

# Estudios Preliminares Sobre Crecimiento de Post Larvas y Juveniles del Caracol Rosa *Strombus gigas* (Mollusca: Gastropoda), Utilizando un Alimento Microencapsulado

DALILA ALDANA-ARANDA, LOURDES MARÍN y NANCY BRITO  
Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Mérida  
Apartado Postal 73  
"Cordemex" C.P. 97310, Mérida, Yucatán

## RESUMEN

Las larvas velígeras de *Strombus gigas* fueron cultivados en el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV a una temperatura de  $28\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , a una densidad de 200 larvas/litro, alimentadas con *Tetraselmis chuii* con una ración de 5000 células algales/larva/día. Las larvas alcanzaron la metamorfosis al 24° día de cultivo con una talla de 959.0  $\mu\text{m}$ . Un día después de haber completado la metamorfosis las post larvas fueron colocadas a una densidad de 0.49 PL/cm<sup>2</sup> y 0.049 PL/cm<sup>2</sup>. Las postlarvas y juveniles fueron alimentados con el alimento balanceado microencapsulado Frippak N° 2, calibrando entre 15 $\mu\text{m}$  y 90  $\mu\text{m}$  cuya composición es: 48% de proteínas, 15% de lípidos, 1.5% de ácidos grasos poli-insaturados, 20% de cenizas, 7.5% de humedad. La tasa de crecimiento para la densidad de 0.49 PL/cm<sup>2</sup> fue 97.7  $\mu\text{m}/\text{día}$  y para la serie de 30 a 210 días, a una densidad de 0.049/cm<sup>2</sup> fue de 310.8  $\mu\text{m}/\text{día}$ .

## INTRODUCCION

En México desde épocas prehispánicas el caracol es capturado, siendo considerado un simbolo de la vida y fertilidad. Los aztecas mostraron admiración por esto moluscos utilizándolo como instrumento de música, en adornos o esculpido en sus templos.

En la Península de Yucatán, México, el volumen de captura de Caracol ocupa un lugar importante después de las pesquerías de Mero, Langosta y Pulpo. Sin embargo, este recurso se encuentra sobre explotado como en la mayoría de los países de Caribe. En México, la pesca comercial de este molusco inicia en los años cincuenta, con un marcado decremento a partir de 1975 (SEPESCA 1987).

Así en el Estado de Yucatán de 300 toneladas de pulpa de caracol capturadas en 1980 descendió la pesca a sólo 7 toneladas en 1987, implimentándose un veda total. Lo anterior representa una pérdida de 6000 millones de pesos (dos millones de dólares) para esta región de México. En el Estado de Quintana Roo se han aplicado medidas reguladoras: cuotas y veda parcial de marzo a septiembre, las cuales han sido insuficientes y la Secretario de Pesca analiza la instauración de un veda total.

Por lo que se refiere a los estudios de acuacultura en México, éstos inician en 1983 bajo un programa financiado por la Secretaria de Pesca y el Gobierno el

estado de Quintana Roo el cual es abandonado en 1986. CINVESTAV, inicia en 1989 un programa titulado "Bases Biológicas para el Desarrollo de la Maricultura en la Península de Yucatán, México: Selección y mejora de razas."

El presente estudio sobre crecimiento de post-larvas y juveniles de *Strombus gigas* con un alimento inerte se inscribe en el marco de las conclusiones de la mesa de acuicultura del I taller de *Strombus gigas*, celebrado en Caracas, Venezuela, 1991; en el cual se señaló que parte de la problemática de los programas de rehabilitación de bancos con juveniles no mayores a 70 mm, es su elevada tasa de mortalidad por depredación natural.

Así se revela necesario llevar a cabo la pre-engorda y engorda de juveniles en laboratorio, a fin de estudiar los requerimientos nutricionales de esta especie y la formulación de dietas.

## MATERIAL Y METODOS

La realización del cultivo de caracol de larvas a juveniles comprende tres fases: La incubación hasta la eclosión, la larvicultura y la engorda de post larvas a juveniles.

