

Modelo sintético del desarrollo larvario de *Strombus pugilis* (Mesogastropoda: Strombidae)

Nancy Brito Manzano, Dalila Aldana Aranda y Erick Baqueiro Cárdenas*

Laboratorio de Biología Marina, CINVESTAV IPN Unidad Mérida, A.P. 73 Cordemex, C.P. 97310 Mérida, Yucatán, México.

Correo electrónico: nbrito@kin.cieamer.conacyt.mx; daldana@kin.cieamer.conacyt.mx

* CRIP-Campeche, Lerma, Campeche, México.

(Rec. 25-VII-1998. Rev. 20-III-1998. Acep. 5-V-1998)

Abstract: The development of *Strombus pugilis* larvae was studied over a period of 31 days in laboratory culture. Experiments were conducted at $29^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. Veligers were reared at 200 larvae $\cdot\text{l}^{-1}$ in 4 liter containers. Larvae were fed with the microalgae *Tetraselmis suecica* at 1000 cells $\cdot\text{l}^{-1}$. Nineteen development characteristics are described from hatching to settlement. Based on chronological appearance of the characteristics, three sets (larval maturation, metamorphic processes and settlement) and seven development stages are proposed.

Key words: Gastropod, veliger, organogenesis, *Strombus*.

El caracol de ña, caracol canela o chivita, *Strombus pugilis* es una de las seis especies de moluscos gasterópodos (*Strombus gigas*, *S. pugilis*, *S. costatus*, *Pleuroploca gigantea*, *Busycon contrarium* y *Turbinella angulata*) de importancia comercial distribuidos en las aguas del Caribe, los cuales son también importantes en la economía de la Península de Yucatán, México. La producción total de caracol alcanzó en 1983 un máximo de 1 250 toneladas métricas para los tres estados de la Península de Yucatán, lo cual generó una entrada directa de aproximadamente 200 000 dólares para los pescadores. La pesquería del gasterópodo *S. gigas* en México, llegó a representar en 1988 un ingreso de seis millones de dólares americanos. (Baqueiro 1997). Desafortunadamente la sobre-explotación y la falta de regulación han disminuido las poblaciones naturales, en particular en el estado de Yucatán donde en 1988 fue implementada una veda permanente sobre la captura del caracol. La sobrepesca excesiva de éstos gasteró-

podos ha disminuido las poblaciones naturales a niveles tan bajos, que varias de éstas especies están amenazadas. Ante esta situación, resulta necesario implementar estudios para conseguir la producción de semillas en laboratorio para el posterior repoblamiento de bancos naturales. De las seis especies de *Strombus* la especie cuya biotecnología es conocida, más no aún rentable es *S. gigas* (Randall 1964, Appeldoorn and Sanders 1984, Appeldoorn 1985, Davis *et al.* 1993), contrariamente con *S. pugilis* en sus etapas larvianas se tienen sólo dos publicaciones (Brownell 1977 y Bradshaw-Hawkins 1982).

Este estudio es uno de los primeros en realizarse sobre la factibilidad del cultivo larvario de *S. pugilis* y el primero en describir su desarrollo larvario, con la propuesta de un modelo, el cual será una guía para subsecuentes trabajos que se realicen con esta especie, la cual presenta un potencial pesquero y acuícola para los habitantes de la Península de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio se utilizó una masa de huevos fertilizados de la especie *S. pugilis* de la localidad Seyba playa en la Península de Yucatán México. La masa de huevos fue colectada por buceo autónomo a una profundidad de 5 m, encontrándose la hembra aún en ovoposición para asegurar que se trata de la especie sujeto de este estudio y el tiempo de fecundación de los huevos. En el laboratorio la masa de huevos fue limpiada con agua de mar filtrada y esterilizada. La masa de huevos limpia fue colocada sobre una malla de 300 μm y mantenida en un acuario de 25 l de capacidad con agua de mar filtrada a través de cartucho de una porosidad de 10 y 2 μm y lámpara de luz ultravioleta. Las masas de huevos se mantuvieron en cultivo a una temperatura de $29^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ y el recambio de agua se efectuó cada 24 hrs.

