

Abundancia y distribución de larvas de *Strombus gigas* (*Mesogastropoda: Strombidae*) durante el período reproductivo de la especie en el Caribe Mexicano

José Francisco Chávez Villegas¹, Martha Enríquez Díaz¹, Jorge Arturo Cid Becerra² & Dalila Aldana Aranda¹

1. Laboratorio de Biología y Cultivo de Moluscos. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Unidad Mérida, Carretera Antigua a Progreso, Km. 6, A.P. 73 Cordemex, C.P. 97310, Mérida, Yucatán, México. Tel. +52(999)9429400 ext. 2538; jchavez@mda.cinvestav.mx, menriquez@mda.cinvestav.mx & daldana@mda.cinvestav.mx
2. Laboratorio de Ecología Costera. Universidad de Occidente, Unidad Los Mochis, Blvd. Macario Gaxiola y Carretera Internacional s/n, A.P. 936, C.P.81223, Los Mochis, Sinaloa, México; jcid@mochis.udo.mx

Recibido 14-VII-2011. Corregido 20-X-2011. Aceptado 20-XII-2011.

Abstract: Abundance and distribution of *Strombus gigas* (*Mesogastropoda: Strombidae*) larvae during their reproductive period in the Mexican Caribbean. The Queen Conch (*Strombus gigas* Linnaeus, 1758) is a species of economic importance in the Caribbean Sea, which, in the 1980's represented the second fishery after de spiny lobster, reason that is currently in a state of overfishing. In order to determine the larval abundance variation during the reproductive season, four locations of the Mexican Caribbean "MC" (Mexico: Puerto Morelos, Sian Ka'an, Mahahual; Belize: San Pedro) were sampled. Monthly, from May to October 2008, planktonic net drags (300µm) were carried out at each location. Temperature (°C), salinity (ppm) and dissolved oxygen (mg L⁻¹) were recorded for each site. A mean larval density of 0.34±0.87 (larvae 10 m⁻³) was registered between locations, with a peak in August and September (0.82±1.00 and 0.76±1.68 larvae 10m⁻³, respectively). The larval density was 60% correlated with salinity (r=0.6063, p<0.05). A one-way ANOVA showed significant statistical larval density in time (p<0.05) and space (p<0.05), where Puerto Morelos displayed the higher records during the study (0.54±1.49 larvae 10m⁻³). An average larval size of 332.44±59.66µm was recorded. Larval sizes differed significantly between locations (p<0.05), but not considering months (p>0.05). A 100% of the captured larvae correspond to stage I, showing local reproductive activity, that might indicate the sampled sites in the MC are a source of larvae to *S. gigas*. Rev. Biol. Trop. 60 (Suppl. 1): 89-97. Epub 2012 March 01.

Key words: Reproductive season, larval densities, *Strombus gigas*.

El Caracol rosa *Strombus gigas* (L.) se distribuye en el Mar Caribe del sureste de Florida al norte de Sudamérica, incluyendo las Antillas menores y Bermudas (Randall 1964, Stoner 1997). En el Caribe, la duración de la temporada reproductiva presenta un periodo de 5 meses observado en Bermuda (Berg & Olsen 1989) a 12 meses reportado en México (Corral & Ogawa 1987), con mayor incidencia de mayo a octubre (de Jesús Navarrete 1999, Aldana Aranda & Pérez Pérez 2007; de Jesús Navarrete & Pérez Flores 2007, Bravo Castro 2009).

La larva veliger de *S. gigas* tiene un lapso de desarrollo de 21-30 días (Davis *et al.* 1993, Aldana Aranda & Patiño Suárez 1998). Los estudios de abundancia larval de *S. gigas* inician en los 90, citándose los países de Bahamas (Chaplin & Sandt 1992, Stoner & Davis 1997a, Stoner & Davis 1997b), Florida (Stoner *et al.* 1997, Delgado *et al.* 2008), México (de Jesús Navarrete 1999, de Jesús Navarrete & Aldana Aranda 2000, Oliva Rivera & de Jesús Navarrete 2000, de Jesús Navarrete 2001, Pérez Pérez *et al.* 2003, de Jesús Navarrete & Pérez

Flores 2007, Aldana Aranda & Pérez Pérez 2007, Pacheco Archundia 2007, Bravo Castro 2009), Venezuela (Posada 2003) y Puerto Rico (Appeldoorn 1993).

