorías observadas con el fotoperíodo y la temperatura de fondo.

Se registró la temperatura de fondo en las localidades de muestreo con un multianalizador YSI 85/25 FT (precisión = 0.1°C), coloca-

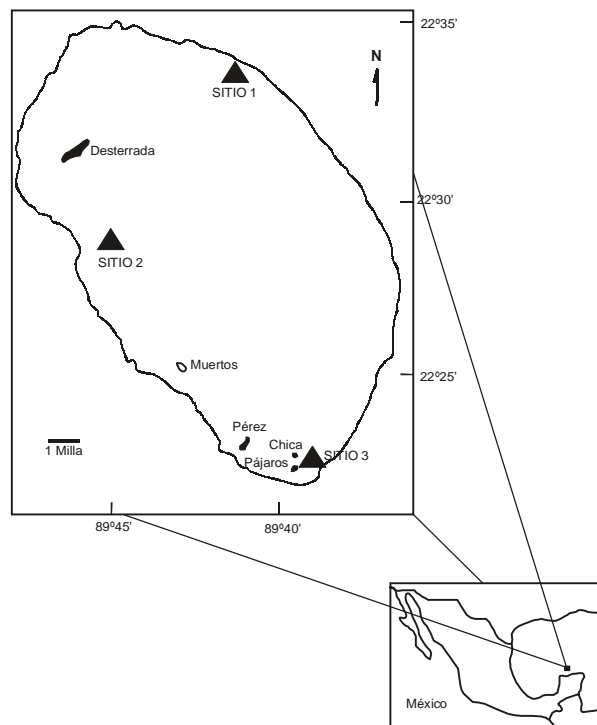


Fig. 1. Mapa del Arrecife Alacranes, Yucatán México. Se indican los sitios donde se realizaron las observaciones de la actividad reproductiva (sitio 1, 2 y 3).

do a bordo de la embarcación, con el sensor a un metro de la superficie.

El fotoperíodo se estimó con base a las tablas presentadas en el Almanaque Náutico editado por la Secretaría de Marina registrándose la diferencia de horas luz entre el Orto y el Ocaso para cada día del período de estudio.

RESULTADOS

Se realizaron 71 transectos de los cuales 27 fueron en el sitio 1, 27 en el sitio 2 y 17 en el sitio 3 (Cuadro 1). La longitud promedio de la heliconcha de individuos solos en las localidades de muestreo fue de 220 ± 13.32 mm, mientras que el promedio del grosor de labio fue de 16.9 ± 5.18 mm ($n=783$). El promedio general de densidad para el período de estudio en el área total fue de 0.018 individuos m^{-2} . El promedio de densidad en cada lugar (ind. m^{-2}), fue de: 0.004 para el sitio 1; 0.035 en el sitio 2; y 0.003 para el sitio 3.

La cópula se observó de enero a octubre. De abril al mes de agosto se observó el mayor número de cópulas con un 82% del total de 36 cópulas registradas durante el periodo de estudio. En el sitio 1 se detectaron 2 cópulas, una en abril y otra en mayo; para el sitio 2 fueron 34, con el 88% entre marzo y junio; en el sitio 3 no se observaron cópulas (Cuadro 1). Durante noviembre no se registraron cópulas en ninguno de los lugares.

Los desoves se registraron de febrero a septiembre. El número total de desoves fue de 18 de los cuales nueve fueron en el sitio 1, ocho en el sitio 2 y solo uno en el sitio 3. Los meses donde se observó el mayor número de frecuencia de desoves fueron en marzo y junio con 6 y 4 respectivamente. En el sitio 1, el 55% de los desoves se observaron entre los meses de febrero y marzo del 2000. Para el sitio 2 se registraron desoves en febrero (dos), marzo (dos), junio (tres) y agosto (uno). En el sitio 3 el único desove fue en el mes de marzo (Cuadro 1).