Como metodología para el cultivo larvario de *S. pugilis* se siguió lo propuesto por Davis y Hesse (1983) para *S. gigas*, en la medida que los trabajos sobre *S. pugilis* son prácticamente inexistentes. Se realizó tres lotes experimentales en acuarios de plástico blanco inerte, a una densidad de 200 larvas por litro. Las larvas fueron alimentadas con la microalga *Tetraselmis suecica* a una concentración de 1000 células $\cdot\text{ml}^{-1}\cdot\text{día}^{-1}$, ración propuesta por García Santaella y Aldana Aranda (1994). Cada 24 hrs se colectaron 30 larvas al azar de cada uno de las tres réplicas experimentales para realizar las observaciones morfológicas del desarrollo larvario.

El desarrollo larvario fue observado en base a las observaciones de D'Asaro (1965) para *S. gigas*, tomando como base la estructura del velum: número de lóbulos y reabsorción de éste, número de espiras de la concha, presencia de proboscis y rádula, pie y pigmentación del manto, corazón larvario, pedúnculos oculares, aparición del opérculo, comportamiento natatorio y asentamiento. El desarrollo morfológico de éstas características fue numerado cronológicamente conforme a su aparición, cuantificando el porcentaje de su presencia para cada uno de los días del desarrollo larvario.

En este estudio son propuestos estadios del desarrollo para lo cual se consideró el momento en el que por primera vez apareció uno o varios caracteres morfológicos del desarrollo larvario.

Las observaciones del desarrollo larvario se realizaron proyectando las larvas a un monitor de TV, usando una cámara video conectada a un microscopio óptico y a un aumento de 5 x.

RESULTADOS

Observaciones sobre el desarrollo: Las larvas recién eclosionadas tienen un velum con dos lóbulos y una concha con una y media espiras al momento de la eclosión. El conjunto de las características morfológicas a partir del momento de la eclosión y su evolución son resumidas en el Cuadro 1, en el cual 19 características morfológicas describen el desarrollo larval completo. Después de 31 días las larvas son competentes para la metamorfosis, teniendo un velum con seis lóbulos, concha con 4 o 4.5 espiras, un corazón adulto totalmente desarrollado, los ojos se encuentran en el extremo distal de los tentáculos, el pie presenta pigmentaciones verde oscuro, proboscis y rádula completamente desarrolladas.

Modelo sintético: En el Cuadro 2 se presenta el porcentaje de las 19 características morfológicas que se presentaron durante el desarrollo de la eclosión al asentamiento. De éstas características fueron identificadas tres grupos: Maduración larval, Proceso de metamorfosis y Asentamiento. El grupo de maduración larval está compuesto por las características: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 12 y 15 los cuales están relacionados con la evolución del velum y de la concha. Todas éstas características son reemplazadas una por otra durante el desarrollo. El resto de las características: 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17 y 18, son características morfológicas aditivas, constituyendo el proceso de metamorfosis. Este período se caracteriza por el desarrollo de órganos adultos. Por último el grupo Asentamiento, compuesto por la característica 19 (Fig. 1).

CUADRO 1

Descripción de las características del desarrollo larval de la eclosión al asentamiento de Strombus pugilis

Número de la característica-	Característica morfológica del desarrollo	Edad días
1	Dos lóbulos y 1.5 espiras en la concha	1
2	Cuatro lóbulos y 1.5 espiras en la concha	5
3	Cuatro lóbulos y 2.5 espiras en la concha	8
4	Cuatro lóbulos y 3.0 espiras en la concha	11
5	Aparición del corazón adulto	11
6	Inicia la formación de los tentáculos	11
7	Cuatro lóbulos y 3.5 espiras en la concha	15
8	Seis lóbulos y 3.5 espiras en la concha	15
9	Inicia la migración de los ojos a los tentáculos	15
10	Pigmentación del manto	15
11	Pigmentación del pie	17
12	Seis lóbulos y 4.0 espiras en la concha	18
13	Aparece la probóscis	20
14	Aparece la rádula	20
15	Seis lóbulos y 4.5 espiras en la concha	23
16	Inicia el funcionamiento de la probóscis en raspar algas	23
17	El opérculo adulto es visible	23
18	Inicia el funcionamiento del pie sobre el substrato	27
19	Asentamiento (desaparición de los lóbulos del velum, migración de los ojos y comportamiento de swim-crawl)	27