La mayoría de estos estudios se han realizado de forma puntual, así como en un ciclo anual, y unos pocos han sido realizados durante la temporada reproductiva de esta especie (Stoner & Davis 1997a, Stoner & Davis 1997b, Stoner *et al.* 1997) mientras que regionalmente se cita sólo un trabajo para el norte de la Península de Yucatán (Pérez Pérez *et al.* 2003), en razón de ello, se propuso esta investigación, cuyo objetivo fundamental es el conocimiento de la distribución y abundancia espacio-temporal de larvas de *S. gigas*, en cuatro localidades del Caribe Mexicano (CM) durante la temporada reproductiva de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio: De mayo a octubre de 2008 se realizaron muestreos mensuales en cuatro sitios del Caribe Mexicano: México (Puerto Morelos: 20°49'21"-20°51'21"N, y 86°51'50"-86°52'45"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") (Fig. 1).

Análisis de muestras: Se efectuaron arrastres de plancton (n=3) en cada sitio de muestreo desde una embarcación con motor fuera de borda a una velocidad constante de 5m min⁻¹, con una duración de 5 minutos y a una profundidad máxima de 1m de la línea costera hacia la barrera arrecifal. Se utilizó una red cónica de 30cm de diámetro de boca, 1.5m de largo y una abertura de malla de 300µm. Se empleó un flujómetro *General Oceanics* para conocer el volumen colectado en cada muestra. En cada sitio de muestreo se registró temperatura (°C), salinidad (‰) y oxígeno disuelto (mg L⁻¹) con un medidor YSI 85. Las muestras obtenidas fueron fijadas en formol salino al 4% y llevadas al laboratorio para su posterior análisis e identificación. Las larvas de gasterópodos fueron separadas del plancton y preservadas en alcohol al 70%. Las larvas de *S. gigas* se identificaron y clasificaron en clases de tallas de acuerdo a Davis *et al.* (1993). Se midió la longitud sifonal (µm), empleándose un micrómetro ocular instalado en el objetivo 10x de un microscopio Carl Zeiss AxioStar Plus. El

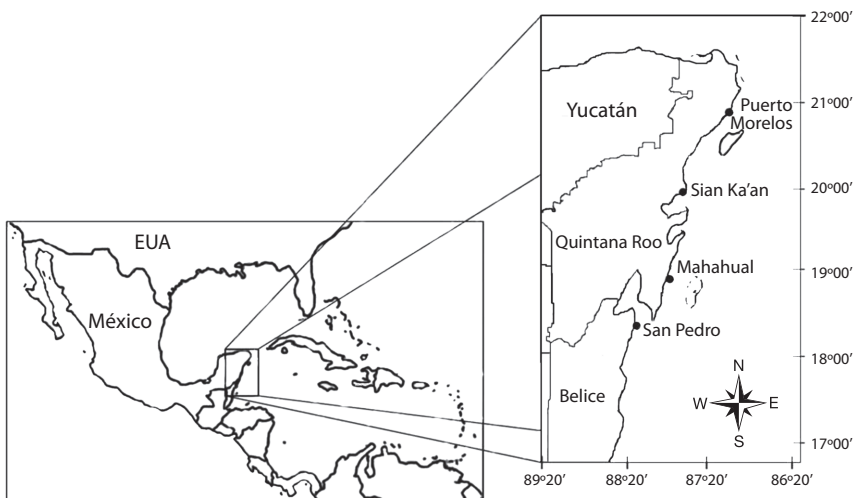


Fig. 1. Área de estudio. / Fig. 1. Study area.

número de larvas registradas fue estandarizado para obtener la densidad larval (larvas 10m⁻³).

Análisis estadístico: Se calculó media y desviación estándar para los parámetros fisicoquímicos, densidad larval y tallas. Análisis de varianza de una vía ($p_{\alpha 0.05}$) (Sokal y Rohlf 1995) fue empleado para conocer la variación espacio-temporal de densidad 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. Los análisis se realizaron en InfoStat/ Profesional Versión 1.1.

RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos: La salinidad ($n=12$) no presentó variación significativa en el período de estudio (Media: 34.82 ± 0.82 ppm, $p=0.2870$). La densidad larval presentó 60% de asociación con la salinidad ($r=0.6063$; $p=0.0036$), mientras que temperatura y oxígeno disuelto se asociaron en 16% y 9%, respectivamente (Cuadro 1).

Abundancia espacial: En la Figura 2 se muestra la densidad larval de *S. gigas* para las

diferentes localidades. La mayor abundancia media se presentó en Puerto Morelos, seguido de San Pedro y Sian Ka'an (0.54 ± 1.38 , 0.47 ± 0.88 y 0.30 ± 0.57 larvas 10m⁻³, respectivamente). El análisis de varianza de las medias de la abundancia presentó diferencias significativas ($p=0.0439$). El Cuadro 2 muestra los resultados de la prueba de Tukey, observándose que Puerto Morelos fue estadísticamente diferente del resto de las localidades.