### Incubación

Las masas de huevos son obtenidas por medio de buceo autónomo a una profundidad promedio de 10–12 metros, siempre a partir de hembras que se encuentran ovopositando (Ballantine y Appeldoorn, 1983). Los genitores utilizados en este estudio provienen del Cayo Centro, Banco Chinchorro, México (Figura 1). Localización geográfica 18°47' – 18°23' LN, 87°14' LW, se ubica a 24 km de la costa sureste de Quintana Roo entre Xcalak y Uvero. Banco Chinchorro forma parte del gran cinturón de arrecifes del Atlántico, separado del continente por un canal de 1000 m de profundidad. El sistema presenta cuatro cayos: Cayo Norte que consiste en dos islas cubiertas de mangle; Cayo Centro que es la isla de mangle más grande en la laguna Arrecifal y Cayo Sur (o Cayo Lobos). La más pequeña de todas consiste en un banco arenoso elíptico de 300 m en la parte sur del arrecife. El área del arrecife son 644 km<sup>2</sup>, con una profundidad máxima en la laguna de 11 m (Torruco y González, 1990).

Cada masa de huevos es transportada en un recipiente térmico de ocho litros a fin de evitar que la temperatura exceda los 32 C. La distancia entre Banco Chinchorro y el laboratorio de Biología Marina del CINVESTAV es de 400 km. La masa de huevos es colocada en un tamiz de luz de malla de 300 µm en un acuario de fibra de vidrio de 80 litros con agua de mar filtrada a 5 µm. La temperatura durante todo el periodo de desarrollo embrionario hasta la eclosión es mantenida a 28 C ± 1 C con recambio de agua cada 24 horas y suministro continuo de aire.

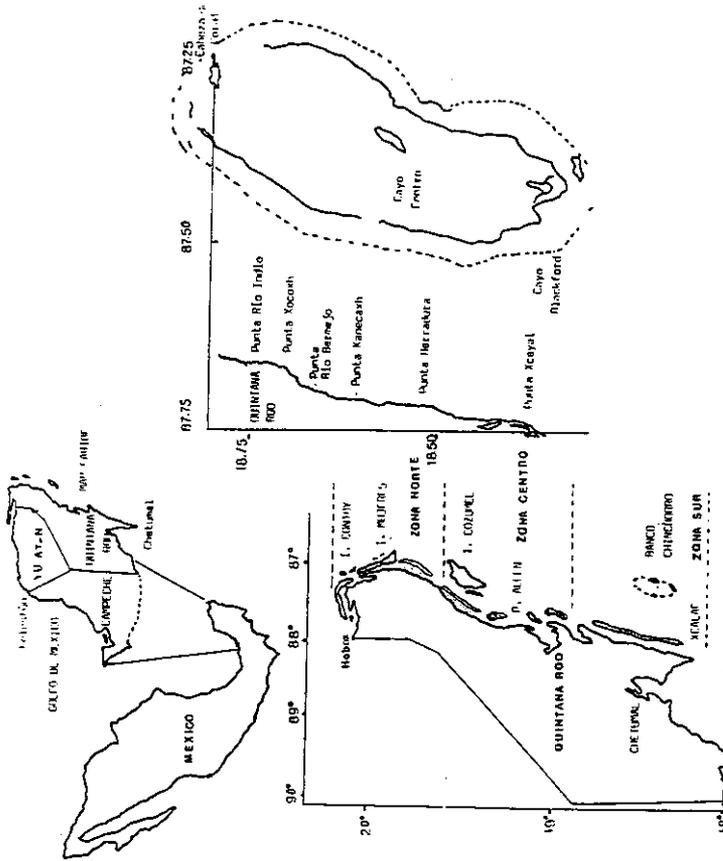


Figura 1. Localización del sitio de estudio para muestra de Caracol, *Strombus gigas* en Banco Chinchorro, Yucatán, México.

### Larvicultura

Después de la eclosión las larvas veligeras son filtradas en un tamiz de 80  $\mu\text{m}$  y distribuidas en recipientes de plástico de 10 litros de capacidad a una densidad de 200 larvas/litro. El alga utilizada fue *Tetraselmis chuii*, la alimentación se realizó cada 24 horas de manera creciente de acuerdo a Aldana Aranda *et al.* (1987 y 1991), donde la concentración inicial fue de 5,000 células algales/larva/día y la final de 20,000 células algales/larva/día. La temperatura es mantenida a  $28\text{ C} \pm 1\text{ C}$  y el agua es cambiada cada 48 horas. El parámetro de crecimiento usado es la longitud sifonal de 30 larvas tomadas al azar, medidas con un micrómetro ocular con precisión de 10  $\mu\text{m}$ , permitiendo el cálculo de la media y desviación estandar.

### Post larvas

Las larvas alcanzaron la metamorfosis al 24vo. día de cultivo a una talla de 959  $\mu\text{m}$ . Las post larvas de 1 mm a 30 mm fueron colocadas a una densidad de 0.49 PL/ $\text{cm}^2$  con un flujo de agua de 1 l/minuto. Una segunda serie se realizó a una densidad de 0.049 organismos/ $\text{m}^2$ , de 1 mm a 60 mm.