CUADRO 1

Actividad reproductiva de Strombus gigas en el Arrecife Alacranes en el período Febrero 1999 a Marzo del 2000

SITIO 1	Cópula	Desove	Individuos solos	Masa de huevos	Transectos	Densidad mensual
Feb-99	0	0	0	0	1	0.000
Mar-99	0	0	0	0	1	0.000
Abr-99	1	3	0	1	1	0.005
May-99	1	0	22	5	1	0.024
Jun-99	0	1	5	1	3	0.002
Ago-99	0	0	10	0	1	0.010
Oct-99	0	0	4	0	3	0.001
Nov-99	0	0	5	0	3	0.002
Dic-99	0	0	5	0	4	0.001
Ene-00	0	0	4	0	3	0.001
Feb-00	0	2	18	0	3	0.007
Mar-00	0	3	1	0	3	0.001
Suma	2	9	74	7	27	
SITIO 2						
Feb-99	1	2	3	0	1	0.007
Mar-99	7	0	20	0	1	0.034
Abr-99	7	0	71	8	1	0.085
May-99	8	0	75	5	1	0.091
Jun-99	8	3	68	4	1	0.087
Ago-99	1	1	72	1	4	0.019
Oct-99	1	0	87	0	3	0.030
Nov-99	0	0	46	0	3	0.015
Dic-99	0	0	46	0	3	0.015
Ene-00	1	0	50	0	3	0.017
Feb-00	0	0	78	0	3	0.026
Mar-00	0	2	40	0	3	0.014
Suma	34	8	656	18	27	
SITIO 3						
Feb-99	0	0	4	0	1	0.004
Mar-99						
Abr-99						
May-99						
Jun-99						
Ago-99	0	0	3	0	1	0.003
Oct-99	0	0	7	0	3	0.002
Nov-99	0	0	0	0	3	0.000
Dic-99						
Ene-00	0	0	7	0	3	
Feb-00			7	0	3	
Mar-00		1	25	0	3	
Suma	0	1	53	0	17	
Suma total	36	18	783	25	71	
Promedio total	3	1.5	65.25	2.083	5.916	0.017
Desviación estadar	3.741	1.977	29.931	3.752	3.118	0.016

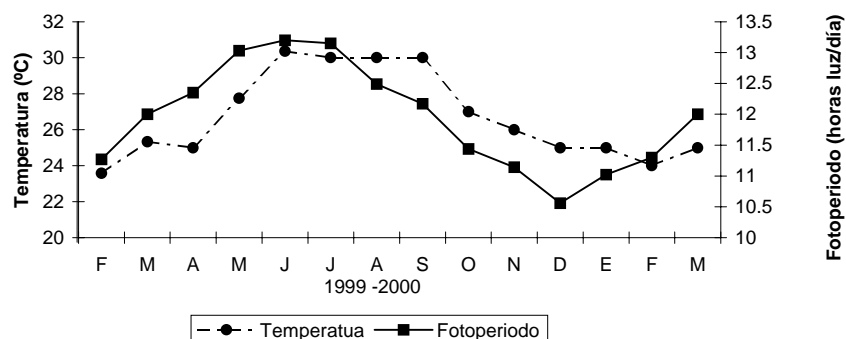


Fig 2. Promedio mensual de temperatura de fondo a 4 m de profundidad y el fotoperíodo en número de horas entre el orto y el ocaso.

CUADRO 2

Correlación entre cópula, desove y masa de huevos de Strombus gigas con la temperatura y el fotoperíodo

	Cópula			Desove			Masa de huevos		
	r	f	p	r	f	p	r	f	p
Temperatura	0.736	11.821	0.063	0.239	0.608	0.453	0.724	11.050	0.008
Fotoperíodo	0.782	15.770	0.0026	0.104	0.108	0.748	0.857	27.780	0.0004

Con respecto a los caracoles solos, se registraron 783 individuos de febrero de 1999 a marzo del 2000. El 84% en el sitio 2, 9% en el sitio 1 y 7% al sitio 3. El promedio de la densidad de caracoles sin desovar o cópula, fue de 0.018 ind. m⁻² (Cuadro 1).