Abundancia temporal: La Figura 3 muestra la densidad larval de *S. gigas* para los meses analizados. En general, se observó la presencia de larvas de mayo a octubre, con mayor abundancia de agosto a septiembre (0.82 ± 1.00 y 0.76 ± 1.68 larvas 10m⁻³, respectivamente). El ANOVA mostró diferencias significativas ($p=0.0105$). La Figura 4 muestra la densidad media larval para las diferentes localidades en el tiempo. En Puerto Morelos se observó larvas en tres meses, mientras que las otras localidades sólo en dos meses. Se observaron dos períodos de abundancia larval sólo para Puerto Morelos. Septiembre presentó la mayor incidencia de larvas ($n=3$ larvas), seguido de agosto ($n=2$ larvas).

Tallas de larvas de *S. gigas*: La talla media de larvas de *S. gigas* por localidad se presenta en la Figura 5a, con tallas entre $285.00 \pm 58.55 \mu\text{m}$ (Sian Ka'an) y $396.67 \pm 46.19 \mu\text{m}$ (Mahahual).

CUADRO 1

Medias y valor de probabilidad para salinidad (ppm), temperatura (°C), oxígeno disuelto (mg·l⁻¹) y densidad larval (larvas·10m⁻³); n, número 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

TABLE 1

Means and probability value for salinity (ppm), temperature (°C), dissolved oxygen (mg·l⁻¹) and larval density (larvae·10m⁻³); n, number of analyzed data; $p_{(\alpha 0.05)}$; ANOVA probability value between parameters and localities; r: Spearman correlation coefficient. P: value of significance between physicochemical parameters and larval density

Parámetro	Localidades				Media (n: 12)	$P_{(\alpha 0.05)}$	R	P
	Puerto Morelos	Sian Ka'an	Mahahual	San Pedro				
ppm	35.03 ± 0.085	35.00 ± 0.00	35.00 ± 0.00	34.25 ± 1.6	34.82 ± 0.82	0.2870	0.6063	0.0036
°C	27.5 ± 1.12	27.77 ± 1.29	28.18 ± 1.57	27.89 ± 0.80	27.83 ± 1.17	0.8138	0.1604	0.4416
mg·L ⁻¹	5.20 ± 1.48	4.98 ± 1.20	5.60 ± 1.20	5.17 ± 1.49	5.24 ± 1.41	0.9074	0.0920	0.6592
larvas·10m ⁻³	0.54 ± 1.38	0.30 ± 0.57	0.09 ± 0.28	0.47 ± 0.88	0.34 ± 0.87	0.0105	1.0000	1.0000

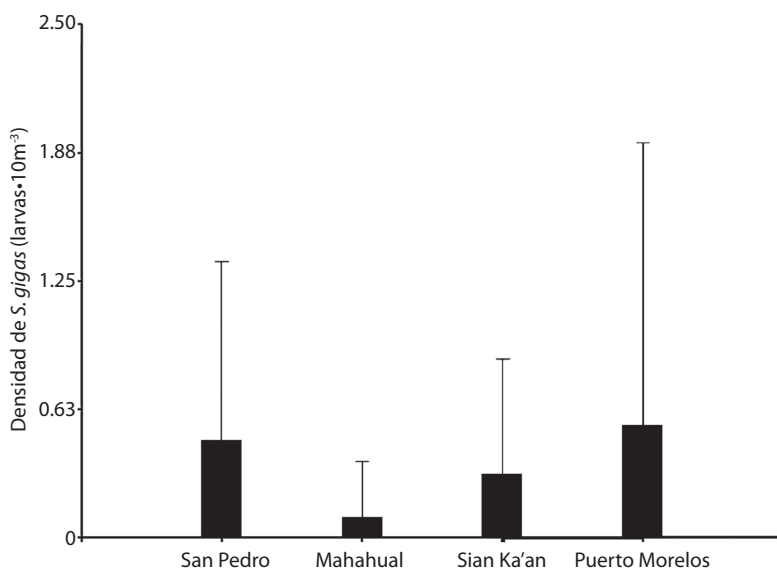


Fig. 2. Densidad larval (larvas·10m⁻³) entre localidades.

Fig. 2. Larval density (larva·10m⁻³) between locations.

