

Desarrollo Larval del Caracol Rosa (*Strombus gigas*) en Función de la Temperatura

Larval Development of the Queen Conch (*Strombus gigas*) in Relation to Temperature

Le Developpement Larvaire de Lambi (*Strombus gigas*) en Fontion de la Température

JOSE FRANCISCO CHAVEZ*¹, MARTHA R. ENRIQUEZ DIAZ y DALILA ALDANA ARANDA
¹CINVESTAV-IPN, Unidad Merida, Km. 6 Antigua Carretera a Progreso, Merida, Yucatan 97310 Mexico.
*jchavez@mda.cinvestav.mx.

RESUMEN

A fin de evaluar el efecto del incremento de la temperatura en el desarrollo larval de *Strombus gigas*, se colectó un segmento de masa ovígera de *S. gigas* de reciente desove en la caleta de Xel-Há. Se realizaron cultivos larvales en el parque Xcaret empleando cuatro tratamientos de temperatura (28, 29, 30 y 31°C). Diariamente se observó el desarrollo de órganos (Velum, concha, preopodio, tentáculo ocular derecho, opérculo, branquias y pigmentación oscura en el pie) en 30 larvas (*in vivo*), así mismo se evaluó el fototropismo, conducta nado-reptante y mortalidad. Las larvas eclosionaron con un par de lóbulos, alcanzando la metamorfosis al día 42 para el tratamiento 31°C. La concha presentó 1.5 espiras a la eclosión, ascendiendo a cuatro entre 29 y 35 días de desarrollo (31 y 28°C, respectivamente). El desarrollo del preopodio, tentáculo ocular derecho, opérculo, branquias y pigmentación oscura en el pie fue mayor ante 31°C. La conducta nado-reptante se observó a partir del día 17 (31°C), mostrándose en todas las larvas a partir del día 28. La mortalidad fue menor ante 28°C (total = 82%) ascendiendo hacia 31°C (total = 89%). Los resultados obtenidos muestran un efecto positivo del incremento de la temperatura en el desarrollo larval, sin embargo, el aumento en la mortalidad podría representar una disminución en la abundancia de larvas en el medio.

PALABRAS CLAVE: *Strombus gigas*, desarrollo larval, temperatura

ANTECEDENTES

El clima ha aumentado en el último siglo, lo cual afecta directamente al medio marino y la dinámica de sus poblaciones (IPCC 2007, Sale et al. 2010). La temperatura media actual en el Norte del Caribe Mexicano es de 28°C, de acuerdo con Magaña Rueda (2007), para esta región, la temperatura podría incrementar de 1 a 2°C hacia el año 2050 y 3°C hacia el 2100.

El caracol rosa *Strombus gigas* es un recurso de importancia ecológica, económica y social en el Caribe (Brownell 1977), ésta especie presenta un estadio larval de vida pelágica, durante el cual es susceptible a cambios ambientales (Stoner et al. 1992, Barile et al. 1994).

Actualmente se conoce la organogénesis larval de *S. gigas* (D'Asaro 1965, Davis et al. 1993, Brito et al. 2006), sin embargo, no se ha evaluado el potencial efecto del incremento de la temperatura en el desarrollo larval de esta especie, el cual es el principal interés del presente estudio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Colecta y Acondicionamiento de Masa Ovígera

Se colectó un segmento de masa ovígera de *S. gigas* recién desovada en la caleta de Xel-Há (20°19'00"N - 87°21'25"O), la cual fue transportada para su cultivo al acuario del Parque Xcaret (20°34'50"N - 87°7'10"O), Quintana Roo, México. En el laboratorio, se eliminaron restos de arena adheridos a la freza, posteriormente ésta fue colocada en una unidad de 25L hasta la eclosión.

Cultivo Larval

Se emplearon cuatro tratamientos de T°C para el cultivo larval: 28°C (T° media actual), 29 (T° mínima 2050), 30°C (T° máxima 2050) y 31°C (T° media durante 2100).

A partir de la eclosión las larvas fueron distribuidas en unidades de cultivo de 5 L con una densidad de 100 larvas/L, cada cultivo se realizó por triplicado (n = 1,500 larvas * T°C).

Las larvas fueron alimentadas diariamente con las microalgas *Nannochloropsis oculata* y *Tetraselmis suecica* suministrando 1,000 cel/ml (proporción 50/50) en cada unidad de cultivo.