CUADRO 2

Porcentaje de larvas de Strombus pugilis presentando las 19 características del desarrollo de uno a 31 días

Grupos	Características	Edad en días																
		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	
Maduración Larval	1	100	100															
	2			100	100													
	3					100												
	4						100	100										
	7								73	50	30							
	8								27	50	54							
Proceso de metamorfosis	12										16	93	93	78	41	3	3	
	15											7	7	22	59	97	97	
	5						50	60	75	84	94	100	100	100	100	100	100	
	6						30	40	60	73	96	100	100	100	100	100	100	
	9								23	56	74	86	90	94	100	100	100	
	10								12	24	44	62	79	86	87	90	100	
	11									13	34	37	53	66	86	90	100	
	13											70	90	90	90	100	100	
	14											30	50	68	74	78	80	
	16												50	62	70	80	80	
	17												30	52	66	74	80	
	18														50	66	80	
	Asentamiento	19													20	40	97	

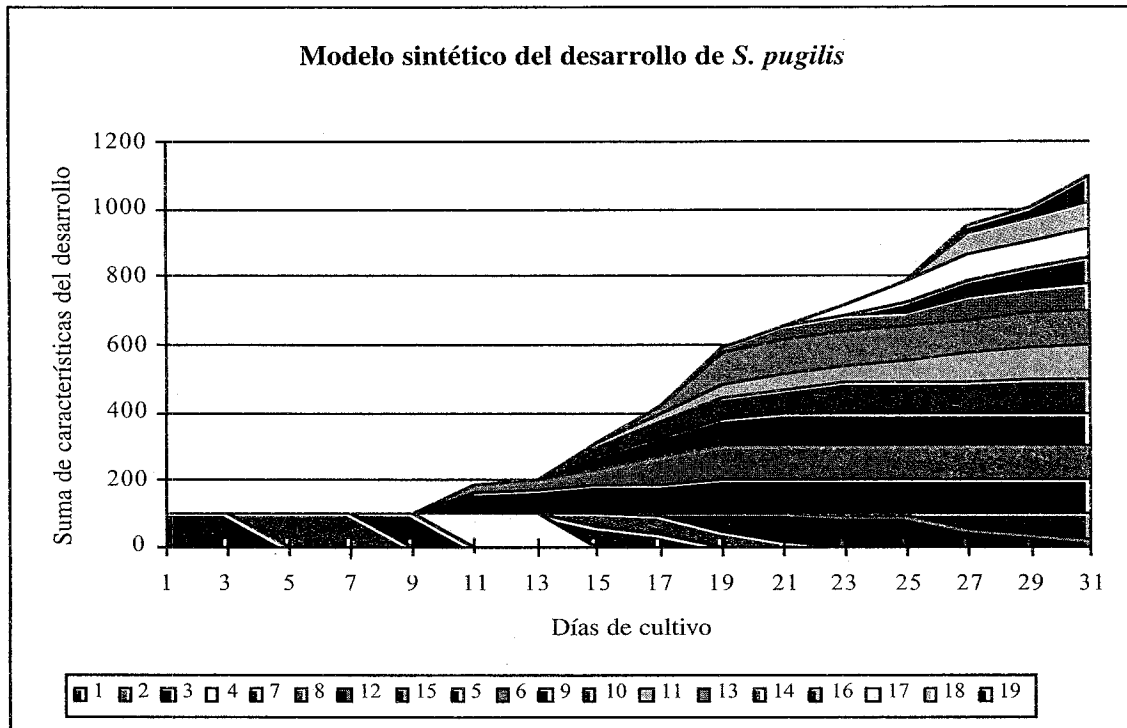


Fig. 1. Evolución de las 19 características del desarrollo larvario de *Strombus pugilis* de la eclosión al asentamiento.