CUADRO 2

Prueba de Tukey entre abundancia media larval de *S. gigas* y localidades; n₁, número total de muestras.
Prueba de Duncan entre talla media larval y localidades; n₂, número de larvas; A y B, diferencias significativas (p ≤ 0.05)

TABLE 2

Tukey test between mean abundance of larval *S. gigas* and localities, n₁, number of samples.
Duncan test between average larval size and locations, n₂, number of larvae, A and B, significant differences (p ≤ 0.05)

Localidad	Prueba de Tukey Abundancia media larval			Prueba de Duncan Talla media		
	Media larvas·10m ⁻³	n ₁	Grupos	Media μm	n ₂	Grupos
Puerto Morelos	0.54 ± 1.38	18	A	333.89 ± 32.38	30	A
San Pedro	0.47 ± 0.88	18	B	353.75 ± 71.45	12	A
Sian Ka'an	0.30 ± 0.57	18	B	285.00 ± 58.55	10	B
Mahahual	0.09 ± 0.28	18	B	396.67 ± 46.19	3	A

El análisis de varianza entre tallas y localidades presentó diferencias significativas (p=0.0060). La prueba de Duncan mostró que Sian Ka'an difiere de los otros sitios al presentar larvas de menor talla (Cuadro 2). En la Figura 5b se presenta la talla media en el tiempo. No se registró variación significativa entre meses (p=0.6989). El 100.00% de las larvas observadas corresponden al estadio I (150.00-450.00μm de LS).

DISCUSIÓN

Randall (1964), Weil y Laughlin (1984) y Stoner *et al.* (1996), señalan que el inicio de la actividad reproductiva de *S. gigas* está controlado por la temperatura, asimismo de Jesús Navarrete (1999) señala que este parámetro determina la puesta de masas de huevo, el tiempo de maduración de los embriones,

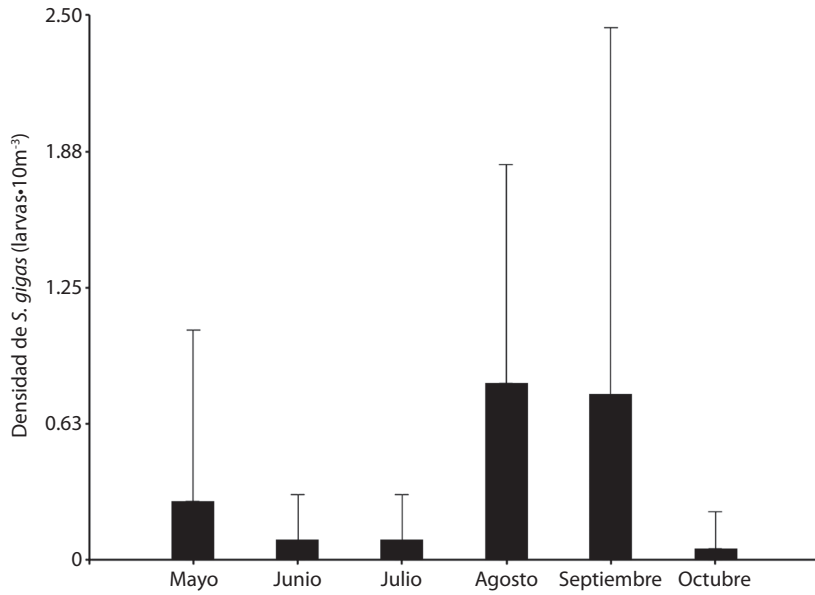


Fig. 3. Densidad larval (larvas·10m⁻³) entre meses.
Fig. 3. Larval density (larvae·10m⁻³) between months.