Se realizó recambio total de agua de mar cada cuatro días empleando mallas de 80µm para la retención de larvas

Observaciones

Diariamente se observaron 30 larvas (*in vivo*) por tratamiento utilizando un microscopio óptico. Los indicadores utilizados fueron desarrollo de órganos: Velum, concha, preopodio, tentáculo ocular derecho, opérculo, branquias y aparición de pigmentación oscura en el pie (Figura 1), así como fototropismo negativo (migración de larvas al fondo) y conducta nado-reptante.

La mortalidad fue evaluada cada cuatro días a partir de las conchas de larvas muertas, colectadas en el fondo de las unidades de cultivo durante los recambios de agua y reportada en porcentaje de mortalidad acumulada:

$$\text{Mortalidad neta} = \frac{\text{Número de conchas vacías}}{\text{Número inicial de larvas}} * 100$$

Mortalidad acumulada = Mortalidad neta al día de observación + Σ de la mortalidad neta en días anteriores

RESULTADOS

Desarrollo de Órganos

Velum — Las larvas eclosionaron con un par de lóbulos. A partir del día uno de desarrollo el 100% de las larvas presentaron dos pares de lóbulos velares, independientemente de la temperatura. La división del tercer par de lóbulos inició al día tres ante 28°C, mientras que en los demás tratamientos se registró a partir del día cuatro. El tercer par de lóbulos se generó a partir del día seis siendo mayor para larvas de 31°C (100% de ocurrencia) que en larvas del tratamiento 28°C (70%).

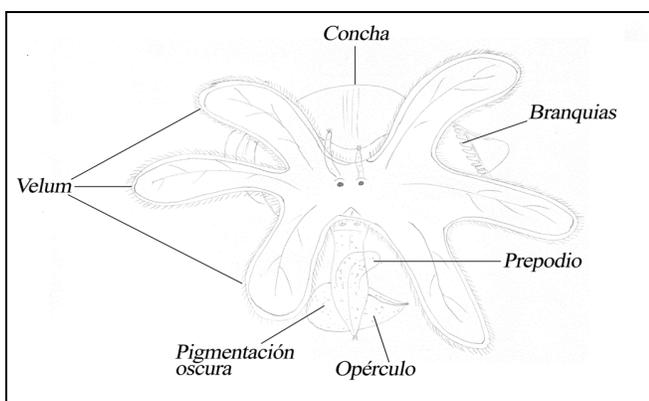


Figura 1. Esquema realizado para larvas de *Strombus gigas*, donde se muestran los órganos utilizados para evaluar el desarrollo larval.

Las larvas mantuvieron tres pares de lóbulos desde el día seis hasta los días 36 (28°C), 35 (29°C), 34(30°C) y 33 (31°C), a partir de estos días inició la absorción de lóbulos velares. La absorción total de lóbulos (metamorfosis) se registró en larvas del tratamiento 31°C a partir del día 42 (7%) (Figura 2).

Concha — Las larvas eclosionaron con 1.5 espiras de concha, incrementando a dos vueltas a partir del tercer día de desarrollo en todos los tratamientos de temperatura. Se observaron 2.5 espiras en la concha a partir del quinto día para 31°C y a partir del sexto día para 28, 29 y 30°C (Figura 3).

La tercera espira se observó al día 10 ante 31°C, mientras que para larvas cultivadas a 28°C se desarrolló hacia el día 16, incrementando a 3.5 espiras entre los días 23 (30 y 31°C) y 24 (28 y 29°C). Las larvas presentaron cuatro espiras al final de su desarrollo larval (entre 29 y 35 días de desarrollo), observando esta característica con mayor frecuencia en larvas de los tratamientos de 31 y 30°C, respectivamente (Figura 3).

Prepodio — El prepodio fue visible a partir del tercer día de desarrollo en larvas cultivadas a 30 y 31°C, y al cuarto día para los tratamientos 28 y 29°C (Tabla 1).

Tentáculo ocular derecho — El desarrollo del pedúnculo ocular derecho inició a partir de los días 9 (30 y 31°C) y 11 (28 y 29°C), presentándose esta característica a partir del día 12 en larvas cultivadas a 30 y 31°C (100%), mientras que ante 28°C se mostró a partir del día 16 (Tabla 1).