### Régimen Alimenticio

Para las post larvas de 1 mm a 10 mm el alimento consistió en una solución de diatomeas bentónicas a razón de 20,000 células/post larva, así como el suministro de un alimento balanceado microencapsulado Frippak No. 2, calibrado entre 15 – 90  $\mu\text{m}$ .

Las post larvas fueron mantenidas en charolas de plástico de una capacidad de 20 litros y de una superficie de 40 cm x 35 cm x 15 cm.

La composición nutricional indicada por el fabricante es de 48% de proteínas, 15% de lípidos, 1.5% de ácidos grasos poli-insaturados, 20% de cenizas, 7.5% de humedad, 3% de cenizas, 5% de humedad. Tasa de C al P: 2:1, relación ácidos grasos  $\omega 3:\omega 6$  de 4:1. Valor energético 5.3 Kcal/g. Minerales P, Ca, Mg, K, Mn, Zn, Fe, Cu. Vitaminas A, D, E, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>. Este alimento ha sido elaborado por Frippak para los requerimientos nutricionales de larvas de camarón. La producción de alimento utilizado es a razón de 1 g por 1,000 ml de agua de mar.

Para juveniles de 10 mm a 60 mm el alimento utilizado es exclusivamente el microencapsulado de Frippak a razón de 2 g por 1,000 ml de agua de mar.

## RESULTADOS

El crecimiento de post larvas y juveniles en términos de longitud y peso es descrito en tablas y figuras. Para las diferentes rectas de regresión, Y corresponde a la longitud de la concha o al peso y X a la edad de la larva en días.

En la tabla 1 se encuentran los valores de crecimiento para post larvas de *Strombus gigas* de 30 a 53 días a una densidad de 0.49/ $\text{cm}^2$  y en la figura 2 su

Tabla 1. Valores de media y desviación standar (D.S.) de la longitud y ancho de la concha de post larvas de *Strombus gigas* entre 26 y 53 días de cultivo, a una densidad de 0.49 PL/cm<sup>2</sup>, alimentadas con Frippak No. 2.

Edad larvas (días)	Longitud (µm)		Ancho (µm)	
	Media	D.S.	Media	D.S.
26	970	191	584	70
29	1154	388	562	70
33	1536	294	1010	200
35	1985	367	1165	190
42	2370	404	1450	195
46	2650	395	1412	141
49	2560	541	1372	248
53	3150	585	1912	337

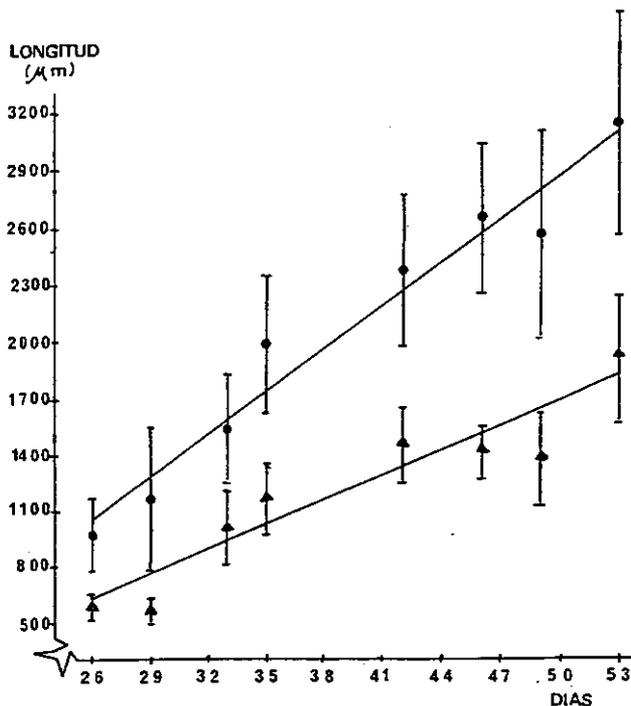


Figura 2 Rectas de regresión para el crecimiento de post larvas y juveniles de *Strombus gigas* cultivadas a una densidad de 49/m<sup>2</sup>, alimentadas con un alimento balanceado micro encapsulado. Longitud sifonal (●)  $Y = -939.94 + 76.2(X)$ ,  $r = 0.96$  y ancho del cuerpo (▲),  $Y = -516.5 + 43.86(X)$  con  $r = 0.94$ .