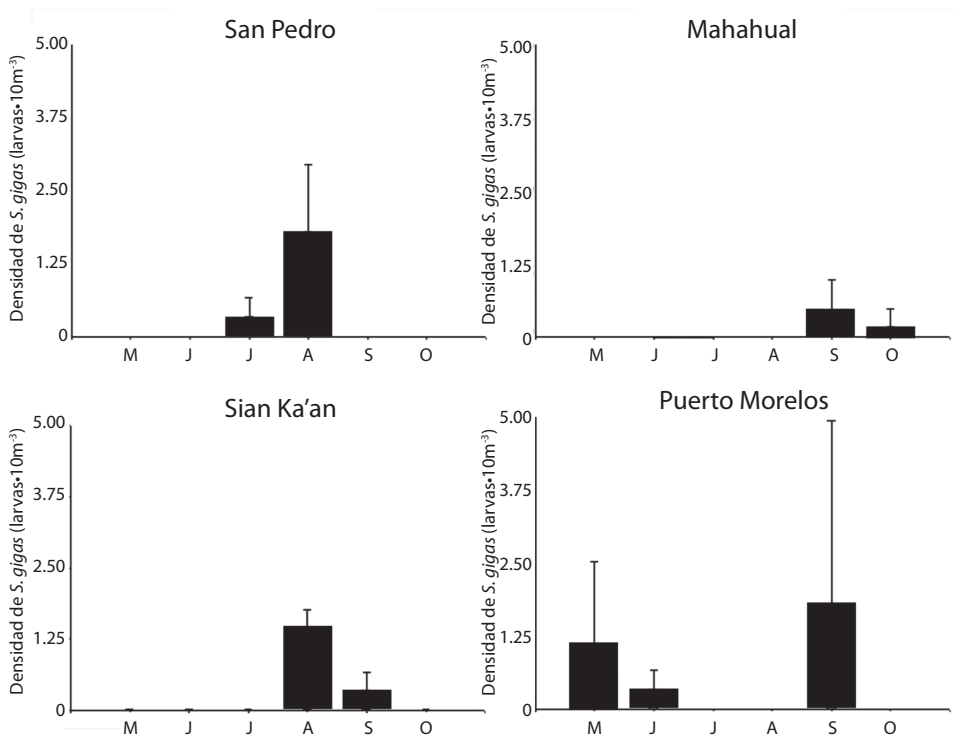


Fig. 4. Densidad larval (larvas·10m⁻³) entre meses por localidad de estudio.
Fig. 4. Larval density (larvae·10m⁻³) between months by study site.

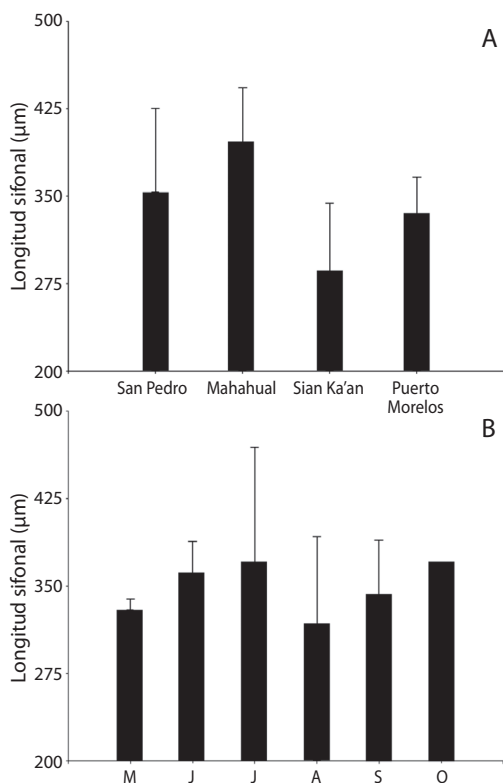


Fig. 5. Tallas medias de longitud sifonal (μm) registradas: (A) por localidades de estudio; (B) entre meses (M, J, J, A, S y O).

Fig. 5. Mean siphonal length (μm) recorded: (A) by sampling localities; (B) between months (M, J, J, A, S and O).

las tasas de crecimiento de las velígeras y su tiempo de residencia en la columna de agua. Stoner *et al.* (1992) y Barile *et al.* (1994) señalan que la abundancia larval de *S. gigas* está asociada a la temperatura y al fotoperiodo. Contrariamente, de Jesús Navarrete (1999) no registró relación entre la abundancia y la temperatura, salinidad y el oxígeno disuelto. En el presente estudio la prueba de Spearman entre abundancia larval y temperatura mostró 16% de asociación, observándose mayor correlación con la salinidad (60%).

En cuanto a la abundancia larval, los mayores registros han sido para el Arrecife Alacranes con 3.40 ± 6.73 larvas 10m^{-3}

(Aldana Aranda & Pérez Pérez 2007), seguido por Bahamas con 1.44 ± 1.80 larvas 10m^{-3} (Stoner & Davis, 1997b). Los registros más bajos están reportados para la Bahía de la Ascensión con 0.02 ± 0.07 larvas 10m^{-3} (de Jesús Navarrete & Pérez Flores 2007). En este estudio para el SAM, la abundancia larval media fue de 0.34 ± 0.87 larvas 10m^{-3} ($n=64$), valor similar a lo reportado por Pérez Pérez *et al.* (2003) para la Península de Yucatán (0.34 ± 0.87 larvas 10m^{-3}). Puerto Morelos fue la localidad con mayor abundancia, presentando valores menores a los reportados por Bravo Castro (2009), pero mayores a los observados por Pérez Pérez *et al.* (2003) para el norte de Cozumel (1.03 ± 1.16 y 0.02 ± 0.03 larvas 10m^{-3} , respectivamente).