Estas 19 características morfológicas fueron usadas para la identificación de siete estadios del desarrollo de la eclosión al asentamiento. Un estadio del desarrollo fue definido cuando se presentó por primera vez una o varias características morfológicas. Así el estadio I, se encuentra caracterizado por la característica del desarrollo 1. El Estadio II, por la característica del desarrollo 2, El estadio III, por la característica del desarrollo 3; el Estadio IV, por las características del desarrollo 4, 5 y 6. El Estadio V, por las características del desarrollo 5, 6, 7, 8, 9, 10 y 11. El Estadio VI, por las características del desarrollo 5, 6 y del 9 al 17. El Estadio VII por las características del desarrollo 5, 6, y del 9 al 19 (Fig. 2).

DISCUSIÓN

Las larvas de *S. pugilis* tienen 1.5 espiras al momento de la eclosión al igual que las larvas

de *S. gigas* y *S. costatus* (Davis *et al.* 1993). Por lo que respecta a la transformación de comportamiento pelágico a bentónico, este se presenta entre los 18 y 21 días para *S. gigas*, los 15 y 18 días para *S. costatus* y de 22-24 para *S. pugilis* observado en este estudio.

Brownell (1977) informó que la proboscis aparece a los 25 días en *S. gigas* y *S. costatus*, y comienza su función sobre las algas a los dos días. En este estudio para *S. pugilis*, la proboscis apareció al día 20 y comenzó su función sobre las algas a los tres días.

En este estudio la metamorfosis fue observada del día 27 al día 31, donde aún se observaba el 3% de las larvas que nadaban en la columna de agua. Brownell (1977) obtuvo la metamorfosis de *S. pugilis* de 32-36 días y para *S. gigas* de 28-33 días. Autores como Bradshaw-Hawkins (1982) obtuvieron la metamorfosis en *S. pugilis* de los 32-39 días y, Davis *et al.* (1993) la obtuvieron a los 40 días para *S. raninus*.

Independientemente de los resultados obtenidos, el aporte original del presente modelo

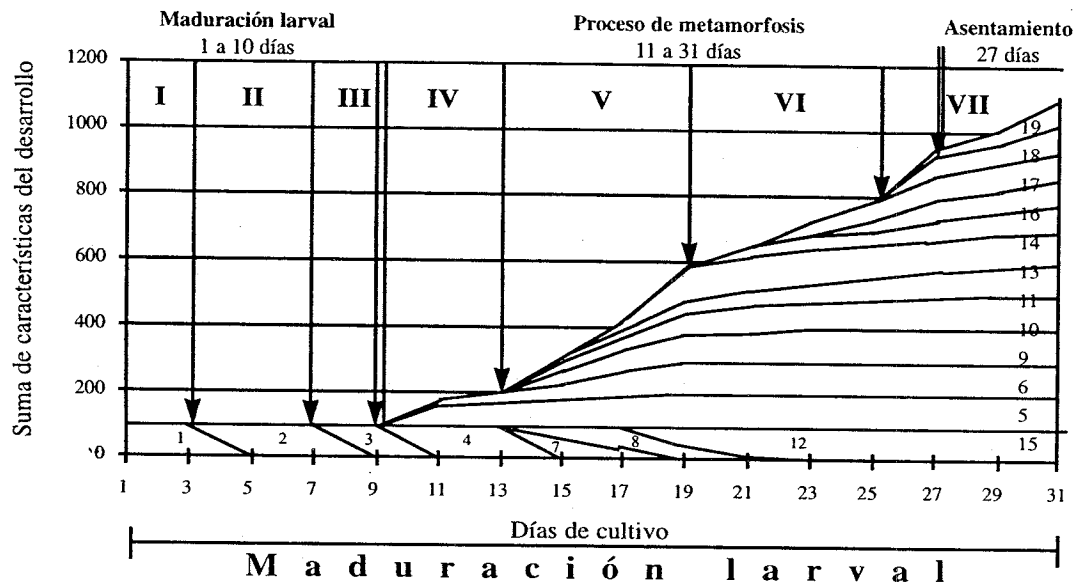


Fig. 2. Modelo sintético del desarrollo organogenético larvario de *Strombus pugilis* de la eclosión al asentamiento.