**Tabla 2.** Valores de media y desviación standar (D.S.) del crecimiento de PL y juveniles de *Strombus gigas* en longitud del la heliconcha y peso total húmedo durante 210 días de cultivo, alimentados con Frippak No. 2, a una densidad de 0.049 individuos/cm<sup>2</sup>.

Edad larvas (días)	Longitud (µm)		Peso Húmedo (g)	
	Media	D.S.	Media	D.S.
30	0.0943	0.0036	-	-
60	0.9013	0.1412	3.60	1.46
90	1.8063	0.1820	7.65	4.46
120	2.5285	0.2690	12.11	2.91
150	3.3117	0.1911	18.73	2.39
180	4.2442	0.1547	28.92	2.39
210	5.6875	0.3836	43.75	7.50

recta de regresión para la longitud y ancho de concha (Y) en relación a la edad de las larvas en días (X). En la tabla 2 son indicados los valores de crecimiento de post larvas y juveniles en longitud de la heliconcha (mm) y peso húmedo total (g) para la densidad de 0.049/cm<sup>2</sup>. En la figura 3 están indicadas las curvas de crecimiento de longitud y peso.

La relación longitud de la heliconcha y el peso húmedo total están graficados en la figura 4. En la tabla 3 se dan los valores de incremento por post larva y juvenil por día en longitud y peso.

**Tabla 3.** Tasa de crecimiento diaria para post larvas y juveniles de *Strombus gigas* alimentadas con Frippak, a densidades de 49 organismos/m<sup>2</sup> y 4.9/m<sup>2</sup>.

Intervalo de Crecimiento (días)	Tasa de crecimiento a una densidad de 49/m <sup>2</sup>	
	Longitud (µm/día)	Ancho (µm/día)
26 a 53	Media 98 D.S. 62	Media 56 D.S. 62
	Tasa de crecimiento a una densidad de 4.9/m <sup>2</sup>	
	Longitud (µm/día)	Peso (mg/día)
30 a 210	Media 311 D.S. 87	Media 268 D.S. 135

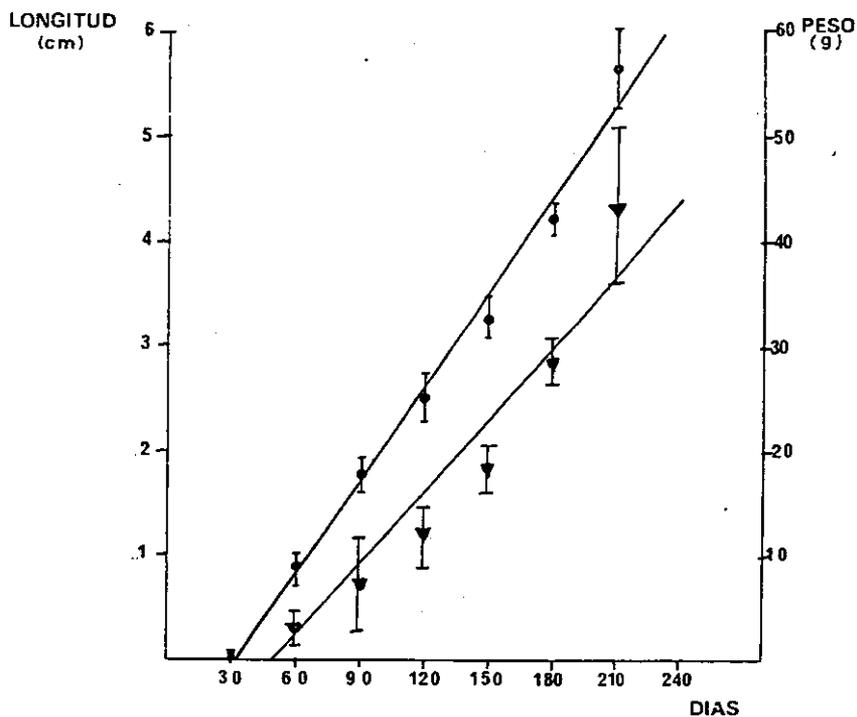
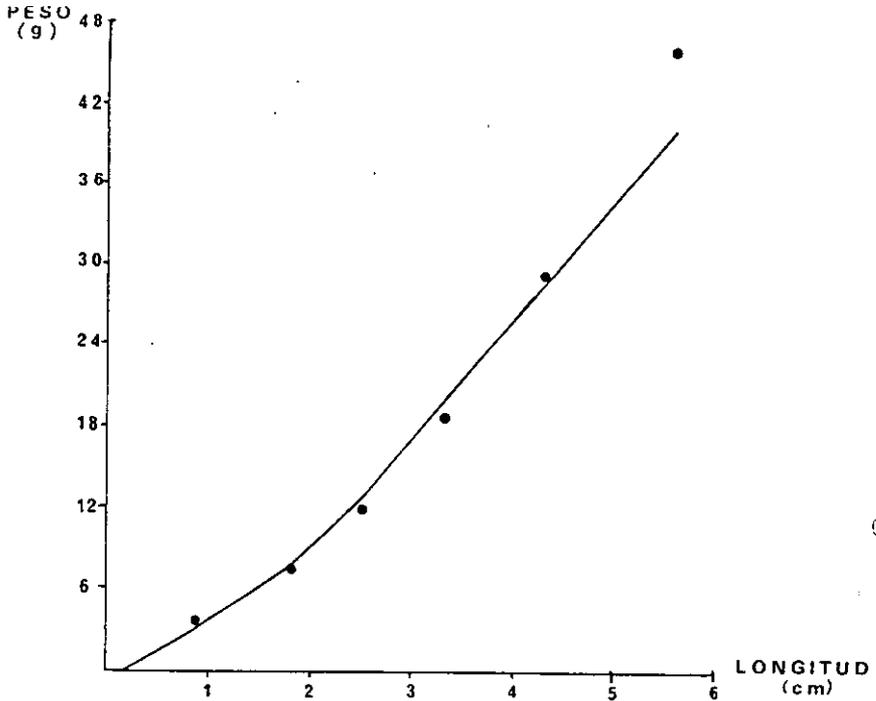


