

Abundancia Espacio-temporal de Larvas de *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) en el Sistema Arrecifal Mesoamericano

Spacio-temporal Abundance of *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) Larvae in the Mesoamerican Reef System

L'abondance spatio-temporelle des Larves de *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) dans le Recife Mesoamerican

JOSÉ FRANCISCO CHÁVEZ VILLEGAS*, MARTHA ENRÍQUEZ DÍAZ, y DALILA ALDANA ARANDA
*Laboratorio de Biología y Cultivo de Moluscos, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional,
Unidad Mérida (CINVESTAV), Carretera Antigua a Progreso, Km. 6, A.P. 73 Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México.*
**jchavez@mda.cinvestav.mx. menriquez@mda.cinvestav.mx. daldana@mda.cinvestav.mx.*

RESUMEN

Cinco sitios del Sistema Arrecifal Mesoamericano (México: Puerto Morelos, Xel-Há, Sian Ka'an, Mahahual y para Belice: San Pedro), fueron estudiados de enero a diciembre de 2008, con la finalidad de conocer la variación espacio-temporal de la abundancia larval de *Strombus gigas* (Linnaeus, 1758) a nivel región. Se efectuaron arrastres de plancton por triplicado, empleándose una red cónica de 300 µm de luz de malla. Las muestras fueron fijadas en formol salino al 4%. La identificación se realizó de acuerdo a Davis et al. (1993). En cada sitio de muestreo se registró temperatura (°C), salinidad (‰) y oxígeno disuelto (mg/L). La abundancia larval de *S. gigas* fue diferente entre localidades, siendo Puerto Morelos la que presentó el mayor valor (0.47 ± 1.21 larvas/10 m³). Se observaron dos picos de abundancia en abril (2.17 ± 1.63 larvas/10 m³) y de agosto a septiembre (1.81 ± 1.13 y 1.81 ± 3.14 larvas/10 m³, respectivamente). La correlación entre densidad y parámetros fisicoquímicos mostró asociación significativa con la salinidad ($r: 0.6307$). Las tallas no presentaron variación temporal significativa ($p: 0.3176$), pero sí espacial ($p: 0.0098$). El 98.82% de las larvas tuvieron una talla entre 150 - 450 µm (recién eclosionadas), de esta manera se puede considerar al SAM como sitio fuente de larvas.

PALABRAS CLAVE: Abundancia larval, *Strombus gigas*, Sistema Arrecifal Mesoamericano

INTRODUCCIÓN

El Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) se extiende entre México, Belice, Guatemala y Honduras, en él se encuentran 60 Áreas Naturales Protegidas, que brindan protección a especies amenazadas, como es el caso de *Strombus gigas* (Semarnat 2010). *S. gigas* se distribuye en el SAM y Caribe, del sureste de Florida, al norte de Sudamérica, incluyendo las Antillas menores y Bermudas (Randall 1964, Stoner 1997).

Desde la década de los 80 se observó una disminución del 30% en la población de *S. gigas* en el Golfo de México y Mar Caribe (García Santaella 1992, de Jesús Navarrete 1999). Derivado de esta problemática, se han realizado esfuerzos para la aplicación del cultivo larval de *S. gigas*, con la finalidad de repoblar los bancos afectados por el esfuerzo pesquero (Brownell et al. 1977).

Considerando las limitaciones para obtener larvas en el laboratorio, la colecta de larvas del medio natural representa una opción viable, de esta manera nace la inquietud por realizar estudios destinados a identificar la distribución y abundancia larval de esta especie en el mar Caribe, especialmente en la Península de Yucatán.

Los estudios de abundancia larval de *S. gigas* inician en los 90, habiéndose estudiado Bahamas (Chaplin y Sandt 1992, Stoner y Davis 1997 a y b), Florida (Stoner et al. 1997, Delgado et al. 2008), México (de Jesús Navarrete 1999, de Jesús Navarrete y Aldana Aranda 2000, Oliva Rivera y de Jesús Navarrete 2000, de Jesús Navarrete 2001, Pérez Pérez et al. 2003, de Jesús Navarrete y Pérez Flores 2007, Aldana Aranda y Pérez Pérez 2007, Pacheco Archundia 2007, Bravo Castro 2009), Venezuela (Posada 2003) y Puerto Rico (Appeldoorn 1993).