Respecto a la abundancia larval temporal reportada en la literatura, los autores registran larvas durante todo el año, con mayor incidencia de junio a agosto (4.70 ± 7.03 - 17.80 ± 24.77 larvas 10m^{-3}) (Appeldoorn 1993, Stoner *et al.* 1997, Stoner & Davis 1997a, b, Aldana Aranda & Pérez Pérez 2007, de Jesús Navarrete & Pérez Flores 2007). Mientras febrero y diciembre presentan las más bajas densidades (0.70 ± 0.38 y 0.81 ± 0.31 larvas 10m^{-3}) (Aldana Aranda & Pérez Pérez 2007). En este estudio se observaron larvas de mayo a octubre, donde la mayor densidad (0.76 ± 1.68 larvas 10m^{-3}) correspondió a septiembre, coincidiendo con los estudios realizados por Pérez Pérez (2004) y Bravo Castro (2009) para esta región. De acuerdo a los estudios realizados en 2005 por Bravo Castro (2009) y los resultados del presente trabajo, en Puerto Morelos se observa la presencia de dos ciclos con presencia de larvas (mayo y agosto-septiembre), sin embargo, de 2005 a 2008 se ha observado que la abundancia larval para esta localidad ha disminuido de 1.03 ± 1.16 a 0.54 ± 1.38 larvas 10m^{-3} .

Las tallas de larvas registradas en el presente estudio oscilaron entre 285.00 ± 58.55 y $396.67 \pm 46.19 \mu\text{m}$, donde el 100.00% de las larvas correspondió al estadio I, de acuerdo a la clasificación de Davis *et al.* (1993). Resultado que es similar a los registrados para Banco Chinchorro (89.10%) por de Jesús Navarrete & Aldana Aranda (2000), para el

Arrecife Alacranes (86.42%) por Aldana Aranda & Pérez Pérez (2007) y para el norte de Quintana Roo (96.16%) por Bravo Castro (2009). De acuerdo a la clasificación de Stoner (1997), las localidades del presente trabajo son sitios fuente, con larvas provenientes de reproductores locales.

La distribución de *S. gigas* en su fase larval está regida por las corrientes superficiales, de Jesús Navarrete (1999) señala que existe dependencia del flujo larval en el Caribe, pudiendo la larva de *S. gigas* ser transportada desde sitios ubicados en Belice y México hasta Florida al presentarse corrientes de 0.8 m.s⁻¹. En el Caribe se ha registrado un patrón de circulación de sur a norte con deriva hacia el oeste (Kinder 1983, Carrillo González *et al.* 2007), presentándose velocidades de 0.70ms⁻¹ a 2.72ms⁻¹ para el CM, así como un incremento de hasta el doble en el Canal de Yucatán (Merino Ibarra 1986), sin embargo para la zona norte del CM se ha determinado mayor efecto de los vientos en las masas de agua (Merino Ibarra 1986) provocándose un fenómeno de contracorriente, así, para Puerto Morelos se ha reportado la presencia de giros los cuales producen circulación interna en la laguna arrecifal, así como transporte hacia la costa y mayor tiempo de residencia del agua (Coronado 2007).

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo resalta la necesidad de realizar los estudios de monitoreo larval con la medición de corrientes que ayudaran a determinar el grado de dispersión y/o retención entre larvas y sitios. Se recomienda proteger el parque Nacional Arrecifes de Puerto Morelos dado que en el presente estudio, así como en los realizados por Pérez Pérez (2004) y Bravo Castro (2009) se ha observado que las larvas se concentran en esta región, siendo un potencial sitio de reclutamiento para *S. gigas*.

CONCLUSIÓN

Se detectó la presencia de larvas de *S. gigas* en todas las estaciones de estudio, con mayor incidencia en la zona norte, observando mayor abundancia entre julio y septiembre,

así como dos picos de abundancia para Puerto Morelos. La salinidad influyó en la distribución de *S. gigas* más que la temperatura. Se observó que el 100% de las larvas corresponde a la clase I establecida por los autores Davis *et al.* (1993) y Stoner y Davis (1997a), razón por la cual se clasifican los sitios como fuente de larvas de *S. gigas*, en base a este resultado, se considera que el Caribe Mexicano puede suministrar larvas a las poblaciones de *S. gigas* de la zona norte del Caribe, sin embargo, es necesario realizar nuevas investigaciones incluyendo más puntos del CM para reafirmar este resultado, así como estudiar patrones de corrientes en el área, a fin de conocer el grado de dispersión larval a nivel espacio-temporal.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, por el apoyo para participar en el congreso. 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). A Manuel Sánchez Crespo por su colaboración en la colecta de muestras. A Uriel Ordoñez López y a Montserrat Bravo Castro por la asesoría en el análisis e identificación de larvas. A Ximena Renán por sus valiosos comentarios hacia este trabajo.