Figura 3 Curva de crecimiento de *Strombus gigas* en longitud (●)  $Y = -0.95 + 0.030 (X)$ ,  $r = 0.99$  peso húmedo total  $Y = -11.1 + 0.23 (X)$ ,  $r = 0.96$  (▲), de 30 a 210 días a una densidad de 49/m<sup>2</sup>.

En la tabla 4 se efectua una revisión bibliográfica de estudios efectuados sobre el crecimiento de juveniles de *Strombus gigas* bajo diferentes condiciones experimentales de engorda: Tipo de alimento, densidad, tipo de sustrato y iluminación.

#### DISCUSION

La tasa de crecimiento de las larvas de *Strombus gigas* evaluada por el incremento de la longitud sifonal es lineal hasta el momento de la metamorfosis, que fue de 24 días con un coeficiente de correlación de  $r = 0.98$ . La tasa de crecimiento promedio por día obtenida en el presente trabajo es de 39.94  $\mu\text{m}$ , cuyo rango osciló dentro de los valores reportados por otros autores. El tiempo de la metamorfosis para el presente estudio fue de 24 días, en relación a lo



**Figura 4.** Correlación entre longitud de la concha y peso para *Strombus gigas*, alimento empleado un micro encapsulado de Frippack.  $\text{Log } W = 0.57 + 1.38 \text{ Log } L$ ,  $r = 0.98$ .

reportado en la literatura, resulta interesante resaltar que este rango puede variar entre 12 y 60 días. Sin embargo, esta variabilidad no puede ser atribuida únicamente a las condiciones de cultivo. Así, Ogawa y Corral (1985) trabajando bajo las mismas condiciones experimentales obtienen un tiempo de metamorfosis entre 25 y 60 días. De acuerdo a Bayne (1983) los factores de tipo endógeno ocupan un lugar preponderante en el crecimiento de moluscos.

En relación al crecimiento de post larvas (período de pre-engorda). El tamaño promedio al alcanzar la metamorfosis completa fue entre 960  $\mu\text{m}$  y 1040  $\mu\text{m}$ , este período es crucial en la vida de esta especie. El costo bioenergético de la metamorfosis ha sido estudiado en otros moluscos, resultando muy elevado en moluscos bivalvos (Lucas *et al.*, 1986). El proceso de metamorfosis y el efecto del medio ambiente sobre ésta es poco conocido

**Tabla 4.** Estudios comparativos de crecimiento en *Strombus gigas* bajo diferentes condiciones experimentales.

---

Appeldoorn y Ballantine (1982): En estudios de marcado y recaptura de juveniles en el medio natural observan crecimiento de 150  $\mu\text{m}$  a 210  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ .

Appeldoorn (1984): Trabajando a diferentes densidades de siembra (120, 320, 520 y 720 individuos/ $\text{m}^2$ ), para juveniles de una talla inicial promedio de 22 mm, observa tasas de crecimiento de 166, 65, 28 y 8  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$  respectivamente.