La mayoría de los estudios de abundancia larval se han realizado de forma puntual, a excepción del trabajo de Pérez Pérez et al. (2003), quienes estudiaron la distribución larval a lo largo de la Península de Yucatán, por esta razón, el objetivo del presente estudio es conocer la abundancia espacio-temporal de larvas de *S. gigas* a nivel regional en el SAM.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

De enero a diciembre de 2008 se realizaron muestreos en cinco sitios del Sistema Arrecifal Mesoamericano: México (Puerto Morelos: 20°49'21"-20°51'21"N y 86°51'50"-86°52'45"W; Xel-Há: 20°18'51"-20°19'00"N y 87°21'20"-87°21'25"W; Sian Ka'an: 19°44'28"-20°00'58"N y 87°27'10"-87°28'10"W; Mahahual: 18°42'15"-18°42'57"N y 87°42'10"-87°42'30"W) y Belice (San Pedro: 17°50'44"-18°06'41"N y 87°50'09"-88°01'14") (Figura 1).

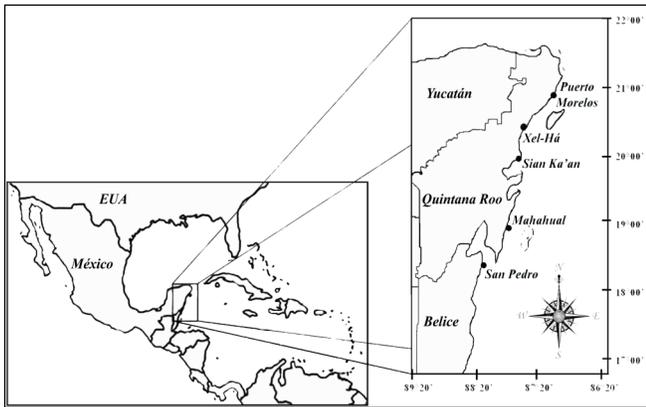


Figura 1. Área de estudio en el Sistema Arrecifal Mesoamericano: México: Puerto Morelos, Xel-Há, Sian Ka'an y Mahahual; Belice: San Pedro.

Análisis de Muestras

Mensualmente se efectuaron arrastres de plancton (n:3) en cada sitio de muestreo empleando una red cónica de 300 μm de abertura de malla. En cada sitio de muestreo se registró temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinidad ($^{\circ}/_{00}$) y oxígeno disuelto (mg/L). Las muestras obtenidas fueron fijadas en formol salino al 4%. En el laboratorio se separaron las larvas de gasterópodos del plancton. Las larvas de *S. gigas* fueron identificadas y clasificadas de acuerdo a su talla (longitud sifonal: μm) en base a Davis et al. (1993). El número de larvas registradas fue estandarizado para obtener la densidad larval (larvas/10 m^3).

Análisis Estadístico

Se calculó media y desviación estándar para los parámetros fisicoquímicos, abundancia, densidad larval y tallas. Análisis de varianza de una vía ($p_{\alpha 0.05}$) fue empleado para conocer la variación espacio-temporal de la abundancia larval, tallas y parámetros fisicoquímicos. Se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) para conocer la variación de la abundancia larval entre sitios y la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$) para evaluar la variación de las tallas entre localidades. Se realizó un análisis de correlación (*Spearman*) entre parámetros fisicoquímicos y densidad larval.

RESULTADOS

Parámetros Fisicoquímicos

La Tabla 1 muestra las medias anuales (n: 64) y valores de p para salinidad ($^{\circ}/_{00}$), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (O.D. mg/L), y densidad larval (larvas/10 m^3). La salinidad presentó variación significativa (Media: 5.6 ± 1.34 $^{\circ}/_{00}$, $p: < 0.0001$). La salinidad presentó 63% (r: 0.6307; $p: 0.0000016$) de asociación con la densidad larval, mientras que la temperatura y el oxígeno se asociaron en 38% y 22%, respectivamente.