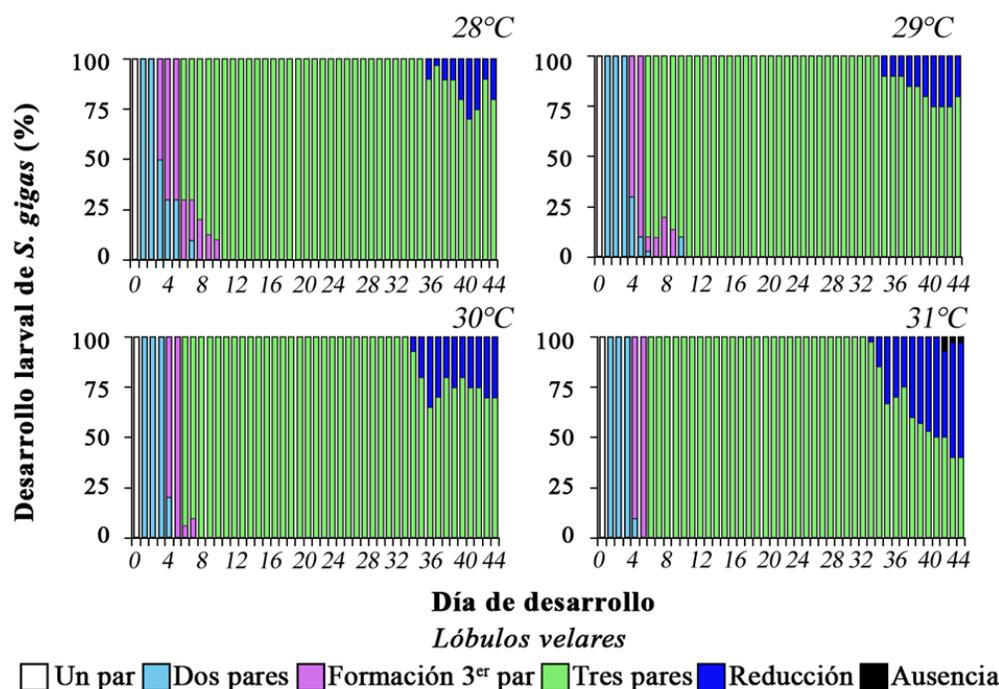


Figura 2. Desarrollo del velum en larvas de *S. gigas* para los cuatro tratamientos de temperatura.

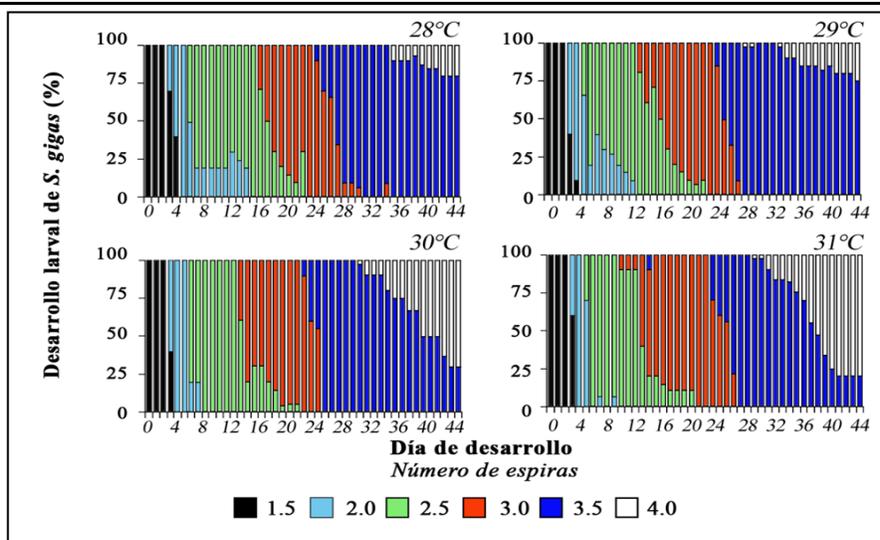


Figura 3. Desarrollo de la concha en larvas de *S. gigas* para los cuatro tratamientos de temperatura.

Opérculo — El opérculo inició su desarrollo entre los días 11 (31°C) y 16 (28°C), siendo visible en todas las larvas entre los días 18 y 21 (Tabla 1).

Branquias — La formación de las branquias inició a partir del día 17 en la mayoría de los tratamientos, su formación concluyó entre los días 25 y 27 (31°C y 28°C, respectivamente) (Tabla 1).

Pigmentación oscura en el pie — Esta característica se presentó entre los días de desarrollo 21 y 24, mostrándose para todas las larvas entre los días 27 y 32 (Tabla 1)

Fototropismo negativo — La migración de larvas hacia el fondo de la columna de agua se observó entre los días 20 y 24. El asentamiento larval presentó mayor frecuencia ante mayor temperatura, observando el 100% de larvas en el fondo hacia el día 25 para 31°C y a partir del día 29 en el tratamiento 28°C (Tabla 1).