Ballantine y Appeldoorn (1983): Estudian el crecimiento en estanques de cemento, plástido y fibra de vidrio, los juveniles se alimentan de las algas que crecen en la pared de éstos, observando una tasa de crecimiento de 323.3 $\mu\text{m}$  para individuos de 0 a 120 días de edad. Bajo las mismas condiciones experimentales con *S. costatus*, observan una tasa de crecimiento de 335  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ .

Brownell (1977): Estudia el crecimiento de juveniles, en estanque de concreto. El alimento lo constituyen macro algas que crecen sobre las paredes tales como *Enteromorpha*, *Polysiphonia*, *Ceramium* y *Ulva*, observando un crecimiento entre 151 y 300  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ , en función a la disponibilidad de alimento. Para juveniles colocados en cajas y/o encierros, en sistemas de policultivo con peces, tortugas o crustáceos, observa un crecimiento de 200  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ . Este autor estudia el efecto del sustrato y de la incidencia luminosa sobre el crecimiento obteniendo tasas de crecimiento de 151  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$  para sustrato de fibra de vidrio y poca luz hasta 286  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$  en sustrato de arena con mucha luz.

Buitrago (1980): Estudia el crecimiento en encierros a una densidad de 80/ $\text{m}^2$ , observando un crecimiento de 247 a 300  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ .

Cruz (1986): Estudia el crecimiento de juveniles utilizando jaulas flotantes, colocadas en estanques de cemento. El alimento empleado es macro algas pulverizadas: *Enteromorpha*, *Chaetomorpha*, *Rizomorpha* mas un "peletizado" a base de *Laurencia obtusa*, *Syringodium* y *Amphiora* sp., a una densidad de 15 individuos por 100  $\text{m}^2$ , la tasa de crecimiento para estas condiciones fue de 32.7  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ .

Dalton y Davis (1989): Post larvas alimentadas con *Chaetoceros gracilis*, *Enteromorpha* y *Spirulina*, a una densidad de 1600/ $\text{m}^2$ , para animales de 2 a 50 mm observaron una tasa de crecimiento fue de 250 a 300  $\mu\text{m}$ .

Iverson (1983): Observa en juveniles en el medio natural entre 100 y 150 mm de longitud un crecimiento de 8.5 a 16  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ .

Rathier (1986): Observa un crecimiento de 170 a 230  $\mu\text{m}$  para juveniles de 10 a 50 mm, colocados en camas de *Sargassum*. Para animales de 79 a 254 mm observa un crecimiento de 177  $\mu\text{m}$  y de solo 20  $\mu\text{m}$  para animales de 255 a 306 mm. En juveniles colocados en cajas, a una densidad de 1.5/ $\text{m}^2$  para organismos de una talla comprendida entre 25 – 75 mm, la tasa fue entre 230 y 252  $\mu\text{m}/\text{d}\acute{\text{a}}$ . Por último, para juveniles de 10 a 15 mm cultivados en raceway, sobre sticks de *Sargassum* a una densidad de 8 individuos/ $\text{m}^2$ , la tasa de crecimiento fue de 200  $\mu\text{m}$ .

Siddall (1984): Estudia el crecimiento de juveniles en función de la densidad, observando un incremento de la actividad locomotriz y la producción de mucus a medida que la densidad aumenta, señalando que el animal puede perder hasta 2.9% de su peso seco corporal por hora a concentraciones elevadas.

Turk y Caicos: Para el cultivo de juveniles hasta tallas de 50 mm, utilizan una dieta combinada de diátomeas bentónicas (50%), macroalgas (20%), Frippack (25%), y 5% de agua de mar, obteniendo tasas de crecimiento de 100 a 300  $\mu\text{m}/\text{día}$ .

---

siendo necesario realizar investigaciones sobre este tópico. En este trabajo las post larvas de *Strombus gigas* entre 26 y 53 días de cultivo presentaron una tasa de crecimiento promedio de 97.7  $\mu\text{m}/\text{día}$ . Los juveniles entre 30 y 210 días de cultivo presentaron una tasa de crecimiento promedio de 310.8  $\mu\text{m}/\text{día}$  y de 268  $\text{mg}/\text{día}$ . En la tabla 6 están los datos de crecimiento de juveniles en longitud y peso obtenidos en este estudio en relación a valores obtenidos por diversos autores, además se resumen los factores experimentales. Resulta interesante resaltar la diversidad de condiciones en las cuales se han cultivado las post larvas y juveniles de *Strombus gigas* así como la variabilidad en la tasa de crecimiento. Por otra parte, esta situación dificulta establecer comparaciones, pero revela necesario realizar investigación sobre requerimientos energéticos y ecológica de la fase juvenil de *Strombus gigas*.