Abundancia Espacial

En la Figura 2 se muestra el número total de larvas de *S. gigas* para las diferentes localidades. La mayor abundancia se presentó en Puerto Morelos, seguido de San Pedro y Sian Ka'an. El análisis de varianza de las medias de la abundancia presentó diferencias significativas ($p: 0.0242$). La prueba de Tukey mostró que Xel-Há y Puerto Morelos fueron estadísticamente distintos del resto de las localidades.

Abundancia Temporal

La Figura 3 muestra la abundancia larval de *S. gigas* en los meses de estudio. Se observaron larvas de abril a octubre, registrándose dos picos: abril y de agosto a septiembre. El ANOVA mostró diferencias significativas ($p: 0.0218$).

En el análisis, Puerto Morelos presentó la mayor abundancia larval (30 larvas: 0.47 ± 1.21 larvas/10 m^3), así como larvas en cuatro meses, mientras las otras localidades sólo en dos meses. La abundancia media larval presentó diferencias significativas entre meses para San Pedro y Sian Ka'an ($p: 0.0018$ y $p: < 0.0001$, respectivamente).

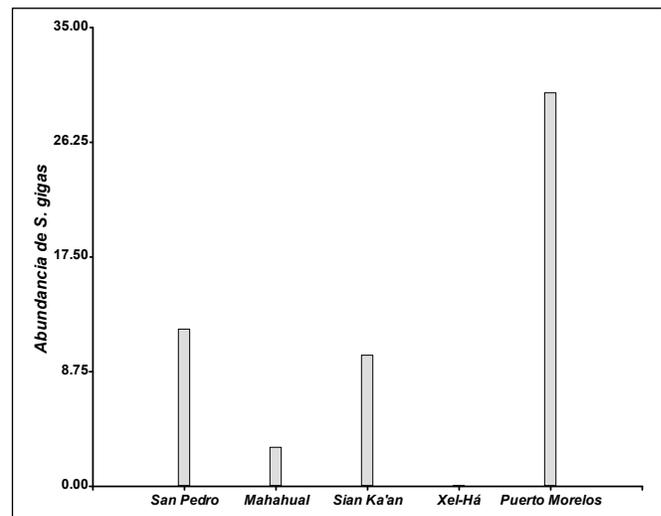


Figura 2. Abundancia de larvas de *S. gigas* (larvas/10 m^3) en el Sistema Arrecifal Mesoamericano.

Tabla 1. Medias y valor de probabilidad para salinidad (ppm), temperatura ($^{\circ}\text{C}$), oxígeno disuelto (mg/L) y densidad larval (larvas/10 m^3); n, número total de datos analizados; $p_{(\alpha 0.05)}$, valor de probabilidad del anova entre parámetro y localidades; r, coeficiente de correlación de Spearman. P: Valor de significancia entre parámetro fisicoquímico y densidad larval.

Parámetro	Media (n: 64)	$p_{(\alpha 0.05)}$	r
Salinidad ($^{\circ}/_{00}$)	5.60 ± 1.34	< 0.0001	0.6307
Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	26.85 ± 1.60	0.3499	0.3840
O. D. (mg/L)	32.70 ± 5.00	0.7557	0.2197
Larvas/10 m^3	0.17 ± 0.66	0.0244	1.0000

Estructura de Tallas

La talla media de larvas de *S. gigas* por localidad se presenta en la Figura 4, con tallas entre $285.00 \pm 58.55 \mu\text{m}$ (Sian Ka'an) y $396.67 \pm 46.19 \mu\text{m}$ (Mahahual). El análisis de varianza entre tallas y localidades presentó diferencias significativas ($p: 0.0098$). La prueba de Duncan mostró que Sian Ka'an es diferente de los otros sitios. No se presentó variación significativa en la talla media registrada entre meses ($p: 0.3176$). El 98.28% de las larvas observadas corresponden al estadio I ($150.00 - 450.00 \mu\text{m}$ de LS) (Tabla 2).