Conducta nado-reptante — Esta característica se registró entre los días 17 y 21 para larvas cultivadas a 31 y 30°C, respectivamente, mientras que en larvas de los tratamientos 28 y 29°C fue visible a partir del día 27. En general, ésta conducta se manifestó de manera simultánea para todas las larvas a partir del día 28 (Tabla 1).

Mortalidad — La mortalidad acumulada para larvas de *S. gigas* de los cuatro tratamientos de T°C es mostrada en el Tabla 2. Se registró un pico de mortalidad entre los días 8 y 20 de desarrollo, mientras que el porcentaje de mortalidad disminuyó a partir del día 24. La mortalidad incrementó ante mayor temperatura, registrando de 5 a 82% ante 28°C, y de 11% a 89% en larvas cultivadas a 31°C.

DISCUSIÓN

El desarrollo larval en función de la temperatura ha sido evaluado para larvas de diferentes especies de moluscos. En larvas de *Haliotis sorensenii* (Leighton, 1972), *Crepidula fornicata* (Pechenick 1984), *Thais haemastoma canaliculata* (Roller y Strickle 1989) y *Chorus giganteus* (Gallardo y Cancino 2009) se reporta mayor tasa de desarrollo ante incrementos de temperatura, por otra parte Baba et al. (1999) señalan que el desarrollo larval de *Curbicula japónica* disminuye al incrementar la temperatura (de 21.5 a 26°C). Aldana Aranda et al. 2001 señalan que *Strombus sp.* presenta un desarrollo óptimo a 27°C, mientras que Brito et al. (2006) señalan que 28°C es la temperatura óptima para el desarrollo larval de *S. gigas*, en el presente estudio se observó que ante incrementos de temperatura la cinética del desarrollo larval de *S. gigas* es mayor.

En relación a la mortalidad, Gallardo & Cancino (2009) reportan menores registros ante aumentos de temperatura para *Chorus giganteus*, por lo contrario, en cultivos larvales de *Siphonaria denticulata*, Przeslawski et al. (2005) observaron mortalidad de hasta el 90% de las larvas ante incrementos de temperatura, fenómeno similar a lo reportado para *Nassarius obsoletus* (Schetelma 1967) y *Haliotis sorenseni* (Leighton 1972), estos resultados se asemejan a los registrados en este estudio, donde la tasa de mortalidad fue mayor a mayor temperatura.

CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran un efecto positivo del incremento de la temperatura en la cinética de desarrollo larval de *S. gigas*, sin embargo este aumento traduce en una mayor tasa de mortalidad, lo cual afectará directamente en la abundancia de larvas en el medio.

Tabla 1. Día y porcentaje de aparición de órganos (Prepodio, tentáculo ocular derecho, opérculo, branquias y pigmentación oscura en el pie), fototropismo negativo y conducta nado-reptante en larvas de *S. gigas* para los cuatro tratamientos

Característica	Día de aparición (porcentaje de ocurrencia) por tratamiento							
	28°C		29°C		30°C		31°C	
	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>f</i>
Prepodio	4 (100)	4 (100)	4 (100)	4 (100)	3 (100)	3 (100)	3 (100)	3 (100)
Tentáculo ocular derecho	11 (21)	16 (100)	11 (40)	14 (100)	9 (20)	12 (100)	9 (33)	12 (100)
Opérculo	16 (10)	21 (100)	14 (10)	21 (100)	13 (30)	18 (100)	11 (10)	18 (100)
Branquias	18 (10)	27 (100)	17 (10)	27 (100)	17 (10)	26 (100)	17 (20)	25 (100)
Pigmentación oscura en el pie	24 (10)	32 (100)	24 (10)	31 (100)	21 (30)	27 (100)	21 (30)	27 (100)
Fototropismo negativo	24 (20)	29 (100)	23 (7)	29 (100)	23 (33)	27 (100)	20 (25)	25 (100)
Conducta nadoreptante	27 (70)	28 (100)	27 (80)	28 (100)	21 (30)	28 (100)	17 (20)	27 (100)

Tabla 2. Mortalidad acumulada (en porcentaje) durante el desarrollo larval de *S. gigas* para los cuatro tratamientos de temperatura

Día de desarrollo	Tratamiento			
	28°C	29°C	30°C	31°C
0	0	0	0	0
4	5	11	13	11
8	13	27	38	22
12	27	39	51	39
16	38	47	63	58
20	50	50	70	75
24	55	60	75	79
28	57	65	79	81
32	62	74	82	83
36	74	78	85	86
40	79	82	87	87
44	82	85	88	89