El crecimiento de los juveniles es muy variable. En este estudio se alcanzó una longitud de 56.87 mm y un peso de 43.75 g a una densidad de 4.9 por  $\text{m}^2$ . La tasa de crecimiento promedio en 210 días es de 310  $\mu\text{m}$ . Esto es superior a lo reportado por Buitrago (1980) el cual obtuvo 50 mm a los 240 días, pero inferior a lo obtenido por Ballantine y Appeldoorn (1982) quienes obtienen para 210 días una longitud de 69 mm y para *Strombus costatus* 67 mm. Buitrago reporta un valor promedio para los primeros tres meses de crecimiento de 246  $\mu\text{m}$  y en general para 37 mese de observación una tasa de crecimiento de 187  $\mu\text{m}$ . Mientras Appeldoorn (1983) observa un crecimiento de 323  $\mu\text{m}$ , con máximo de 400  $\mu\text{m}/\text{día}$  para los primeros 200 días de cultivo.

La tasa de crecimiento promedio de juveniles *Strombus gigas*, calculado por la ecuación de von Bertalanffy, predice un rango aproximado de 240 a 320  $\mu\text{m}/\text{día}$  (Berg, 1976; Alcolado, 1976). Además Alcolado (1976) señala que el crecimiento está fuertemente influido por la estación presentando máximos el crecimiento durante los meses de verano. Por otra parte, Rathier (1986) observa una disminución del crecimineto antes de los 15 mm y después de los 50 mm.

En los programas de rehabilitamiento del recurso Caracol una etapa fundamental es la siembra de juveniles. Sin embargo, los estudios de laboratorio y de campo sobre marcado y recaptura muestran que los juveniles producidos en laboratorio presentan una alta mortalidad por depredación natural. Autores como

Ballantine y Appeldoorn (1983), Davis y Hesse (1983), Appeldoorn y Ballantine (1983), Appeldoorn (1984), y Jory (1983) observan que existe una relación talla/siembra que puede ser recomendada entre 50 y 60 mm, y en estudios más recientes se propone la talla de 60 – 70 mm. Para lo anterior es necesario encontrar un equilibrio entre costo de producción de juveniles en laboratorio hasta esta talla, en relación a la tasa de sobrevivencia. En este sentido es indispensable efectuar estudios sobre la nutrición de caracol, diseñar dieta alternativas, estudiar sus hábitos ecológicos, su bioenergética a fin de seleccionar adecuadamente: Tallas de siembra, épocas y densidades y sitios.

Entre los factores que afectan el crecimiento está la alimentación (tipo y cantidad). Sin embargo, el efecto de la densidad afecta de manera indirecta la tasa de crecimiento (Appeldoorn and Sanders, 1984; Siddall, 1984). Por otra parte, la estacionalidad afecta el crecimiento, lo cual ha sido observado por Alcolado (1976), Iverson (1983), Rathier (1986), y Díaz (1989). En definitiva sobre el crecimiento de juveniles es necesario definir sus requerimientos nutricionales, elaborar dietas artificiales a bajo costo, conocer los mecanismos de respuesta entre crecimiento y densidad, en este sentido, Siddall (1984) observa un incremento de la actividad locomotriz y de la producción de mucus, lo cual repercute en una disminución de la tasa de crecimiento. Creswell (1984) señala que a altas densidades la eficiencia de asimilación es afectada, la tasa de ingestión decrece, y la tasa de conversión de alimento se incrementa (indicado por menos producción de biomasa y gran pérdida metabólica).

La biotecnología para el cultivo de juveniles de *Strombus gigas* requiere de investigación básica la cual es indispensable para efectuar toma de decisiones inteligentes, en relación a los programas de siembra y rehabilitación de Bancos de manera exitosa.

#### AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado gracias al apoyo financiero de la Comunidad Económica Europea DG XII: Contrato CII\*0432 ME(JR), CONACyT PCCNCNA 051406 y Embajada de Francia (Consejo Científico Francés). Los muestros de Caracol fueron realizados con el apoyo de la SEPESCA (Delegación de Quintana Roo), así como de los pescadores de la Cooperativa Banco Chinchorro. Mi agradecimiento a la Bióloga Victoria Patiño Suárez y al Ingeniero Manuel Sánchez Crespo en el trabajo de laboratorio y a la Químico María Luisa Saldivar por la producción de micro algas.