CONCLUSIÓN Y DISCUSIÓN

Se detectaron cuatro sitios con presencia de larvas de *Strombus gigas* en el Sistema Arrecifal Mesoamericano, asimismo, se observó mayor incidencia de larvas entre julio y septiembre para el total de los sitios con larvas de este gasterópodo. La abundancia larval media fue de en este estudio (0.17 ± 0.66 larvas/ $10 \cdot \text{m}^3$) fue dos veces menor a lo reportado por Pérez Pérez et al. (2003) para la Península de Yucatán.

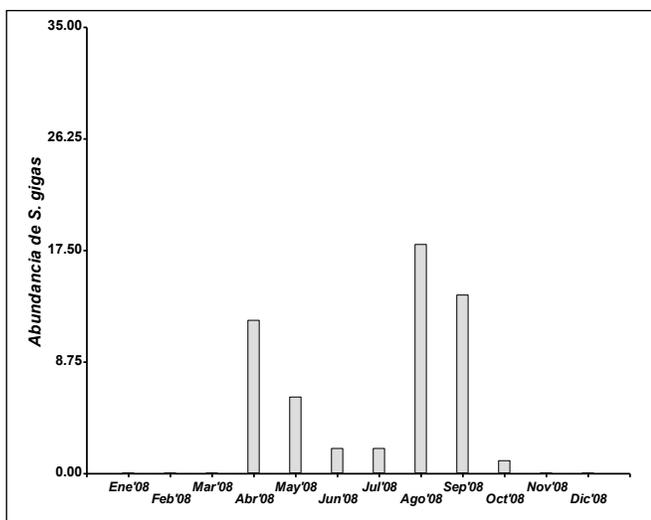


Figura 3. Abundancia de larvas de *S. gigas* (Larvas/ 10 m^3) en el tiempo.

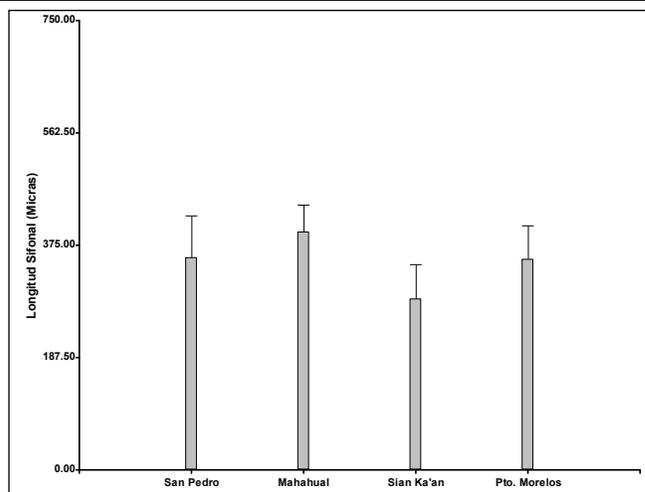


Figura 4. Tallas registradas en larvas de *S. gigas* (Longitud sifonal: μm) en el Sistema Arrecifal Mesoamericano.

Puerto Morelos fue la localidad con mayor abundancia, presentando valores similares a lo reportado por Bravo Castro (2009), pero mayor a lo reportado por Pérez Pérez et al. (2003) para el norte de Cozumel (0.02 ± 0.03 larvas/ $10 \cdot \text{m}^3$). Se registró la presencia de dos temporadas con presencia de larvas al norte del SAM, patrón similar al observado por Bravo Castro (2009) para la región.

Autores como de Jesús Navarrete (1999) y Pérez Pérez (2004) señalan no haber registrado relación entre la abundancia y parámetros fisicoquímicos, sin embargo señalan que la temperatura puede influir en la variación de la abundancia larval, en el presente estudio se observó que la salinidad fue el parámetro con mayor influencia sobre la abundancia larval de *S. gigas*.