Las masas de huevos encontradas fueron 25 de las cuales 18 se observaron en el sitio 2, siete en el sitio 1 y ninguna en el sitio 3. La mayor frecuencia de masas de huevos se presentó en el mes de mayo con 10. De octubre a marzo no se observaron masas de huevos en ninguno de los tres sitios (Cuadro 1).

En resumen, el sitio 2 fue el que presentó la mayor actividad reproductiva en la categoría de cópula, principalmente entre marzo y junio en donde se observaron 30 de las 34 cópulas. En la categoría de desove, el sitio 1 fue donde se registró el mayor número (nueve), de febrero a abril. Con respecto a las masas de huevos, la mayor frecuencia se observó en el sitio 2 con 18 masas de huevos registradas entre abril y agosto.

Dado que durante el período de estudio no se detectaron diferencias significativas en cuanto a los valores mensuales de temperatura y fotoperíodo entre sitios, se presenta el comportamiento promedio de ambos parámetros físicos para toda el área en general (Fig. 2).

En general, la temperatura varió entre 24 y 30°C con una media de 26±2°C (Fig. 2). La mínima temperatura registrada fue de 24°C en el mes de febrero. La primera cópula se boxeró a una temperatura de 25°C a mediados del mes de enero. En los meses de julio a octubre, la temperatura varió de 27 a 30°C; la última cópula fue en este período. La primera masa de huevos se observó en el mes de abril (25°C). Desde el mes de marzo aumentó la temperatura a 28°C alcanzando la máxima en julio y agosto en 30°C. A partir del mes de octubre, la temperatura decreció a 25°C y la última masa de huevos fue observada en este mes.

El fotoperíodo estuvo entre 10.56 y 13.2 con un promedio de 11.8±0.83 horas luz/día (Fig. 2). Todos los individuos en cópula se

observaron en fotoperíodo entre 11.5 y 12 horas luz/día, mientras que el desove se observó con fotoperíodo promedio de 12 horas luz/día.

El índice de correlación entre la temperatura y cópula fue de $r = 0.723$ ($f = 11.05$, $p < 0.01$); entre la temperatura y la presencia de masas de huevos fue de $r = 0.736$ ($f = 11.821$, $p < 0.1$) (Cuadro 2). Por otra parte, se estimó una correlación positiva entre la cópula y el fotoperíodo ($r = 0.857$, $f = 27.78$, $p < 0.01$), al igual que entre la categoría masas de huevos con el fotoperíodo ($r = 0.782$, $f = 15.77$, $p < 0.01$) (Cuadro 2).

DISCUSIÓN

El período de reproducción es confundido frecuentemente con la actividad reproductiva, siendo que el primero requiere ser observado histológicamente y el segundo se registra a simple vista. La actividad reproductiva de *S. gigas* en las categorías observadas dentro del Arrecife Alacranes, comienza a finales del mes de febrero y termina a mediados del mes de octubre. El período de reproducción, más amplio (apareo hembras desovando y masas de huevos), es reportado por Cruz (1986) y por Corral y Ogawa (1987) para Banco Chinchorro, Quintana Roo, el cual es durante todo el año. El período más corto, de mayo a septiembre, se reportó para la Florida (D'Asaro, 1965).

La actividad reproductiva de *S. gigas* en el Arrecife Alacranes, comienza con la elevación de la temperatura. Los resultados coinciden con lo reportado para Los Roques, Venezuela (Brownell 1977, Weil y Laughlin 1994) y por Stoner *et al.* (1992), para Bahamas. En el Arrecife Alacranes, la actividad reproductiva se intensifica con el aumento de la temperatura hasta alcanzar la mayor actividad durante el período cálido, declinando con la disminución de la temperatura. Brownell (1977), sugirió que la declinación de la temperatura, en el mes de noviembre y diciembre, es la responsable de la terminación del desove en Los Roques. Stoner *et al.* (1992) en Bahamas encuentra que el desove finaliza cuando la temperatura de fondo comienza a declinar de 28.6°C a finales de septiembre a 25.1°C en diciembre. En este estudio, el desove termina con la disminución

de la temperatura de 30°C en octubre a 24°C en noviembre. Por otro lado, la cópula decreció entre septiembre y octubre a una temperatura promedio de 30°C.