#### BIBLIOGRAFIA

- Alcolado, P. M. 1976. Crecimiento, variaciones morfológicas de la conca y algunos datos biológicos de covo *Strombus gigas* L. (Mollusca Mesogastropoda). *Acad. Cienc. Cuba Ser. Oceanol.* 34: 36 pp.

- Aldana, A. D. and L. Torrentera. 1987. Croissance comparative de larves de lambi *Strombus gigas* en relation avec differents types de nourriture. *Haliotis* 16:403-411.
- Aldana, A. D.; A. Lucas, T. Brulé, M. Andrade, E. García, N. Maginot, and M. Penneec. 1991. Observations on ingestion and digestion of monocellular algae by *Strombus gigas* (Mollusca, Gastropoda) using epifluorescence microscope. *Aquaculture* 92(4):359-366.
- Appeldoorn, R. S. and D. L. Ballantine. 1983. Field release of cultured queen conchs in Puerto Rico: implications for stock restoration. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 35:89-98.
- Appeldoorn, R. S. 1984. The effect of size of mortality of small juvenile conchs (*Strombus gigas* Linne and *Strombus costatus* Gmelin). *J. Shellfish Res.* 4:37-43.
- Appeldoorn, R. S. and I. M. Sanders. 1984. Quantification of the density growth relationship in hatchery-reared juvenile conchs (*Strombus gigas* Linne and *Strombus costatus* Gmelin). *J. Shellfish Res.* 4:63-66.
- Ballantine, D. L. and R. S. Appeldoorn. 1983. Queen conch culture and future prospects in Puerto Rico. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 35:57-63.
- Bayne, B. L. 1983. Physiological ecology of marine molluscan larvae. In: *The Mollusca 3. Development*. Academic Press.
- Berg, C. J., Jr. 1976. Growth of the queen conch *Strombus gigas*, with a discussion of the practicality of its mariculture. *Mar. Biol.* 34: 191-199.
- 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.
- Buitrago, J. 1980. Cria en cautiverio, del huevo adulto, del Botuto (*Strombus gigas* L.). *E. I. M. Fundación La Salle de Ciencias Naturales.* 111:29-39.
- Creswell, L. 1984. The influence of the experimental diets on ingestion, assimilation, efficiency and growth of hatchery-reared juvenile queen conchs *Strombus gigas*. *J. Shellfish Res.* 4(1):23-30.
- Cruz, S. R. 1984. Avances en la Experimentación de Producción Masiva de Caracol en Quintana Roo, México. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 37:12-20.
- Dalton, A., M. Davis, et al. 1989. Recent Developments in Conch Mariculture in the Turks and Caicos Islands. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 42:1-11.
- Davis, M. and C. Hesse. 1983. Third world level conch mariculture in the Turks and Caicos Islands. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 35:73-82.
- Díaz, A. C. 1989. Crecimiento y Mortalidad de Juveniles de Caracol Rosado *Strombus gigas* en punta Gavilán, Quintana Roo. CRIP, Tamps.
- Iversen, E. S. 1983. Feasibility of Increasing Bahamian Conch Production by Mariculture. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 35:83-88.

- Jory, D. E. and E. S. Iversen. 1983. Queen conch predator: Not a roadblock to mariculture. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 35:108-111.
- Lucas, A., L. Chebab-Chalabi, and D. Aranda. 1986. Passage de l'endotrophie a l'exotrophie chez les larves de *Mytilus edulis*. *Oceanol. Acta.* 9 (1):97-103.
- Ogawa, J. and J. L. Corral. 1987. Ensayo de la fijación de semilla del caracol reina *Strombus gigas* y su crecimiento inicial en un sistema de producción masiva. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 38:362-369.
- Rathier, I. I. 1986. Etat d'avancement des recherches sur l'élevage du Lambi (*Strombus gigas*) en Martinique. *Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.* 37:336-344.
- SEPESCA. 1987. Estado de conocimiento de los recursos pesqueros de la plataforma Continental de Yucatán y Región Adyacente. Documento técnico 4. Yucalpeten, Yucatán.
- Siddall, S. E. 1984. Synopsis of recent research progress on the queen conch. *J. Shellfish Res.* 4:1-3.
- Torruco, D. y González. 1990. 1er. Informe del Proyecto: "Interacciones Ecológicas entre la Comunidad Bentónica y la Pesquería del Caracol Rosado en Banco Chinchorro, Quintana Roo." CONACyT.