El 98.82% de las larvas observadas en el ésta investigación correspondieron al estadio I (Davis et al. 1993), resultado similar al reportado para Banco Chinchorro (89.10%), Arrecife Alacranes (86.42%) y para el norte de Quintana Roo (96.16%) (de Jesús Navarrete y Aldana Aranda 2000, Aldana Aranda y Pérez Pérez 2007, Bravo Castro 2009), donde se señala que las larvas observadas

Tabla 2. Prueba de Tukey entre abundancia media larval de *S. gigas* y localidades; n_1 , número total de muestras. Prueba de Duncan entre talla media larval y localidades; n_2 , número de larvas; A y B, diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Localidad	Prueba Tukey (Abundancia)			Prueba Duncan (Tallas)		
	Media larvas $\cdot 10 \text{ m}^{-3}$	n_1	Grupos	Media μm	n_2	Grupos
Puerto Morelos	0.47 ± 1.21	35	A	351.33 ± 56.80	30	A
Xel-Há	0.00 ± 0.00	36	B	—	—	—
Sian Ka'an	0.15 ± 0.42	36	A B	285.00 ± 58.55	10	B
Mahahual	0.05 ± 0.20	36	A B	396.67 ± 46.19	3	A
San Pedro	0.22 ± 0.64	29	A B	353.75 ± 71.45	12	A

son provenientes de actividad reproductiva local (de Jesús Navarrete 1999), por dicha razón y basado en la clasificación de Stoner (1997), las localidades del el SAM (México y Belice) aquí estudiadas pueden ser consideradas como sitios fuente de larvas de *S. gigas* en la zona norte del Mar Caribe.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) por la beca N° 340911/240157 y al proyecto "Variación espacio temporal del patrón reproductivo del caracol rosado *Strombus gigas* en diferentes hábitats y su modelo biofísico de conectividad para el Caribe" (Clave: 50094), el cual financió esta investigación. Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida. A Manuel Sánchez Crespo por su apoyo en la colecta de muestras.