sintético es que está basado en la evolución de las 19 características morfológicas del desarrollo larval, de los tres grupos del proceso de desarrollo y de los siete estadios de desarrollo. La maduración larval comprende un período de uno a nueve días, un intervalo de tiempo donde se interconectan características de la maduración larval y del proceso de metamorfosis que va del día 10 al día 31 y el proceso de asentamiento que comienza a partir del día 27. La maduración larval con una duración de 9 días, está formada por los estadios I, II y III; el intervalo de mezcla que inicia el día 10 y se extiende hasta el día 31, comprende los estadios IV, V, VI y VII, y el proceso de asentamiento que comienza a partir del día 27, está formado por el estadio VII.

Dado que el cultivo larvario de *S. pugilis* apenas está iniciándose es necesario realizar estudios sobre su nutrición para conocer entre otros aspectos el efecto de diferentes microalgas en el crecimiento, sobrevivencia y metamorfosis.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero de los proyectos C11*0432 ME (Jr) de la Comunidad Económica Europea, P65000ME

del Consejo Científico y Técnico de la Embajada de Francia, P218CCOC882530 del CONACYT y la beca 90032 del CONACYT.

RESUMEN

El desarrollo larvario de *Strombus pugilis* fue estudiado en condiciones de laboratorio durante un período de 31 días, de la eclosión al asentamiento. Los experimentos fueron conducidos a $29^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$. Las larvas velíferas se cultivaron a una densidad de $200 \text{ larvas}\cdot\text{l}^{-1}$ en acuarios de 4 litros. Las larvas fueron alimentadas con la microalga *Tetraselmis suecica* a una concentración de $1\ 000 \text{ células}\cdot\text{l}^{-1}$. 19 características morfológicas del desarrollo fueron descritas de la eclosión al asentamiento, basándose en la aparición cronológica de éstas características, en este estudio son propuestos tres grupos (maduración larval, proceso de metamorfosis y asentamiento) y siete estadios de desarrollo.

REFERENCIAS

- Appeldoorn, R.S. 1985. Growth, mortality and dispersion of juvenile, laboratory reared conchs, *Strombus gigas* and *Strombus costatus*, released at an offshore site. Bull. Mar. Sci. 37:785-793.
- Appeldoorn, R.S. & I. M. Sanders. 1984. Quantification of the density growth relationship in hatchery reared juvenile conchs (*Strombus gigas* Linné and *S. costatus* Gmelin). J. Shellfish Res. 4:63-66.

- Baqueiro, C.E. 1997. The Molluscan Fisheries of Mexico. In: The History, present condition and future of the molluscan fisheries of North and Central American and Europe, 2: 39-49. NOAA Tech. Rep. NMFS 129. U.S. Dep. of Commerce.
- Bradshaw-Hawkins, V.L. 1982. Contributions to the natural history of the West Indian fighting conch, *Strombus pugilis* (Linnaeus) in Barbados, with emphasis on reproduction. Thesis M. Sc., McGill Univ., Montreal, Canadá. 131 p.
- Brownell, W. N. 1977. Reproduction, laboratory culture and growth of *Strombus gigas*, *Strombus costatus* and *Strombus pugilis* in Los Roques, Venezuela. Bull. Mar. Sci. 27:668-680.
- D'Asaro, Ch. 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 and Caribbean Fisheries Inst. 35:73-82.
- Davis, M., C. A. Bolton & A. W. Stoner. 1993. A comparison of larval development, growth and shell morphology in Three Caribbean *Strombus* species. The Veliger 36:236-244.
- García Santaella, E. & D. Aldana Aranda. 1994. Effect of algal food and feeding schedule on larval growth and survival rates of the queen conch, *Strombus gigas* (Mollusca, Gastropoda), in México. Aquaculture, 128:261-268.
- Randall, J. E. 1964. Contribution to the biology of the queen conch, *Strombus gigas*. Bull. Mar. Sci. Gulf and Caribbean 14:246-295.