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por financiar el presente estudio (Proyecto: "El caracol rosa como indicador de Cambio climático en el Caribe: Calentamiento y Acidificación Oceánica: CB-2011-01/169518). Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Mérida por apoyo para participar en el congreso. A Iveth Gabriela Palomino Albarrán por proporcionar microalgas para el cultivo. Al equipo de Fauna Silvestre del Parque Xcaret, por facilidades para realizar el presente estudio

LITERATURE CITADA

- Aldana Aranda, D., E. Baqueiro Cárdenas y V. Patiño Suárez. 2001. Descripción de las temperaturas usadas en el cultivo de larvas de *Strombus* spp. *Proceedings of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute* **52**:327-339.
- Baba K., T. Masahide, T. Kawajiri y Y. Kuwahara. 1999. Effects of temperature and salinity on spawning of the brackish water bivalve *Corbicula japonica* in Lake Abashiri, Hokkaido, Japan. *Marine Ecology Progress Series* **180**:213-221.
- Barile, P.J., A.W. Stoner y 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.
- Brito Manzano, N., D. Aldana Aranda, E. de la Cruz Lázaro y M.A. Estrada Botello. 2006. Organogénesis larvaria de *Strombus gigas* (*Mesogastropoda: Strombidae*) en el Arrecife Alacranes durante el período máximo de su época reproductiva. *Redalyc, Universidad y Ciencia* **22**(001):75-82.
- Brownell, W.N., C.J. Jr. Berg y K.C. Haines. 1977. Fisheries and aquaculture of the conch, *Strombus gigas* in the Caribbean. *FAO Fisheries Report* **200**:59-69.

- D'Asaro, C.N. 1965. Organogenesis, development, and metamorphosis in queen conch *Strombus gigas*, with notes on breeding habitats. *Bulletin of Marine Science* **15**:359-416.
- Davis, M., C.A. Bolton y A.W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth, and shell morphology in three Caribbean *Strombus* species. *Veliger* **36**:236-244.
- Gallardo J.A. y J.M. Cancino. 2009. Effects of temperature on development and survival of embryos and on larval production of *Chorus giganteus* (Lesson, 1829) (Gastropoda: Muricidae). *Revista de Biología Marina y Oceanografía* **44**(3):595-602.
- IPCC, 2007. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 (AR4). M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson (eds.) Working Group II Report: *Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, New York, USA.
- Leighton, D.L. 1972. Laboratory observations on the early growth of the abalone, *Haliotis sorenseni*, and the effect of temperature on larval development and settling success. *Fishery Bulletin* **70**(2):373-381.
- Magaña Rueda, V.O. 2007. *Elaboración de Escenarios de Cambio Climático para la Región de Estudio en el Golfo de México*. 100 pp.
- Pechenick, J.A. 1984. Encapsulated development of the marine prosobranch gastropod *Nucella lapillus*. *Marine Biology* **78**:223-229.
- Przeslawski, R. 2005. Combined effects of solar radiation and desiccation on the mortality and development of encapsulated embryos of rocky shore gastropods. *Marine Ecology Progress Series* **298**:169-177.
- Roller, R.A. y W.B. Strickle. 1989. Temperature and salinity effects on the intracapsular development, metabolic rates, and survival to hatching of *Thais haemastoma canaliculata* (Gray) (Prosobranchia: Muricidae) under laboratory conditions. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **125**:235-251.
- Sale, P.F., H. Van Lavieren, M.C. Ablan Lagman, J. Atema, M. Butler, C. Fauvelot, J.D. Hogan, G.P. Jones, K.C. Lindeman, C.B. Paris, R. Steneck y H.L. Stewart. 2010. Conservando la Conectividad de los Arrecifes: Guía Para los Administradores de las Áreas Marinas Protegidas. Grupo de Trabajo de Conectividad, Programa de Investigación Dirigido a los Arrecifes de Coral y a la Creación de Capacidades para la Gestión, UNU-INWEH.
- Schetelma, R.S. 1967. The relationship to temperature to the larval development in *Nassarius obsoletus* (Gastropoda). *Biological Bulletin* **129**:340-354.
- Shapiro S.S. and M.B. Wilk. 1965. An analysis of variance test for normality. *Biometrika* **52**(3):591-599.
- Stoner, A.W., V.J. Sandt y I.F. Boidron Metarion. 1992. Seasonality in reproductive activity and larvae abundance of queen conch *Strombus gigas*. *Fisheries Bulletin* **90**:161-170.