LITERATURA CITADA

- Aldana Aranda, D. and M. Pérez Pérez. 2007. Abundance and distribution of queen conch (*Strombus gigas*, Linné 1758) veligers of Alacranes Reef, Yucatan, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 26(1):59-63.
- Aldana Aranda, D. and V. Patiño Suárez. 1998. Overview of diets used in larviculture of three Caribbean conchs: Queen conch *Strombus gigas*, milk conch *Strombus costatus* and fighting conch *Strombus pugilis*. *Aquaculture* 167:163-178.
- Appeldoorn, R.S. [1993]. Reproduction, spawning potential ratio and larval abundance of queen conch off La Parguera, Puerto Rico. Report to Caribbean Fishery Management Council. Puerto Rico. 25 pp.
- Barile, P. J., A.W. Stoner, and C.M. Young. 1994. Phototaxis and vertical migration of the queen conch (*Strombus gigas*, Linné) veliger larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 183:147-162.
- Bravo Castro, M.H. 2009. Abundancia de larvas de Caracol rosa *Strombus gigas* en Quintana Roo. México. Tesis de Licenciatura, ITC, Yucatán, México. 47 pp.
- Brownell, W.N., C.J. Berg, Jr., and K.C. Haines. 1977. Fisheries and aquaculture of the conch, *Strombus gigas* in the Caribbean. *FAO Fisheries Report* 200:59-69.
- Chaplin, J. and V.J. Sandt. 1992. Vertical migration and distribution of queen conch veligers, a progress report. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 42:158-160.
- Davis, M., C.A. Bolton, and A.W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *Veliger* 36(3):236-244.
- de Jesús Navarrete, A. 1999. *Distribución y Abundancia de Larvas Velígeras de Strombus gigas en Banco Chinchorro Quintana Roo, México*. Tesis doctoral, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, México. 223 pp.
- de Jesús Navarrete, A. 2001. Distribución y abundancia de larvas velígeras de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro Quintana Roo, México. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 52:174-183.
- de Jesús Navarrete, A. and D. Aldana Aranda. 2000. Distribution and abundance of *Strombus gigas* veligers at six fishing sites on Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. *Journal of Shellfish Research* 19(2):891-895.
- de Jesús Navarrete, A. and M. Pérez Flores. 2007. Distribution and abundance of strombid larvae in the Bahía de la Ascension, Quintana Roo, Mexico. 2007. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* 58:411-416.
- Delgado, G.A., R.A. Glazer, D. Hawtof, D. Aldana Aranda, L.A. Rodríguez-Gil, and A. de Jesús Navarrete. 2008. Do queen conch (*Strombus gigas*) larvae recruiting to the Florida Keys originate from upstream sources? Evidence from plankton and drifter studies. Pages 29-41 in: R. Grober-Dunsmore and B.D. Keller (eds.) *Caribbean Connectivity: Implications for Marine Protected Area Management*. Proceedings of a Special Symposium, 9-11 November 2006, 59th Annual Meetings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, Belize City, Belize. Marine Sanctuaries Conservation Series ONMS-08-07. U.S. Department of commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, Office of National Marine Sanctuaries, Silver Spring, Maryland USA.
- García Santaella, E. 1992. Efecto de la dieta y la ración sobre el crecimiento de las larvas de *Strombus gigas* (Linné, 1756) hasta su asentamiento. Tesis de maestría, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Mérida, México. 90 pp.
- Oliva Rivera, J.J. y A. de Jesús Navarrete. 2000. Composición, distribución y abundancia de larvas de moluscos gástrópodos en el sur de Quintana Roo, México y norte de Belice. *Revista Biología Tropical* 48(4):77-83.
- Pacheco Archundia, V. 2007. Abundancia de larvas de Caracol rosa *Strombus gigas* en el área de Xcaret y Xel-Há, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura, Técnico de Estudios Superiores de Huixquilucán. 88 pp.
- Pérez Pérez, M. 2004. *Segregación de la Población de Strombus gigas del Arrecife Alacranes con Respecto a las Poblaciones del Norte de Yucatán y el Caribe Mexicano* Tesis de Ph.D., CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. Mérida, Yucatán, México.
- Pérez Pérez, M., D. Aldana Aranda, y V. Patiño Suarez. 2003. Abundancia de larvas de *Strombus* en la costa norte de la Península de Yucatán, México. Páginas 81-87 en: D. Aldana Aranda (ed.) *El Caracol Strombus gigas: Conocimiento Integral para su Manejo Sustentable en el Caribe*. CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Yucatán, México.
- Posada, J.M. 2003. Potencial para el transporte y retención de larvas de *Strombus gigas Linnaeus, 1758* (Gastropoda: Caenogastropoda: Strombidae) en el Parque Nacional Archipiélago de los Roques, Venezuela. Páginas 89-97 en: D. Aldana Aranda (ed.) *El Caracol Strombus gigas: Conocimiento Integral para su Manejo Sustentable en el Caribe*. CYTED. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Yucatán, México. pp. 89-97.
- Randall, J.E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. *Bulletin of Marine Science* 14(2):246-295.
- Semarnat. 2010. Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (<http://portal.semarnat.gob.mx/sitioantiguo/presenciainternacional-fronterasur/Paginas/SistemaArrecifalMesoamericano.aspx>).
- Stoner, A.W. 1997. The status of queen conch *Strombus gigas* research in the Caribbean. *Marine Fisheries Review* 1997:14-22 pp.
- Stoner, A.W. y M. Davis. 1997a. Abundance and distribution of queen conch veligers (*Strombus gigas*, Linné) in the central Bahamas. I. Horizontal patterns in relation to reproductive and nursery grounds. *Journal of Shellfish Research* 16(1):7-18.
- Stoner, A. W. y M. Davis. 1997b. Abundance and distribution of queen conch veligers (*Strombus gigas*, Linné) in the central Bahamas. II. Vertical patterns in nearshore and deep-water habitats. *Journal of Shellfish Research* 16(1):19-29.
- Stoner, A.W., N. Mehta y T.N. Lee. 1997. Recruitment of *Strombus* veligers to the Florida keys reef tract: Relation to hydrographic events. *Journal of Shellfish Research* 16(1):1-6.
- Stoner, A.W., V.J. Sandt y I.F. Boidron-Metairon. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch, *Strombus gigas*. *Fishery Bulletin U.S.* 90:161-170.