Stoner *et al.* (1992), mencionan que al igual que la temperatura, el fotoperíodo puede influir en la actividad reproductiva de *S. gigas*. En este estudio el aumento y la disminución de la temperatura fueron posteriores al aumento y disminución del fotoperíodo respectivamente; se correlacionan positivamente la actividad reproductiva y masas de huevos encontradas, con el fotoperíodo.

AGRADECIMIENTOS

A los laboratorios de Biología Marina e Ictiología por el apoyo económico, de su personal, material y equipo del CINVESTAV IPN, Unidad Mérida. Al Centro Regional de Investigaciones Pesqueras de Yucalpetén por el apoyo técnico, material y equipo de navegación y buceo. A la Secretaría de Marina por la aportación de la embarcación "Río Tonalá" y del personal de tierra y a bordo. A los proyectos CEE 0422 MEJR por su apoyo económico. Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo con la beca para Doctorado en Ciencias No. 96054. Al programa CYTED II-7. Los autores desean manifestar su agradecimiento a Victoria Patiño Suárez y Teresa Colás Marrufo por el apoyo técnico recibido en los laboratorios de Biología Marina e Ictiología, respectivamente.

RESUMEN

Se estudió la actividad reproductiva de *Strombus gigas* en las categorías apareo, desove, individuos solos y masas de huevos, en tres hábitats del Arrecife Alacranes, Yucatán, de febrero de 1999 a marzo del 2000. Se definieron tres sitios de muestreo previamente identificados como zonas de desove. En cada uno de los sitios se tendieron al azar, transectos de 100 x 10 m. Dentro del área del transecto, se contaron todos los individuos, los organismos en apareamiento, las hembras en desove, individuos solos y las masas de huevos. Se tomaron las medidas morfométricas de la lon-

gitud de la heliconcha y el grosor de labio para cada uno de los caracoles de la categoría individuos solos. En el período de estudio, la mayor densidad encontrada dentro de un mismo transecto (10 000 m²) fue en el sitio 2 con 87 individuos. El promedio de densidad (ind. m⁻²) fue de 0.004, 0.035 y .003 para los sitios 1, 2 y 3, respectivamente. Los organismos medidos presentaron un promedio de 220 mm de longitud de la concha y 16 mm de grosor de labio (N = 783). Para febrero de 1999, se encontró la primera hembra en desove en camas de arena con pastos. La máxima actividad reproductiva se observó en el sitio 2, con 8 apareamientos y 18 masas de huevos dentro del área del transecto, la mínima actividad reproductiva se observó en el sitio 3, donde sólo se observaron 2 masas de huevos. Se determina una correlación positiva entre la temperatura y la cópula ($r = 0.723$, $f = 11.05$, $p < 0.01$) y la temperatura y masas de huevos ($r = 0.736$, $f = 11.82$, $p < 0.1$). También se encontraron correlaciones directas entre el fotoperíodo y la cópula ($r = 0.857$, $f = 27.78$, $p < 0.01$) y entre el fotoperíodo y las masas de huevos ($r = 0.782$, $f = 15.77$, $p < 0.01$).