RESUMEN

El caracol rosa (*Strombus gigas*, Linnaeus, 1758) es una especie de importancia económica en el Mar Caribe, por lo cual, en la década de 1980 representó la segunda pesquería después de la langosta espinosa, razón por la que actualmente se encuentra en estado de sobrepesca. Con el objetivo de determinar la variación en la abundancia de larvas durante la época reproductiva, cuatro localidades del Caribe Mexicano “CM” (México: Puerto Morelos, Sian Ka’an, Mahahual; Belice: San Pedro) fueron muestreadas. Mensualmente, de mayo a octubre del 2008, se realizaron arrastres de plancton en cada localidad empleando una red cónica (300µm). Temperatura (°C), salinidad (ppm) y oxígeno disuelto (mg L⁻¹) fueron registrados para cada

sitio. Una densidad media larval de 0.34 ± 0.87 larvas $\cdot 10m^{-3}$ fue registrada entre localidades, con un pico de abundancia entre agosto y septiembre (0.82 ± 1.00 y 0.76 ± 1.68 larvas $10m^{-3}$, respectivamente). La densidad larval tuvo una correlación del 60% con la salinidad ($r=0.6063$, $p<0.05$). El ANOVA de una vía mostró significancia estadística en tiempo ($p<0.05$) y espacio ($p<0.05$), donde Puerto Morelos tuvo los mayores registros durante el estudio (0.54 ± 1.49 larvas $10m^{-3}$). Fue registrada una talla media de $332.44 \pm 59.66 \mu m$. Las tallas variaron significativamente entre localidades ($p<0.05$), pero no entre meses ($p>0.05$). El 100% de las larvas capturadas corresponden al estadio I definido por Davis *et al* (1993), mostrando actividad reproductiva local, de esta manera, se considera que los sitios muestreados en el CM son fuente de larvas para la especie *S. gigas*.

Palabras clave: Temporada reproductiva, densidad larval, *Strombus gigas*.

REFERENCIAS

- Aldana Aranda, D. & M. Pérez Pérez. 2007. Abundance and distribution of queen conch (*Strombus gigas*, Linné 1758) veligers of Alacranes Reef, Yucatan, Mexico. *J. Shellfish Res.* 26: 59-63.
- Aldana Aranda, D. & 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 radio and larval abundance of queen conch off La Parguera, Puerto Rico. Rept. Caribbean Fishery Management Council, Mayaguez, Puerto Rico.
- Barile, P.J., A.W. Stoner & C.M. Young. 1994. Phototaxis and vertical migration of the queen conch (*Strombus gigas*, Linné) veliger larvae. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 183: 147-162.
- Berg, C.J. & D.A. Olsen. 1989. Conservation and management of queen conch (*Strombus gigas*) fisheries in the Caribbean. Cap. 18, pp 421-442. *In* J.F. Caddy (ed.). *Marine Invertebrate Fisheries Their Assessment and Management*. John Wiley & Sons, New York, New York, USA.
- Bravo Castro, M.H. 2009. Abundancia de larvas de Caracol rosa *Strombus gigas* en Quintana Roo. México. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Conkal, Conkal, Yucatán, México.
- Chaplin, J. & V.J. Sandt. 1992. Vertical migration and distribution of queen conch veligers, a progress report. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 42: 158-160.
- Carrillo González F., J. Ochoa, J. Candela, A. Badan, J. Sheinbaum & J.I. González Navarro. Tidal currents in the Yucatán Channel. *Geofís. Int.* 46: 199-209
- Coronado C., J. Candela, R. Iglesias Prieto, J. Sheinbaum, M. López & F.J. Ocampo-Torres. 2007. On the circulation in the Puerto Morelos fringing reef lagoon. *Coral Reefs* 26:149-163
- Corral, J.L. & J. Ogawa. 1987. Cultivo masivo de *Strombus gigas* en estanques de concreto. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 38: 354-351.
- Davis, M., C.A. Bolton & A.W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *Veliger* 36: 236-244.
- de Jesús Navarrete, A. 1999. Distribución y abundancia de larvas velígeras de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro Quintana Roo, México. Tesis de Ph.D., Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, Yucatán, México.
- de Jesús Navarrete, A. 2001. Distribución y abundancia de larvas velígeras de *Strombus gigas* en Banco Chinchorro Quintana Roo, México. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 52: 174-183.
- de Jesús Navarrete, A. & D. Aldana Aranda. 2000. Distribution and abundance of *Strombus gigas* veligers at six fishing sites on Banco Chinchorro, Quintana Roo, Mexico. *J. Shellfish Res.* 19: 891-895.
- de Jesús Navarrete, A. & M. Pérez Flores. 2007. Distribution and abundance of strombid larvae in the Bahía de la Ascension, Quintana Roo, Mexico. 2007. *Proc. Gulf. Carib. Fish. Inst.* 58: 411-416.
- Delgado, G.A., R.A. Glazer, D. Hawtof, D. Aldana Aranda, L.A. Rodríguez-Gil & 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. *In* R. Grober-Dunsmore & B.D. Keller (eds.). *Caribbean Connectivity: Implications for Marine Protected Area Management*. *Proc. Spec. Symp.*, 9-11 November 2006, 59th Meet. Gulf. Carib. Fish. Inst., Belize City, Belize. *Marine Sanctuaries Conservation Series ONMS-08-07*. U.S. Depart. Com., NOAA, Off. Nat. Mar. Sanct., Silver Spring, Maryland, USA.
- Kinder, T.H. 1983. Shallow currents in the Caribbean sea and Gulf of Mexico as observed with satellite tracked drifters. *Bull. Mar. Sci.* 33: 239-246.