REFERENCIAS

- Appeldoorn, R.S. 1988. Age determination, growth, mortality and age of first reproduction in adult queen conch, *Strombus gigas* L., off Puerto Rico. Fish. Res. 6: 363-378.
- Appeldoorn, R.S. 1990. Fishing pressure and reproductive potential in strombid conchs: Is there a critical stock density for reproduction? Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle.
- Appeldoorn, R.S. 1994. Queen conch management and research: Status, needs and priorities, p. 301-319. In R.S. Appeldoorn & B. Rodríguez (eds.). *Strombus gigas* Queen conch, biology, fisheries and mariculture. Fund. Cient. Los Roques, Caracas, Venezuela.
- Appeldoorn, R.S., G.D. Dennis & O. Monterrosa-Lopez. 1987. Review of shared demersal resources of Puerto Rico and the Lesser Antilles region, p. 36-57. In R. Mahon (ed.). Report and proceedings of the expert consultation of shared fishery resources of the Lesser Antilles region. FAO Fish. Rep. 383.
- Bello-Pineda, J. 1998. Sistema de clasificación para los tipos de fondo del Arrecife Alacranes compatible con una imagen Landsat TM. Tesis de maestría, CINVES TAV-IPN Unidad Mérida, Mérida. 107 p.
- Berg, C.J. & D.A. Olsen. 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean, p. 421-442. In J.F. Caddy (ed.). Marine Invertebrate Fisheries. Their Assessment and Management. Wiley, U.S.A.
- Brownell, W.N. 1977. Reproduction, laboratory culture, and growth of *Strombus gigas*, *S. costatus* and *S. pugilis* in Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci. 27: 668-680.
- Brownell, W.N. & J.M. Stevely. 1981. The biology, fisheries, and management of the queen conch, *Strombus gigas*. Mar. Fish. Rev. 43: 1-12.
- Chakalall, R. & K. Cochrane. 1997. The queen conch fishery in the Caribbean: An approach to responsible fisheries management. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 49: 531-554.
- Corral, J.L. & J. Ogawa 1987. Cultivo masivo de larvas de caracol *Strombus gigas* en estanques de concreto. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 38: 345-351.
- Cruz, R.C. 1986. Avances en la experimentación de producción masiva de caracol en Quintana Roo, México. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 37: 12-20.
- 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. & 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. Hesse & G. Hodgkins. 1987. Commercial hatchery produced queen conch, *Strombus gigas*, seed for the research and grow-out market. Proc. Gulf Carib. Fish. Inst. 38: 326-335.
- Egan, D.B. 1985. Aspects of the reproductive biology of *Strombus gigas*. Tesis de maestría, Univ. de Columbia Británica. 147 p.
- Hildebrand, H.H., H. Chávez & H. Compton. 1964. Aporte al conocimiento de los peces de Arrecife Alacranes, Yucatán, México. Ciencia 23: 107-134.
- Lagos, A. 1994. Algunos aspectos biológicos y pesqueros del caracol pala *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 en el Archipiélago de San Bernardo y ensayos sobre su cultivo en laboratorio. Tesis profesional, Univ. Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Pérez-Pérez, M. & D. Aldana-Aranda. 2000. Distribución, abundancia, densidad y morfometría de *Strombus gigas* (Mesogasteropoda: Strombidae) en el Arrecife Alacranes, Yucatán, México. Rev. Biol. Trop. 48 (Supl. 1): 51-57.
- Randall, J.E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci. Gulf Carib. 14: 246-295.

- Robertson, R. 1959. Observations on the spawn and veligers of conchs (*Strombus*) in the Bahamas. Proc. Malac. Soc. London 33: 164-171.
- Stoner, A.W. & K.C. Schwarte. 1994. Queen conch, *Strombus gigas*, reproductive stocks in the central Bahamas: Distribution and probable sources. Fish. Bull. 92: 171-179.
- Stoner, A.W., V.J. Sandt & I.F. Boidron-Metairon. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch *Strombus gigas*. Fish. Bull. 90: 161-170.
- Weil, E. & R.A. Laughlin. 1994. Laboratory culture of *Strombus gigas* L. in the Dos Mosquises Marine Station, Los Roques National Park, Venezuela: Final results, p. 275-294. In R.S. Appeldoorn & B. Rodríguez. (eds.). *Strombus gigas* Queen Conch Biology, Fisheries and Mariculture. Fund. Cient. Los Roques, Caracas, Venezuela.
- Wilkins, R.M., M-H. Goodwin & D.M. Reid. 1987. Research applied to conch resource management in St. Kitts/Nevis. Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst. 38: 370-375.