- Merino Ibarra, M. 1986. Aspectos de la circulación costera superficial del Caribe Mexicano con base en observaciones utilizando tarjetas de deriva. *Anales Inst. Cienc. Mar Limnol., U.N.A.M.* 13: 31-46.
- Oliva Rivera, J.J. & A. de Jesús Navarrete. 2000. Composición, distribución y abundancia de larvas de moluscos gastrópodos en el sur de Quintana Roo, México y norte de Belice. *Rev. Biol Trop.* 48: 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, Tecnológico de Estudios Superiores de Huixquilucán, Huixquilucán, Estado de México, México.
- 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., Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, Mérida, Yucatán, México.
- Pérez Pérez, M., D. Aldana Aranda, & V. Patiño Suárez. 2003. Abundancia de larvas de *Strombus* en la costa norte de la Península de Yucatán, México, p. 81-87. In D. Aldana Aranda (eds.). *El caracol Strombus gigas: conocimiento integral para su manejo sustentable en el Caribe.* CYTED, Mérida, 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, p. 89-97. In D. Aldana Aranda (eds.). *El caracol Strombus gigas: conocimiento integral para su manejo sustentable en el Caribe.* CYTED, Mérida, Yucatán, México.
- Randall, J.E. 1964. Contributions to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. *Bull. Mar. Sci. Gulf Carib.* 14: 246-295.
- Sokal, R. & F. Rohlf. 1995. *Biometry. The principles and practice of statistics in biological research.* Freeman and Company, New York, USA.
- Stoner, A.W. 1997. The status of queen conch *Strombus gigas* research in the Caribbean. *Mar. Fish. Rev.* 59: 14-22.
- Stoner, A.W. & 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. *J. Shellfish Res.* 16: 7-18.
- Stoner, A.W. & 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. *J. Shellfish Res.* 16: 19-29.
- Stoner, A.W., V.J. Sandt & I.F. Boidron. 1992. Seasonality in reproductive activity and larval abundance of queen conch, *Strombus gigas*. *Fish. Bull.* 90: 161-170.
- Stoner, A.W., R. Glazer & P. Barile. 1996. Larval supply to queen conch nurseries: Relationships with recruitment process and population size in Florida and the Bahamas. *J. Shellfish Res.* 15: 404-420.
- Stoner, A.W., N. Mehta & T.N. Lee. 1997. Recruitment of *Strombus* veligers to the Florida keys reef tract: Relation to hydrographic events. *J. Shellfish Res.* 16: 1-6.
- Theile S. 2005. Status of the Queen Conch *Strombus gigas* stocks, management and trade in the Caribbean: A CITES Secretariat. TRAFFIC Europe, Brussels.
- Weil, E. & R. Laughlin. 1984. Biology, population dynamics, and reproduction of the Queen Conch *Strombus gigas* Linné in the Archipiélago de Los Roques National Park. *J. Shellfish Res.* 4: 45-62.